

第1回 think⁺⁺ human & technology

ロボット・AIと建築・都市 ～その過去と未来～

2017年5月18日

佐藤 知正

ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

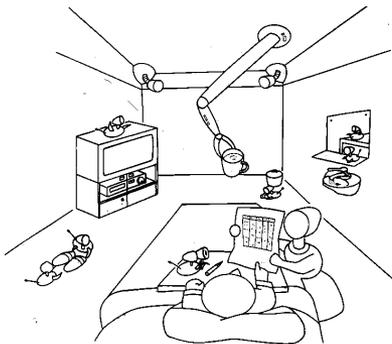
未来の**建築・都市**は、**ロボット化・AI化・IoT化**される。その姿を目指したこれまでの25年間の研究を紹介し、現状を踏まえ、これからを展望する。

(過去)具体的には、まず、A)『ロボットが部屋』の考えのもとに研究された“ロボティックルーム”(部屋や住宅のロボット化)の成果、B)『街がロボット』の概念で追及された“飯館ふるさとモニタリングシステム”(都市のロボット化)の成果を紹介する。

(現在)次に、ビッグデータやディープラーニングを手がかりに、人を超えようとしている現在のAI(Singularity)や人と共に働く協働ロボット、IoTの現状を、それら技術の建物への埋め込まれ方を示し、さらに、それらの技術がどのようにして都市に社会実装されるのかを“産業ロボットの街相模原市プロジェクト”を紹介しつつ説明する。

(未来)講演では最後に、以上を踏まえて、**建築・都市**と関わるロボット、AI、IoTの具体例として“**IoT建築物**”と、これからのロボット・AI・IoT活用社会を、その姿と実現に不可欠な活動内容を、**プロセスイノベーション実現都市(ロボティックシティ)**のデザインプロセスとして展望する。

東京大学名誉教授 佐藤 知正



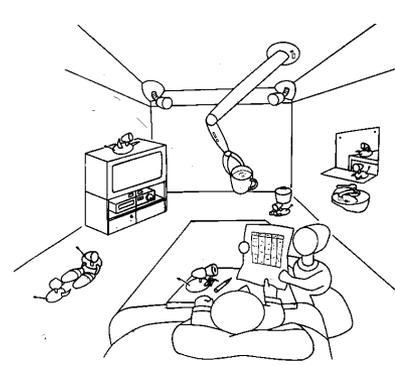
建築・都市のロボット化・AI化・IoT化



IoT建築物 ロボティックシティ
プロセスイノベーション

建築・都市のロボット化

～プロセスイノベーション～



過去（建物・都市のロボット化とは）

部屋がロボット～ロボティックルーム～

住宅がロボット～センシングルーム～

村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム



現在（ロボット、AI、IoTブーム）

ロボット、AI、IoTと建物、都市



未来（ロボティックシティ：ロボット・AI・IoT活用社会）

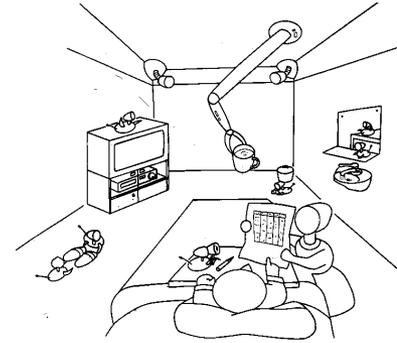
IoT建築物、ロボティックシティ

ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

建築・都市のロボット化

～プロセスイノベーション～

過去



部屋がロボット～ロボティックルーム～

住宅がロボット～センシングルーム～

村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム

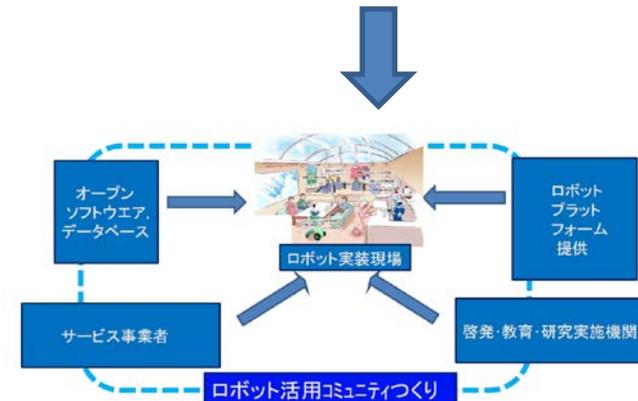


現在(ロボット、AI、IoTブーム)

ロボット、AI、IoTと建物、都市

未来

IoT建築物、ロボティックシティ



1992年

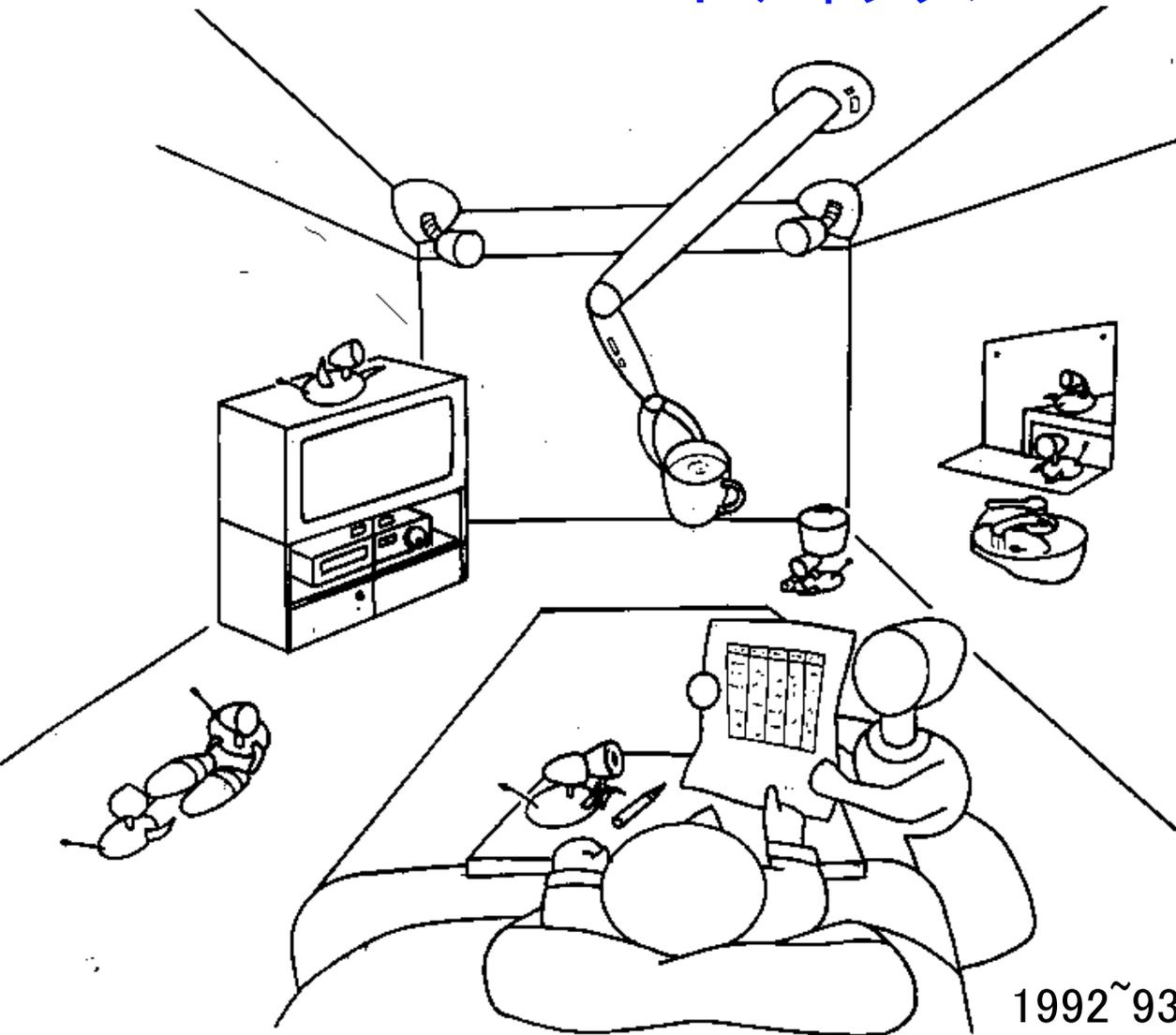
“部屋がロボット”の研究を開始

“部屋がロボット”の研究1

ロボティックルーム1

1992～環境型ロボット

作業空間がロボットの中にあるロボット
ロボティックルーム



人にできないこと
をするロボット

人をさりげなく
ずっとみまもり、
必要な時に
不満をいわず
支援してくれる部屋

1992～93年ごろのイメージ図

実現されたロボットである部屋

ロボティックルーム1:ロボティック病室



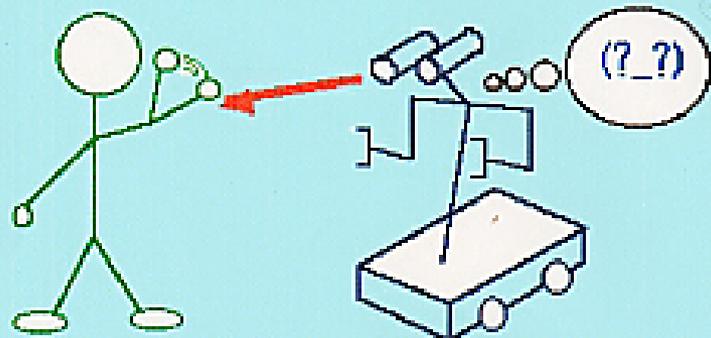
1997年11月

1997年：ロボティックルーム1のビデオ 病室ロボット

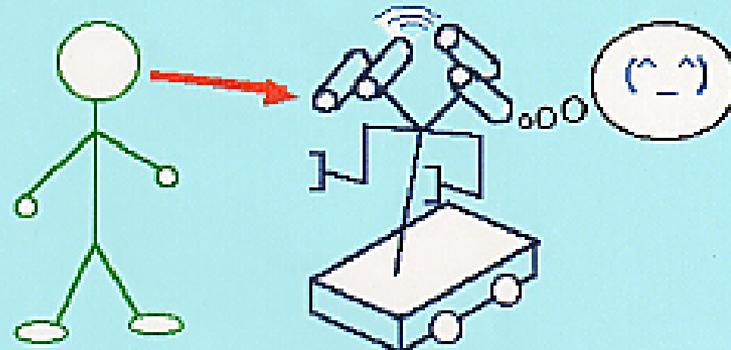


研究領域： 行動メディア

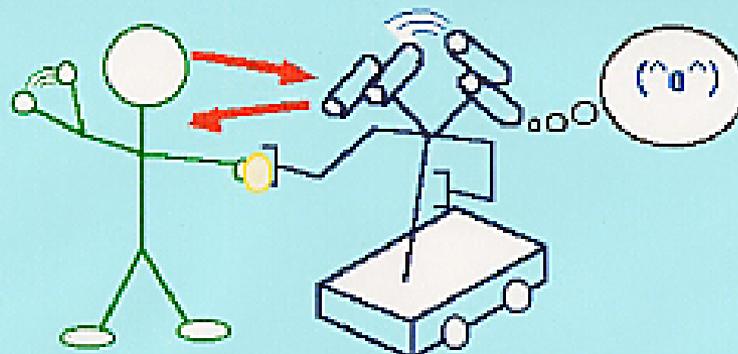
溝口 博先生



行動理解

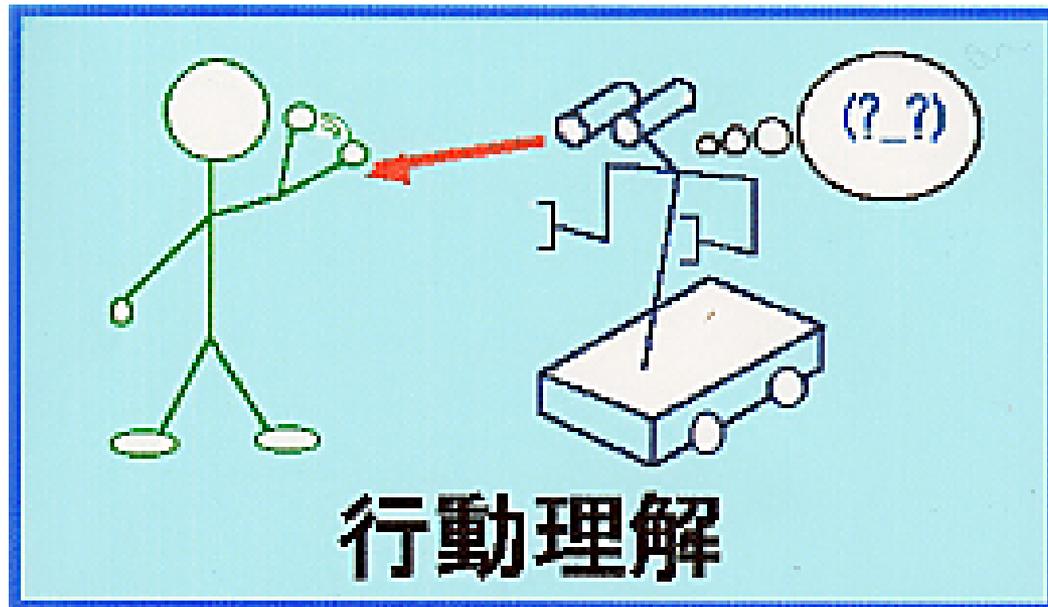


行動表現



行動相互作用

行動理解の研究



計算機による人間行動の
利用できるかたちでの認識

(江口)矢入 郁子さん

天井

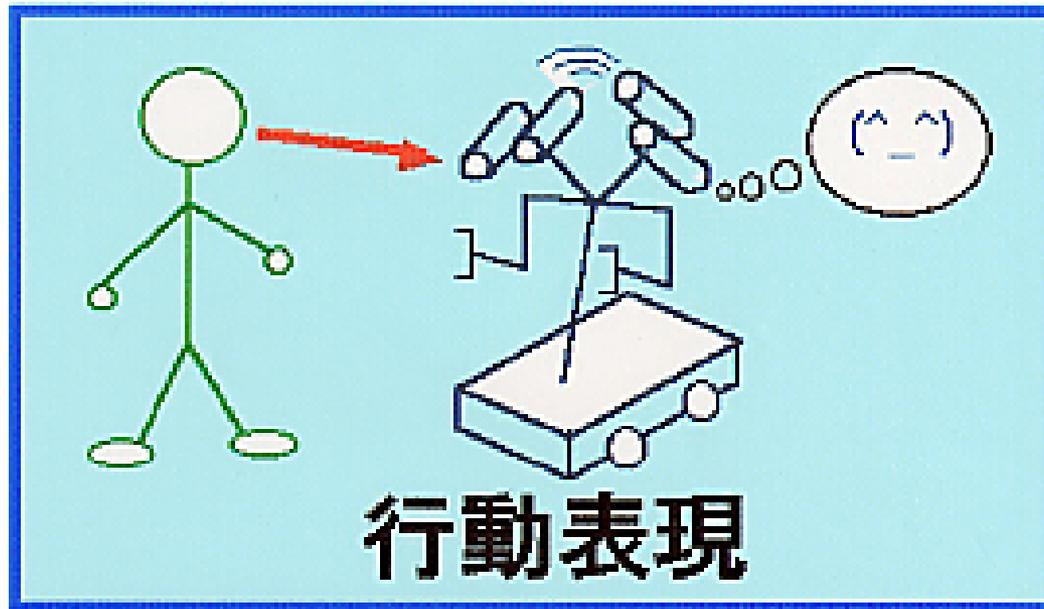


西田 佳史君



天井カメラによる呼吸モニタ

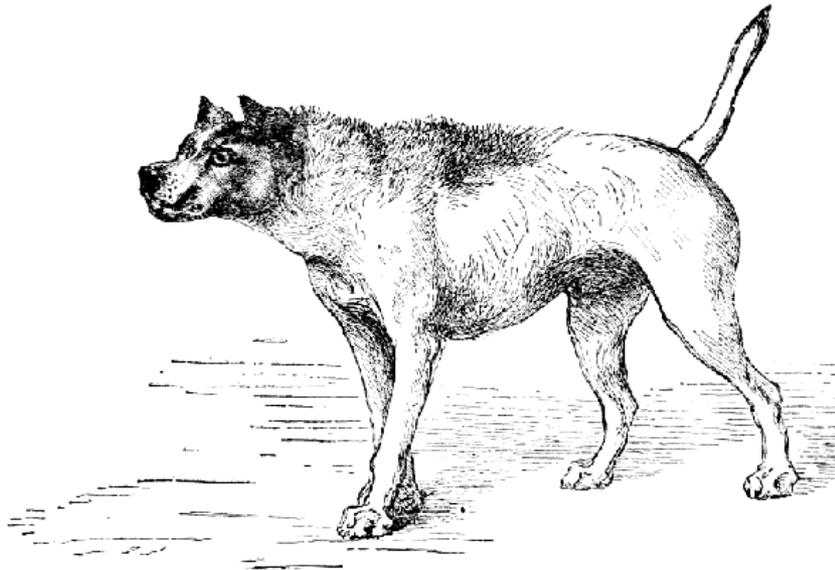
行動表現の研究



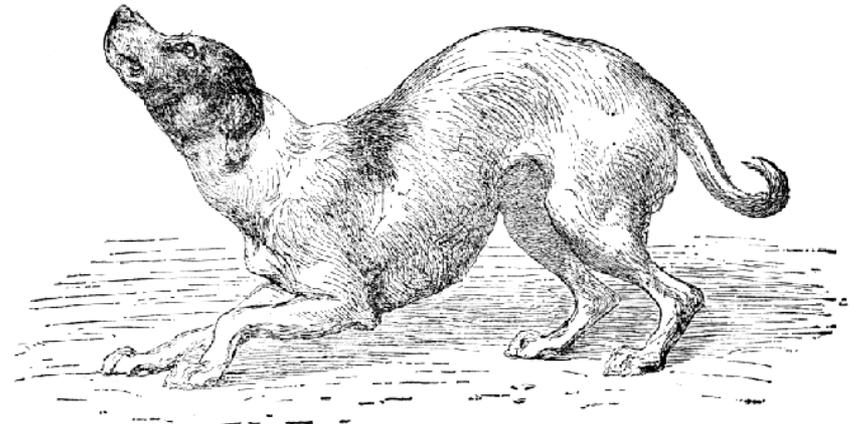
ロボットによる行動を介した人間
への情報伝達

表現行動：類似表現・反対表現の原理

～ダーウインの理論～



第五圖 敵意を以て他の犬に近かんとする犬 (リヴィエール氏による)



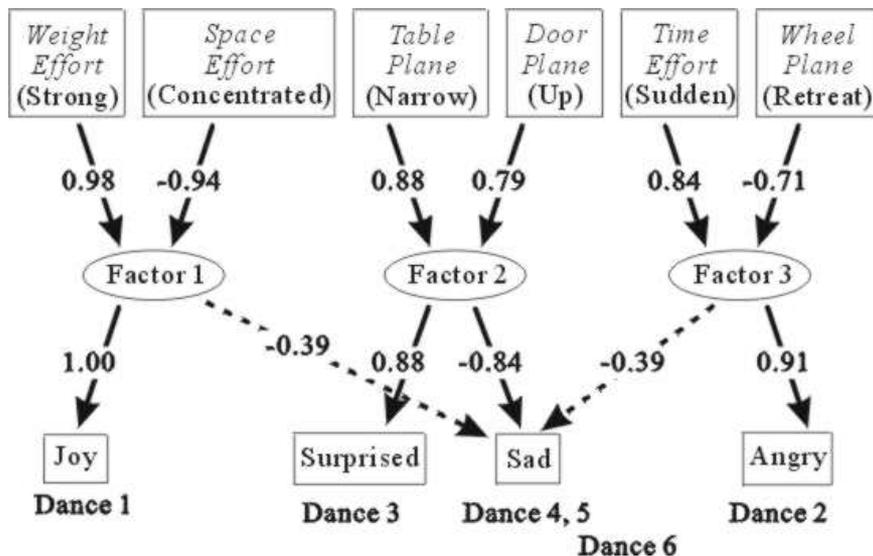
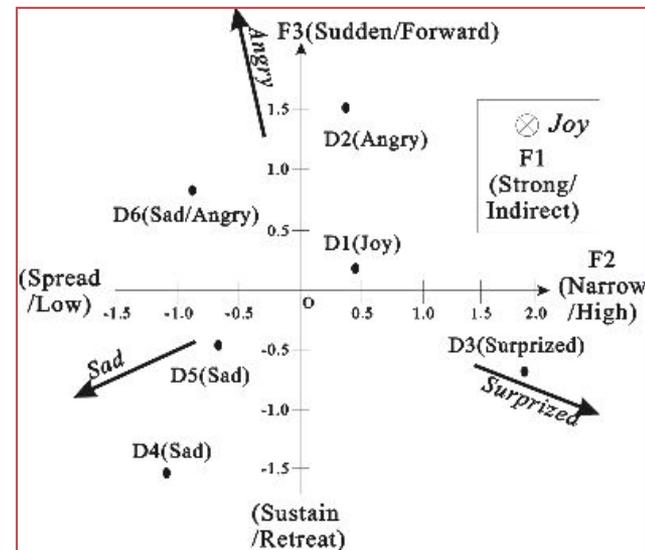
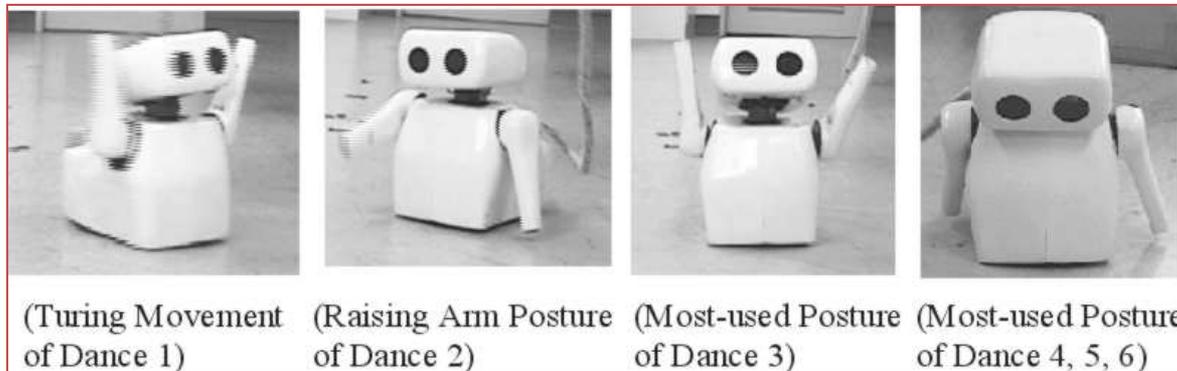
第六圖 同一犬が卑下と靱強の精神状態にあるところ (リヴィエール氏による)

攻撃形：実際の戦闘姿勢の類似形

後退形：各部分が攻撃形の逆

ダーウィン「人及び動物の表情について」(1872)

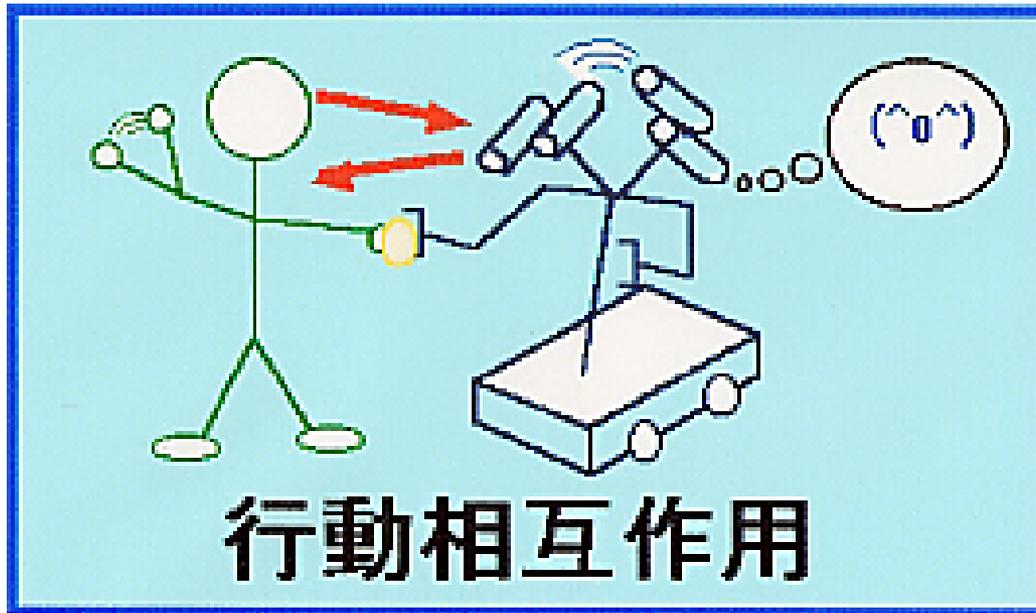
ダンス理論による表現行動の分析と合成



• ダンスの印象

- エフォート・シェイプの値と直交性良く相関
- 確かに印象はエフォート・シェイプで決まる

行動相互作用の研究



人間とロボットの行動を通じた
インタラクション

指さし指示の理解:



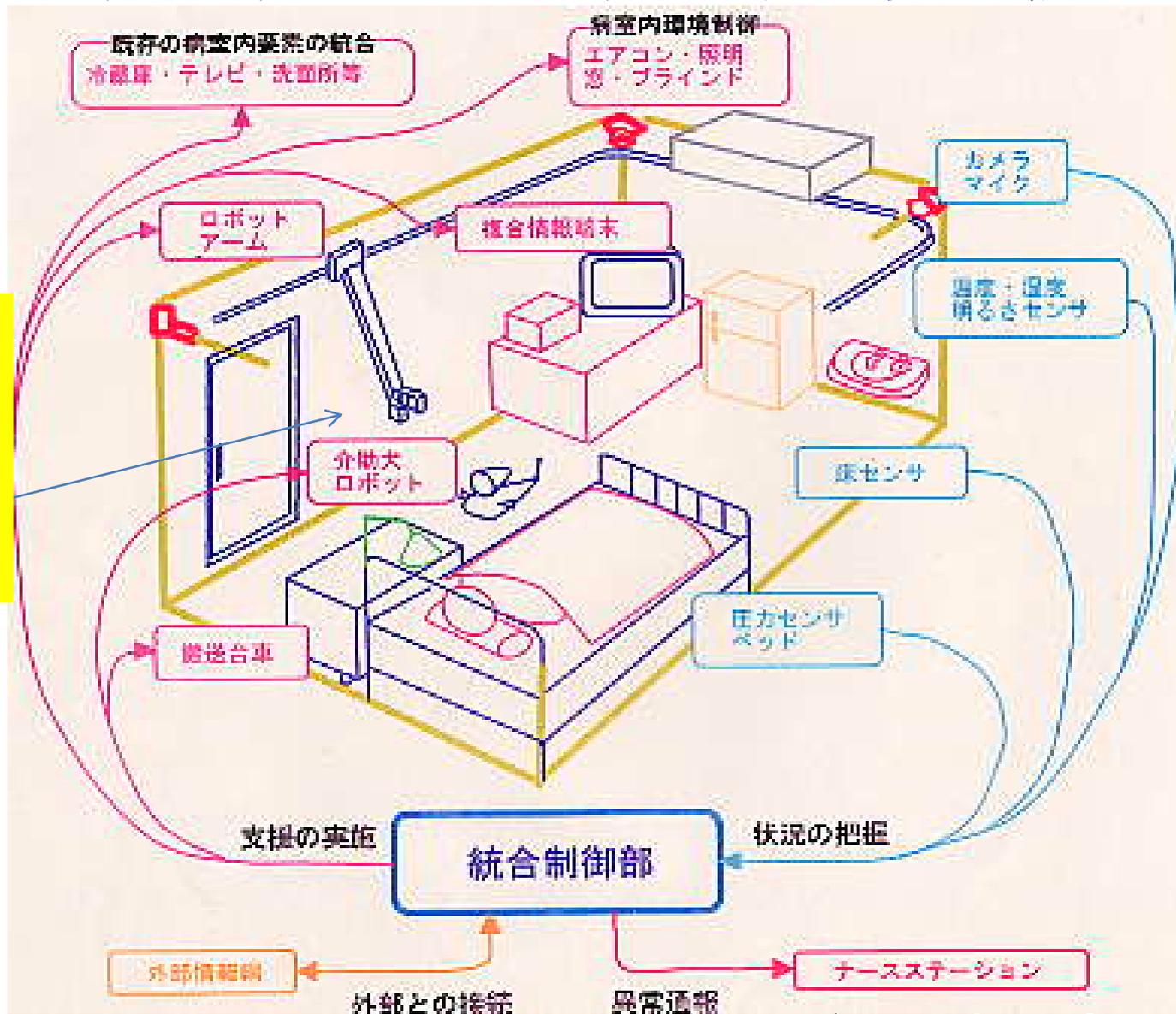
指差されたものをもってきてくれる介助支援

何ができたのか：

部屋による行動認識と人間行動のその場支援

部屋のロボット化
=
床・壁・天井・家具がセンサ、アクチュエータ

今流にいう
とIoTルーム



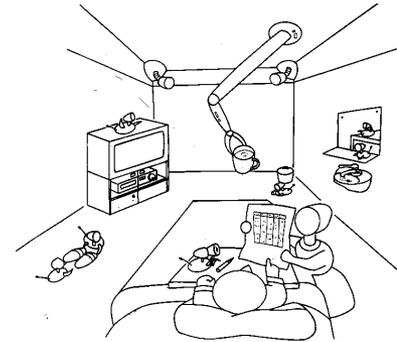
なげしロボット：森下広氏

ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

建築・都市のロボット化

～プロセスイノベーション～

過去



部屋がロボット～ロボティックルーム～

住宅がロボット～センシングルーム～

村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム



現在(ロボット、AI、IoTブーム)

ロボット、AI、IoTと建物、都市



未来

IoT建築物、ロボティックシティ



東京大学名誉教授 佐藤 知正

“部屋がロボット”の研究2

センシングルーム

過去の導入 行動蓄積

行動蓄積研究の動機(1998)

人における体験と内省

人は行動し、それを体験として蓄え、活かしている

人の脳＝情報処理装置
体験蓄積装置

行動蓄積・利用機能

＜伊勢丹の例＞ 買い物客が、購入した品物の記録を残し、それを定員がみれば、よりよく売れる売場レイアウトが可能となる。

- ・マネーカードが人間行動センサになる
- ・行動記録を見るだけで、役立つ

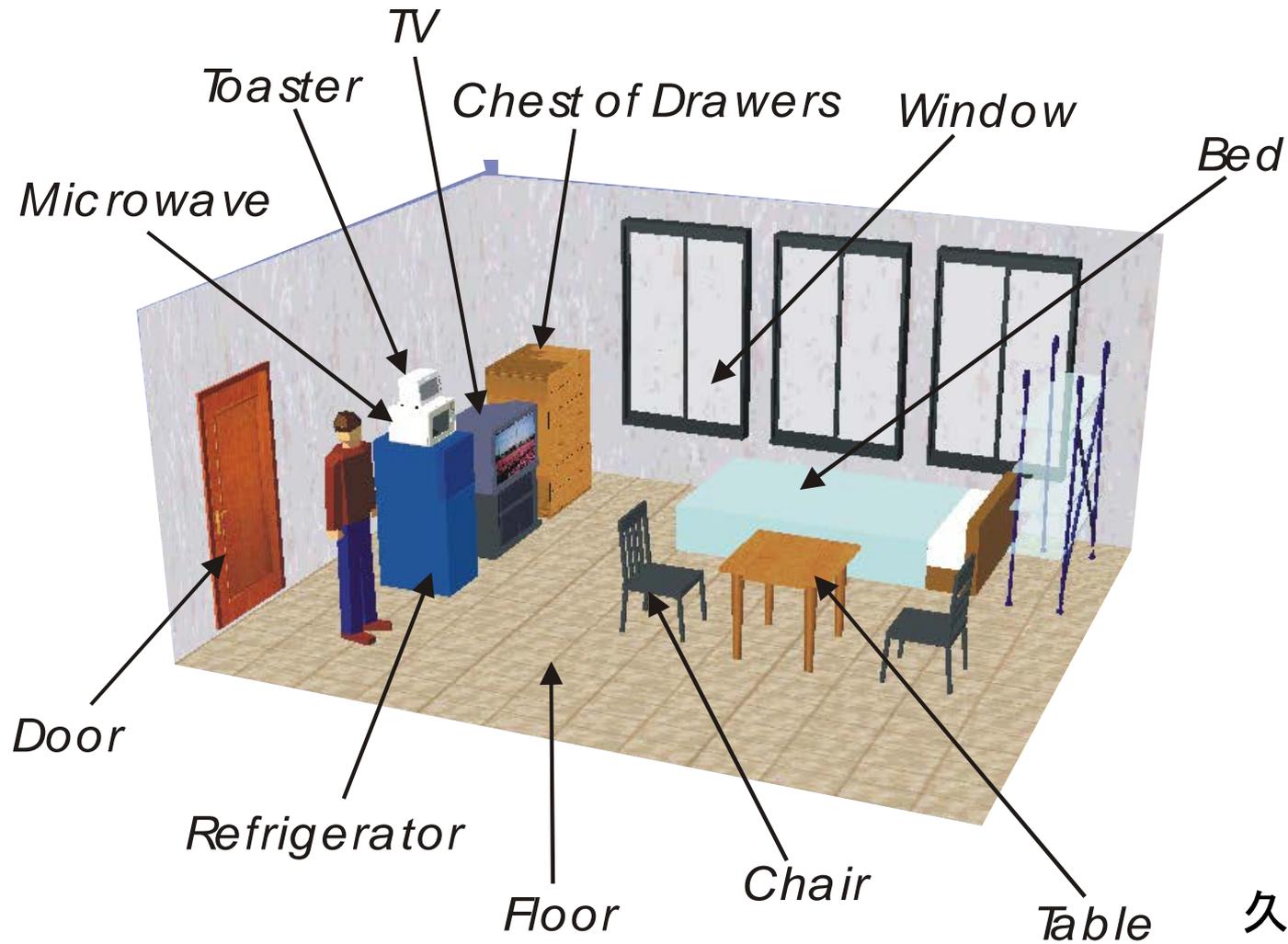
その当時の計算機

＝行動蓄積能力なし

- 行動の蓄積・利用＝新しい概念
→ 蓄積行動をみせるだけで価値あり
(∵ 行動＝生活、広い応用が可能)
→ プライバシーの問題が心配だが、注意して研究すれば
→ パーソナルコンテンツ産業へ展開
(個人にとって最も価値ある財産である情報を扱う産業ができる)

蓄積された行動情報波形の理解とその利用

ロボティックルーム2 (センシングルーム)のイメージ



可能な限り多数のセンサを部屋に設置し、人の行動を可能な限り緻密に計測し、情報を蓄積し、利用できるようにしよう

ロボティックルーム2(2000) センシングルームのデモンストレーション



森武俊先生

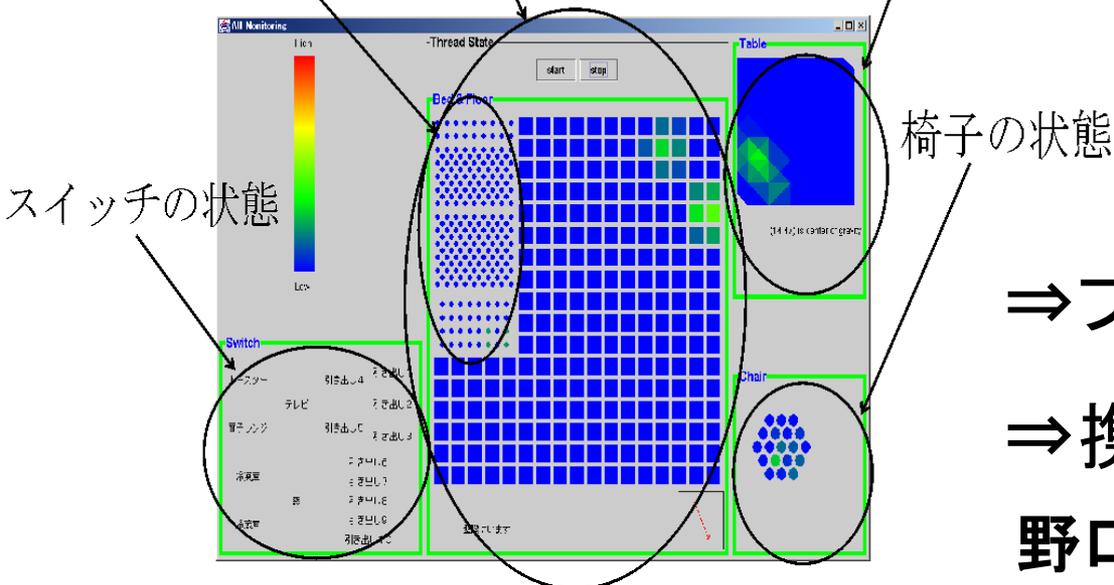
人の行動に応じた支援環境が実現

C:人間行動計測のための センシングネットワーク (分散オブジェクトを利用)



ベッドの状態 床の状態 テーブルの状態

2D表示



⇒プラグイン機能の実現

⇒携帯による遠隔福祉

野口博史君

テラーメイドなきめ細かなサービス 生活パターンの計測・蓄積とそのヘルスケア応用

焦電センサ（各家庭に数個ずつ配置している）



センサ部



- ・人体から出る赤外線を検知し、16段階として人の動きを検出
 - ・1分ごとのセンサ感知回数(1日1440分)を時系列データとして記録
- (一件あたり3~10センサ. 数百日分)

生活パターン異変検知のための個別適合アルゴリズム

同じ行動: 定まった場所で, 同じような時間帯に, 同じような継続時間だけ起こる

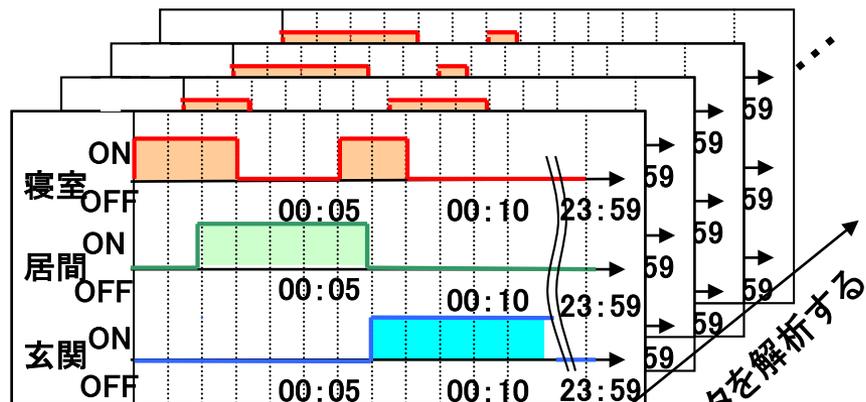
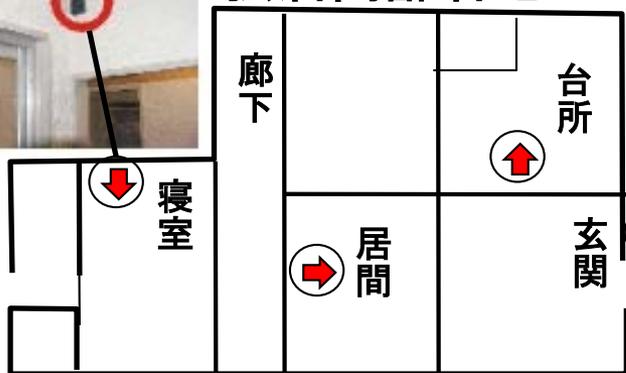
1) 各部屋にセンサを設置する

2) 人が検知された部屋と時間を記録・蓄積する

焦電センサ

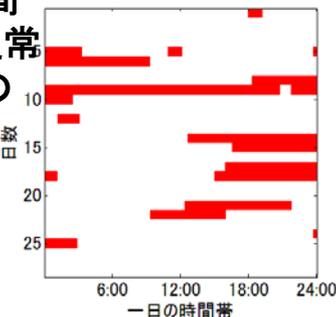


独居高齢者宅



右は, 2週間にわたる通常か異変かの判定結果

同時確率による異変検知結果

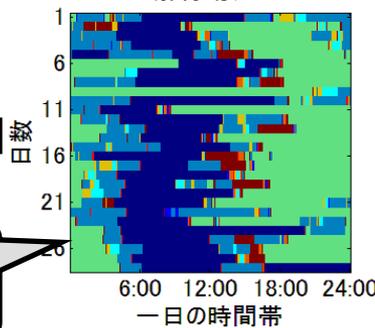


その人の今のデータ

比較

その人の典型生活パターン

正解行動ラベル



長期蓄積データを解析する

左は, 2週間の生活パタンの抽出結果

■ 異変
□ 通常

4) 異変を検知する

4) 典型的な生活パタンの抽出

建物は、
BigData
収集ツール

何ができたのか? 今流にいうとBigData処理

②、③実用的な学習的データマイニング手法の確立

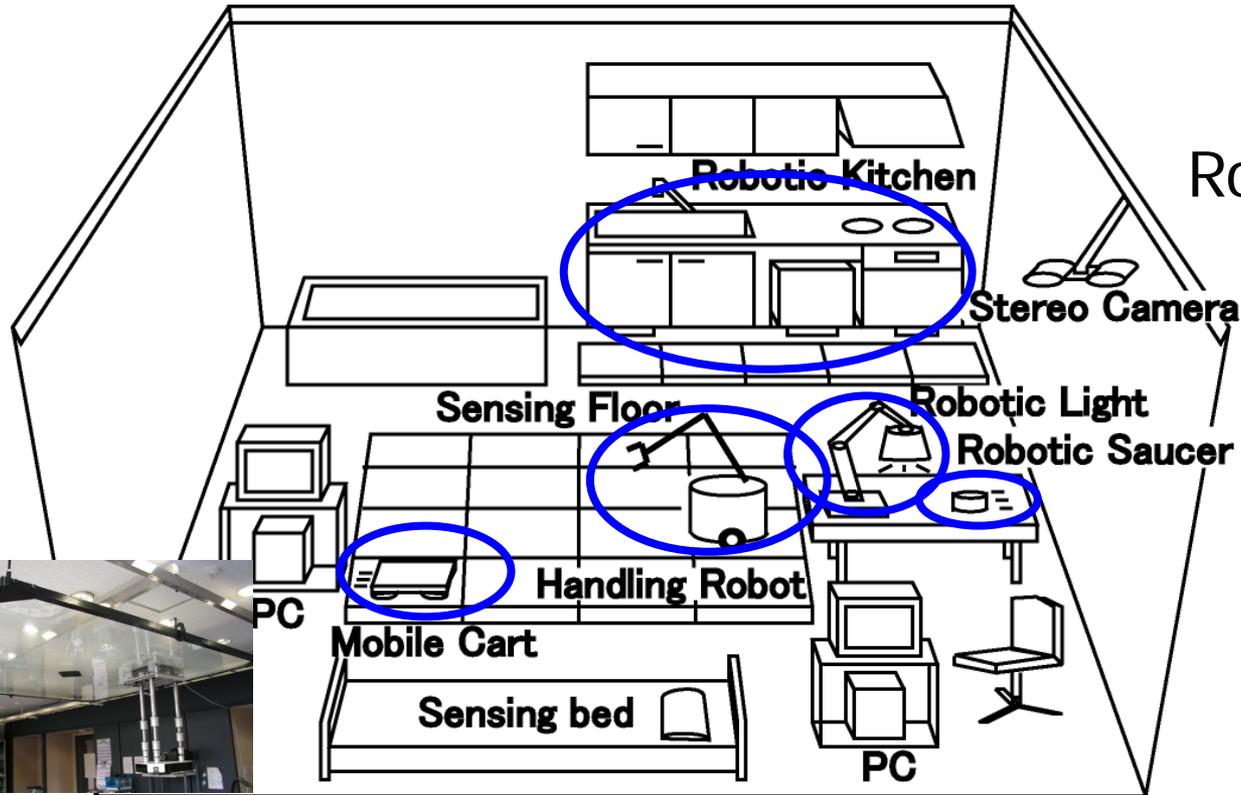
“部屋がロボット”の研究3

ロボティックルーム3

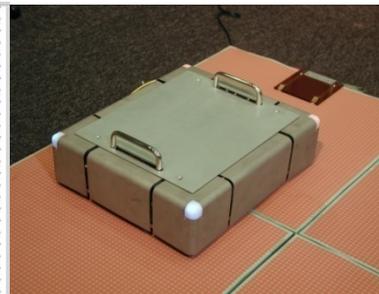
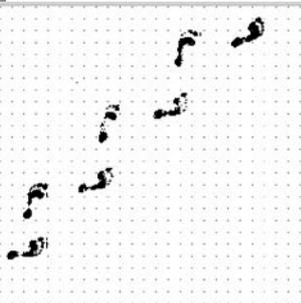
物理支援

ロボティックルーム3 (2000~2012)

行動理解と物理支
援環境の実現

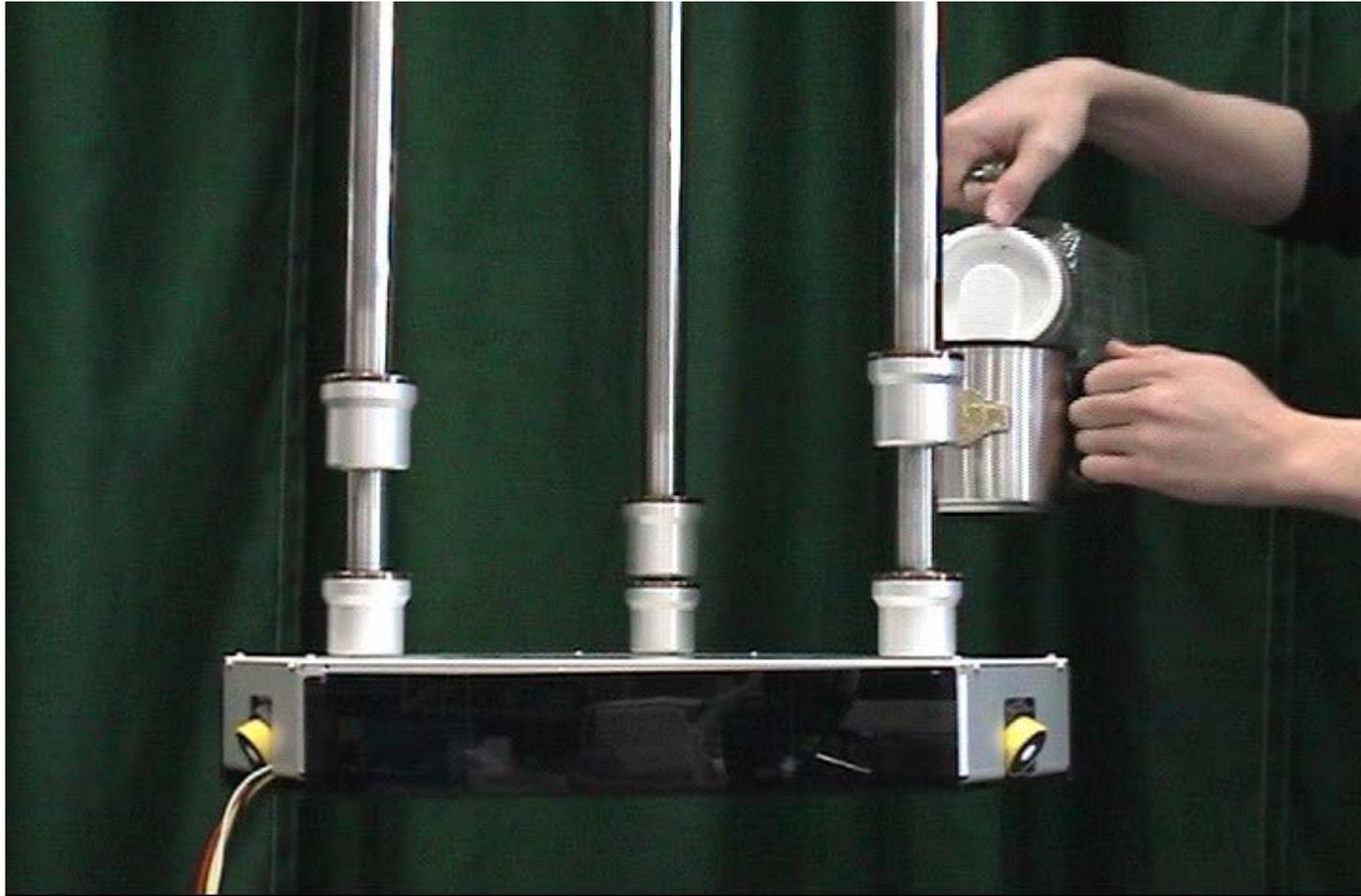


Robotic Room 3 is a personalized physical support environment from suitable place in the room.



天井ロボットによる 行動環境支援の研究

天井ロボット



福井類君

環境型ロボットと個体ロボットの協調システム

21cCOEプロジェクト知能環境の構築(2003-2007)

ショールーム=未来のリビング 統合のポイント

- 自然
- 常時
- 非拘束
- 人間との共棲



ロボットの形態

- ヒューマノイド
- VR
- 視聴覚エージェント
- 環境型ロボット
- ユビキタスアプライアンス

部屋は
人間行動
支援環境

“人をみまもり，人に語りかけ，人に歩み寄り，人に手を差し伸べる”人間行動支援環境

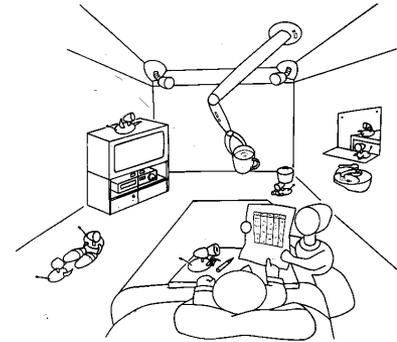


ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

建築・都市のロボット化

～プロセスイノベーション～

過去



部屋がロボット～ロボティックルーム～

住宅がロボット～センシングルーム～

村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム



現在(ロボット、AI、IoTブーム)

ロボット、AI、IoTと建物、都市



未来

IoT建築物、ロボティックシティ



2008年あたりから 地域がロボットの研究

広域性の導入

社会とともにつくる社会共創の研究

社会インフラのロボット化

飯舘村:までいライフの村（飯舘流スローライフ）



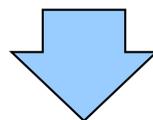
- 村内産食材による学校給食→食育
- もりの駅まごころ直売所→農産物，製品の直売
- 愛の句碑の道→お花畑の句碑
- ほんの森 いたて→村営本屋さん
- パクオータ制度＋パパの子育て日記
- 宿泊体験館きこり→遊歩道

避難が長期に亘る場合に問題となること

問題点: コミュニティの離散, 精神的な不安, 村への帰属意識の薄れ

《ふるさと意識の維持》

- 長期避難する村民、特に高齢者が住みなれた土地を離れることによる離散感の解消
- 自分の家や庭、見慣れた山を見ることができない不安定感や不安の解消
- 村民が、若者が避難先から帰ってこなくなることへの対策



避難場所と飯舘村をネットワークで結び、村の景色画像を24時間村民が見ることができるようにすることで、自分の村への意識を居住している時と同様に保つ。

白石カメラの下で菅野村長と



左から、森下 広、菅野典雄村長、佐藤 知正

意外な利用法 (までいの村の期待)

若い人による村見せ隊の組織

高齢者による自宅の映像モニタ

- 雪の状況を見る 市役所の人
- 村の見守り隊の事前チェック
- 凍っている状態のチェック
- 村の観光スポットへの設置利用

マスコミによる放送



村のロボット化

=

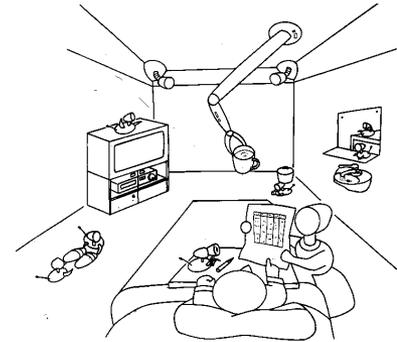
村のインフラのセン
サ、アクチュエータ化

ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

建築・都市のロボット化

～プロセスイノベーション～

過去



部屋がロボット～ロボティックルーム～
住宅がロボット～センシングルーム～
村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム



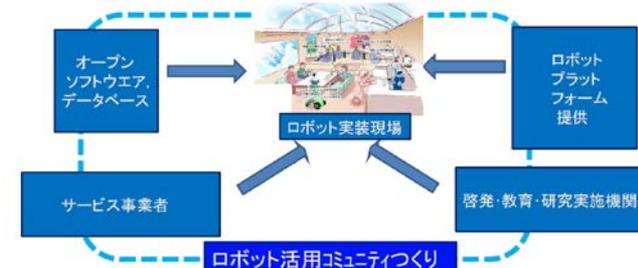
現在(ロボット、AI、IoTブーム)

ロボット、AI、IoTと建物、都市



未来

IoT建築物、ロボティックシティ



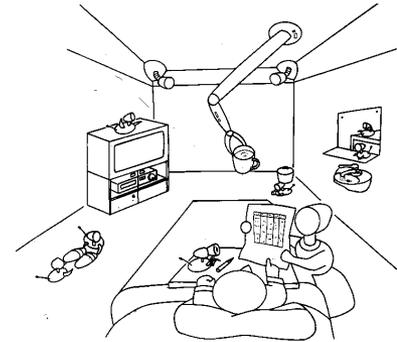
東京大学名誉教授 佐藤 知正

ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

建築・都市のロボット化

～プロセスイノベーション～

過去



部屋がロボット～ロボティックルーム～

住宅がロボット～センシングルーム～

村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム



現在(ロボット、AI、IoTブーム)

ロボット、AI、IoTと建物、都市



未来

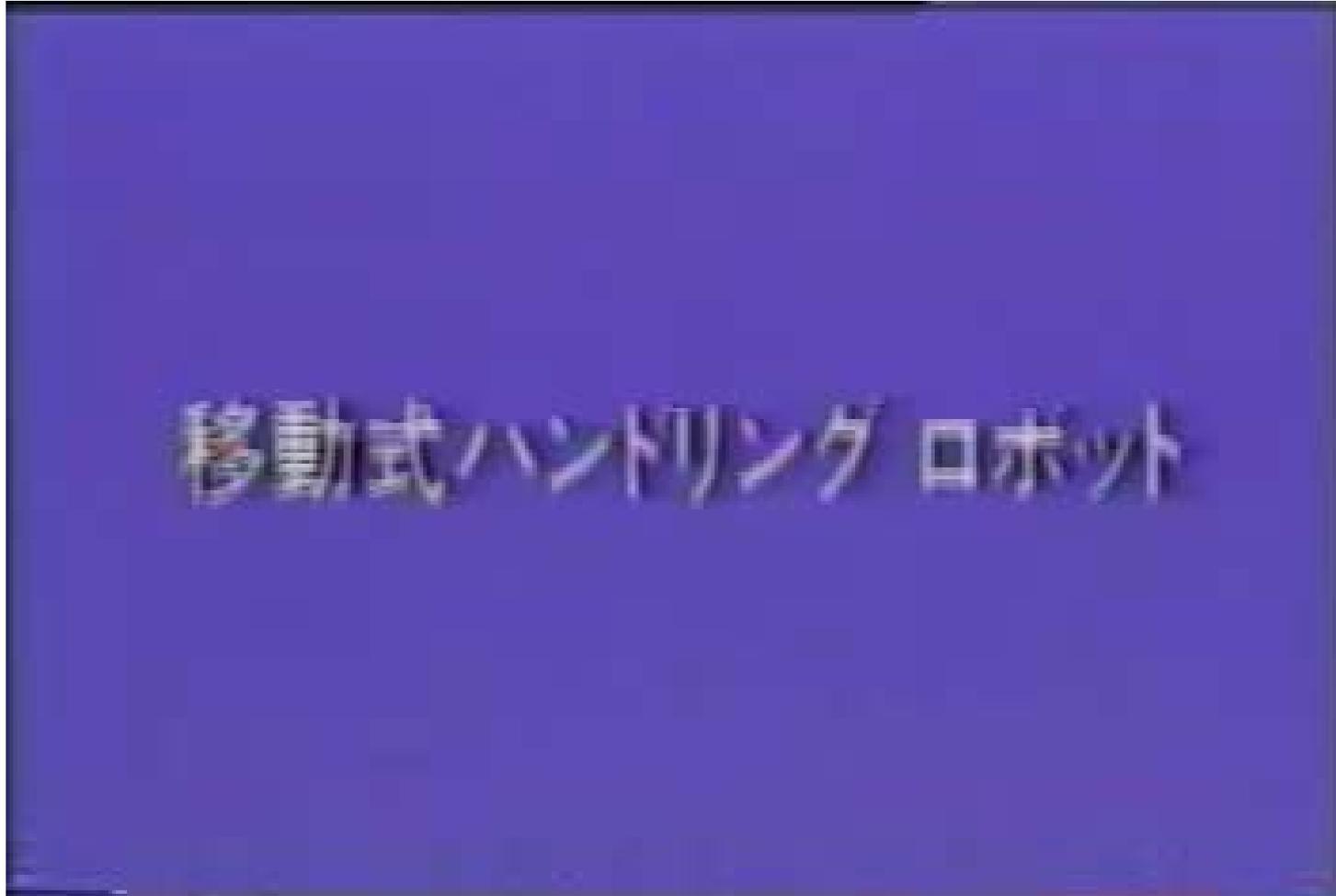
IoT建築物、ロボティックシティ



東京大学名誉教授 佐藤 知正

ロボットブーム：自動運転自動車

昔の移動ロボット (1973)



トイワールド (Toy World) で、
地面の白線を見て・考え・慎重に動き移動する。

自動運転車は、“夢”の時代。

31年後、ロボット自動車に懸賞がかかった ＝自動運転自動車への挑戦

DARPAグランドチャレンジ (2004)

グランドチャレンジは世界初の長距離無人自動車の競技。

2004年に米国議会はDARPA（アメリカ国防高等研究計画局）に対して、2015年に自立的な無人軍用車の比率を1/3にすべく最初のグランドチャレンジの賞金（100万ドル）の拠出を承認した。

2004年3月13日にモハーヴェ砂漠で開催された第一回目のDARPAグランドチャレンジでは総距離150マイル（240 km）でどの車両もゴールまでたどり着けなかった。カーネギーメロン大学のレッドチームのサンドストームがスイッチバックの曲がる個所で岩に乗り上げて動けなくなるまで11.78kmまで走った。勝者はいないと宣言され賞金は与えられなかった。2005年は、5チームが完走。



Wikipediaより

目を持ったロボット自動車＝自動運転への挑戦 アーバンチャレンジ (2007)



各ロボット自動車は、6時間以内に約100kmを、自動で走らなければならない。

左は、もともとは、空軍基地だった場所で、家屋や建物がある。

ロボット自動車がカリフォルニア州の道路交通規制法に則って安全に走行しているかをチェックされる。違反があれば、交通違反切符を切られ、減点となる。当然、はやく着いた車が、また、同時到着の場合は、違反点数の低い車が、勝つ。優勝したグループには、2億円が賞金として出された。

～成果報酬と衆目が革新を生む～

目をもったロボット自動車の今 アーバンチャレンジ (2007)



他の車が走っていたり、信号の無い交差点があったり、路上駐車のある道を避けて通るという街の中での自動車の自動運転が実現された

半世紀後の今：ロボット技術は、確実に進歩した

自動運転自動車：人とロボットとの暮らし (米Google)



カメラ
・信号、障害物検知



レーザレーダ
・自車位置、障害物検知



レーダ
・離れた箇所の障害物検知
・フロント×3 リア×1

左リアホイールセンサ
・細かな挙動の検知に利用

<http://www.youtube.com/embed/cdgQpa1pUUE>

世界のロボットカー 開発競争の先陣。

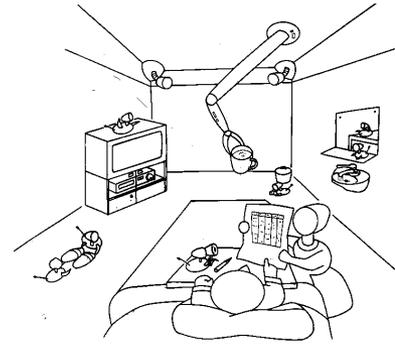
ロボットコンテストが技術革新の
ドライビングフォースになった

ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

建築・都市のロボット化

過去

部屋がロボット～ロボティックルーム～
住宅がロボット～センシングルーム～
村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム



現在(ロボット、AI、IoTブーム)

ロボット、**AI**、IoTと建物、都市

未来

IoT建築物、ロボティックシティ



AIブーム: ビッグデータ

(ビッグデータ活用成功事例)

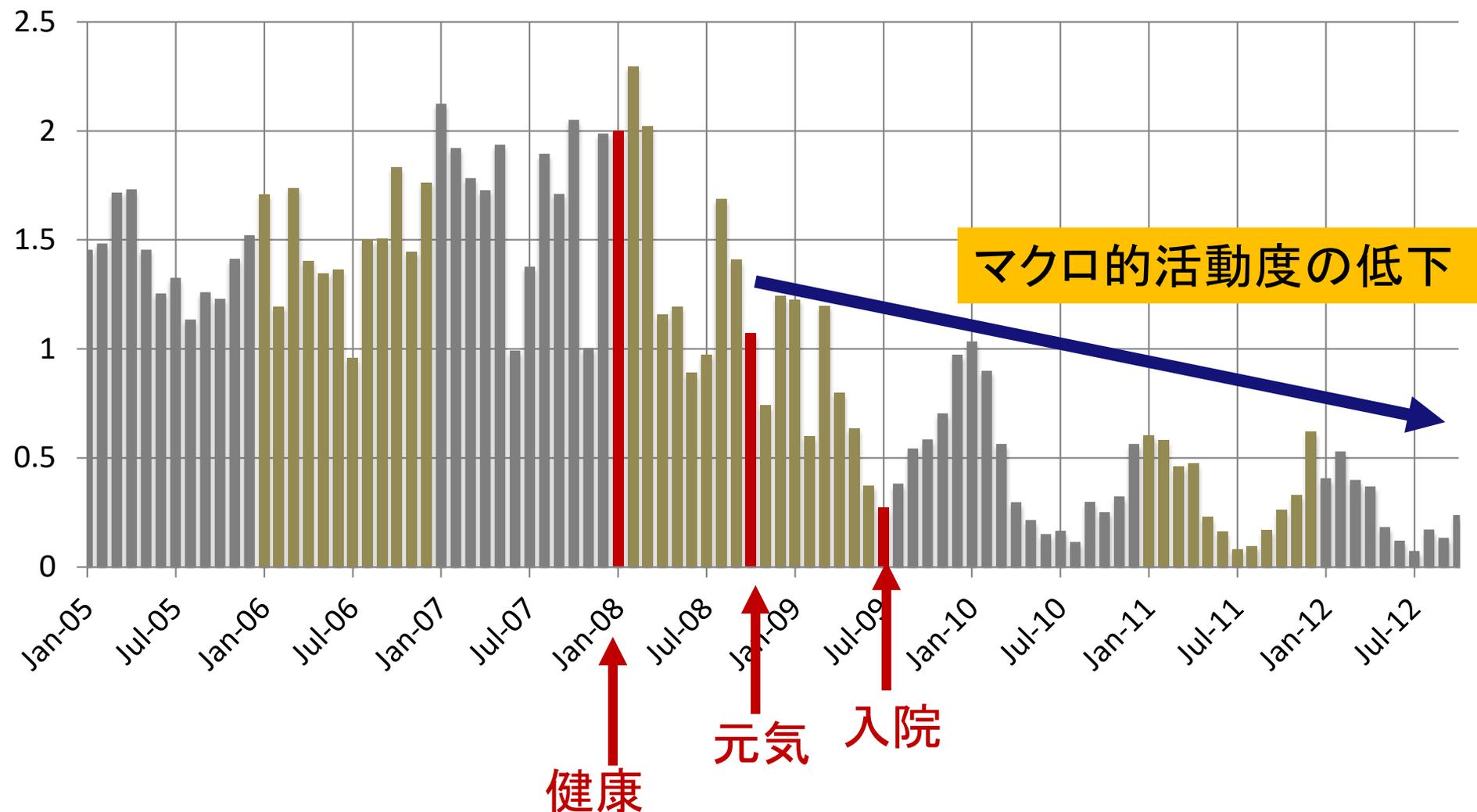
モノがInternetに結合されることの 歴史的意義と推移

ビッグデータ収集と活用の成功事例から 得られること

ケース1	1990年代	飛行機の例	百億円の機体
ケース2	2000年代	建設機械の例	数千万円の建機
	現在		数千円の機械？IoT

**数千円のモノでもインターネットに
結合して価値が生み出せる時代**

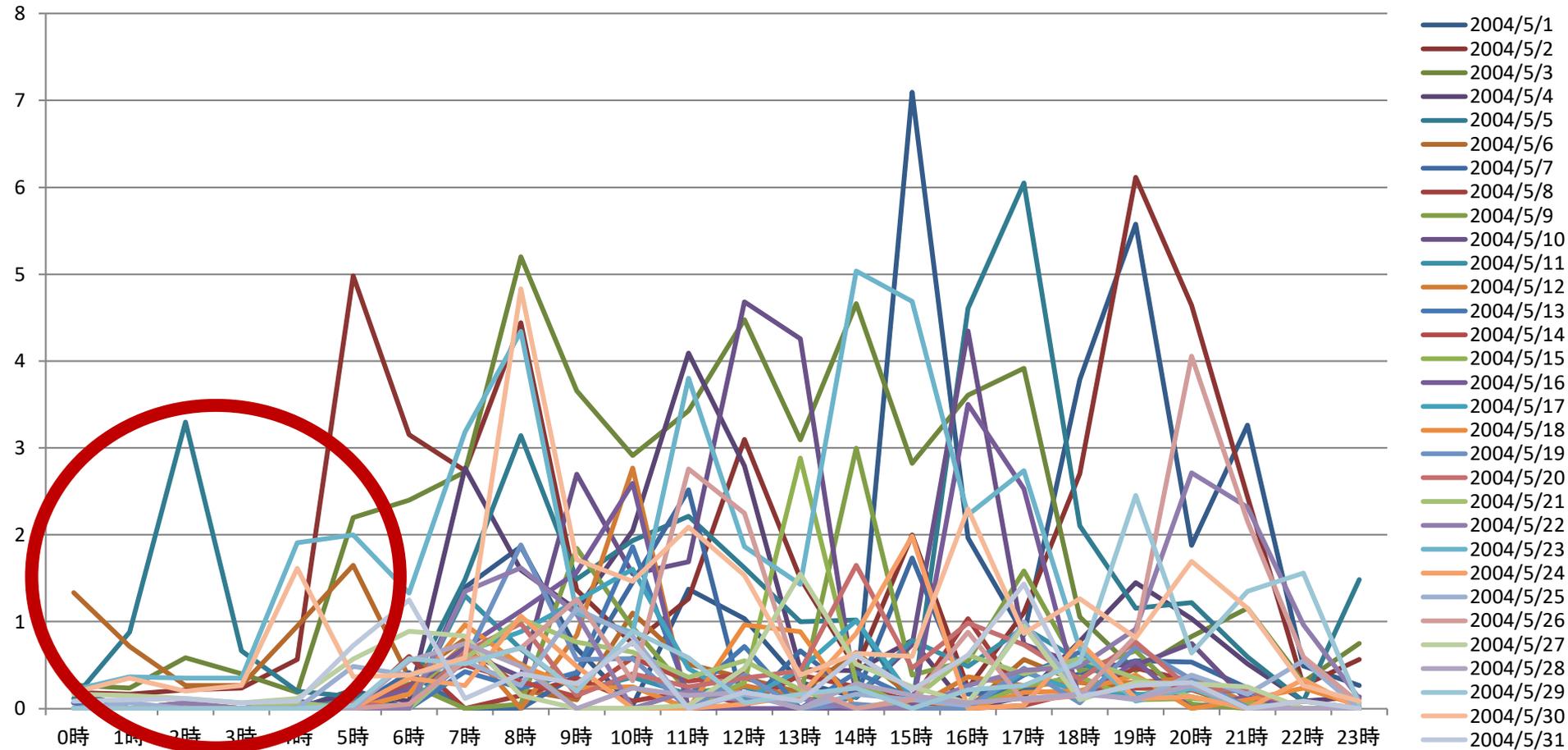
高齢者宅に取り付けたセンサの長期情報 (居間における活動度、7年)



2017/6/20

BigData: 長期であることが重要

高齢者のミクロ活動度の見える化 一日の変化(2004年5月分)



早朝の高活動が見られる

早朝高活動(昼夜逆転)の弊害

認知症の症状のひとつでもあり、健康への影響も大きく

早期に対応が必要な行動のひとつ

高齢者の不眠は、不眠そのものの弊害以外にも心身に様々な影響を及ぼす恐れがある。

たとえば血圧が上がり高血圧になる、血糖のコントロールが悪くなり糖尿病になる、免疫力が低下して風邪をひきやすくなる、気分が沈みうつになる、などのリスクが考えられる。

もともと高血圧や糖尿病の持病があると、さらに進行して心筋梗塞や脳卒中を引き起こす可能性もある。

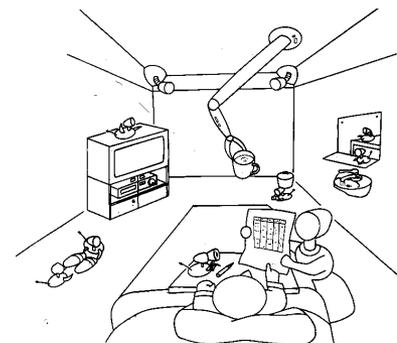
https://kaigo-sodanshitsu.jp/informations/karada/disease/knowledge_sick_05/

ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

建築・都市のロボット化

～プロセスイノベーション～

過去



部屋がロボット～ロボティックルーム～
住宅がロボット～センシングルーム～
村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム



現在(ロボット、AI、IoTブーム)

ロボット、AI、IoTと建物、都市



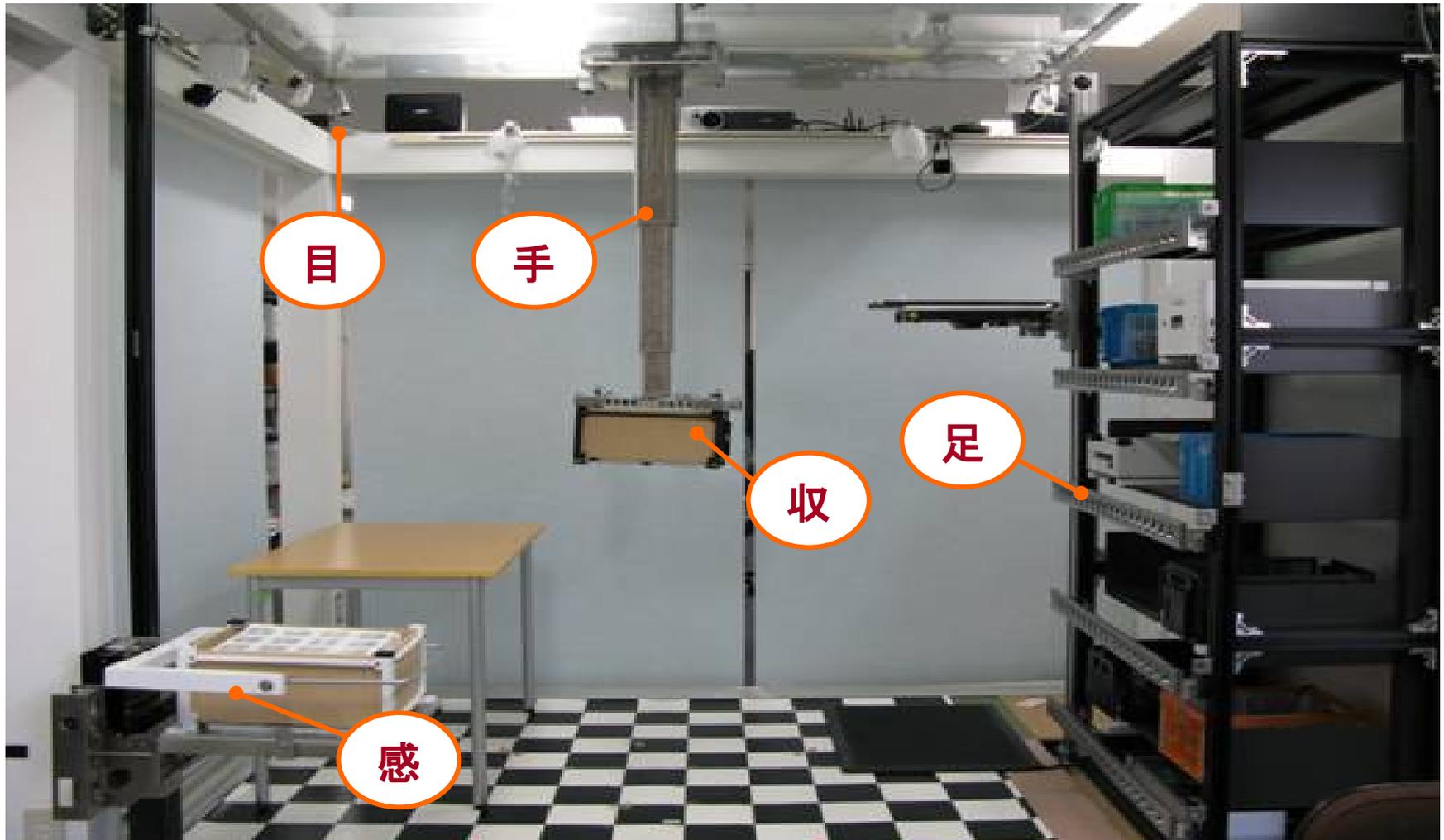
未来

IoT建築物、ロボティックシティ



東京大学名誉教授 佐藤 知正

実現したロボティックルーム3



センサールーム： オフィスビルでは実用されている



省電センサ



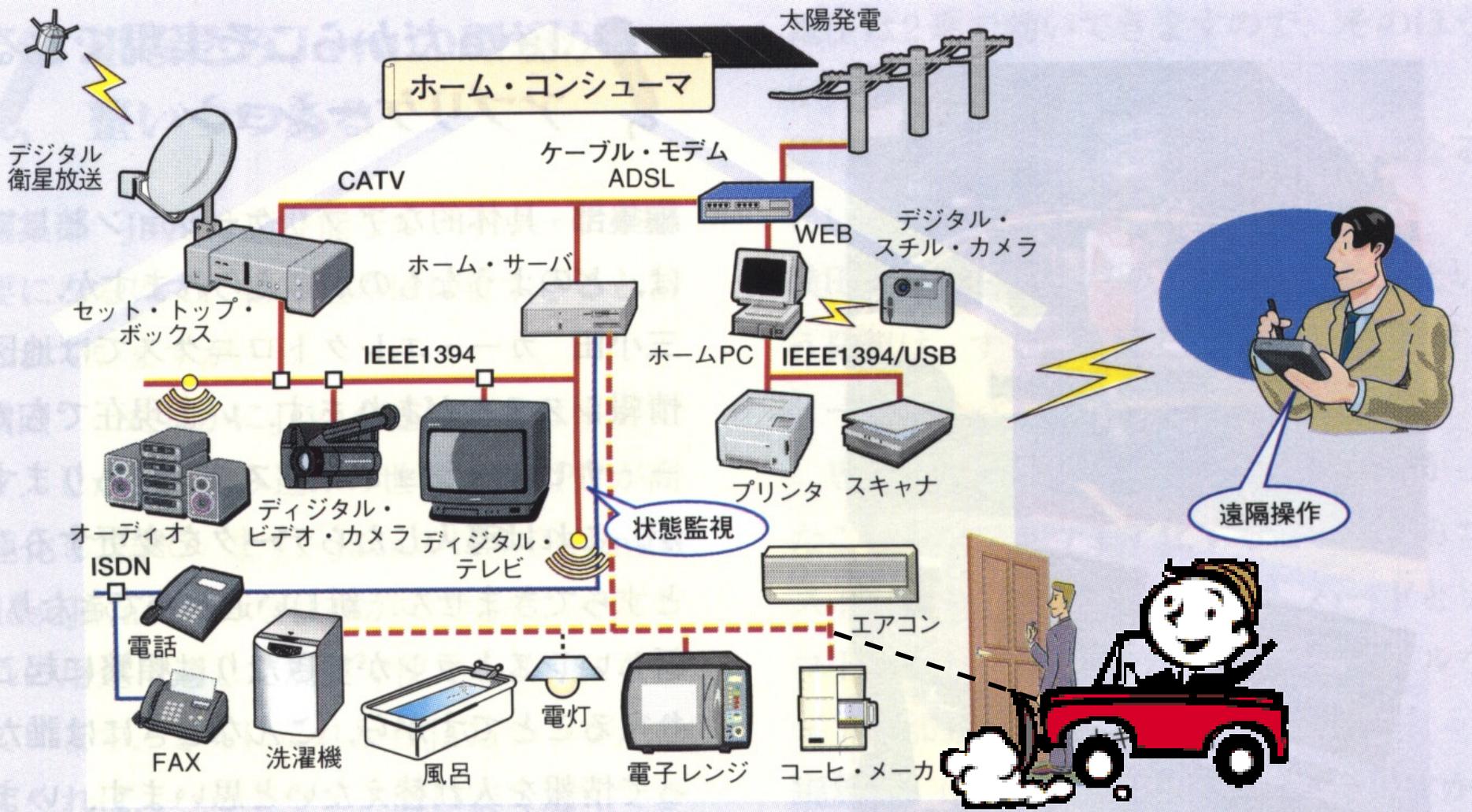
数年で 省エネによる経費節減で、センサ設置費用をカバー
家庭では、初期投資・コストが問題となる

センサを埋め込んだオフィス

将来のロボット

ネットワーク化され、実世界でサービスする電子機器

→ 実はバラバラサービス

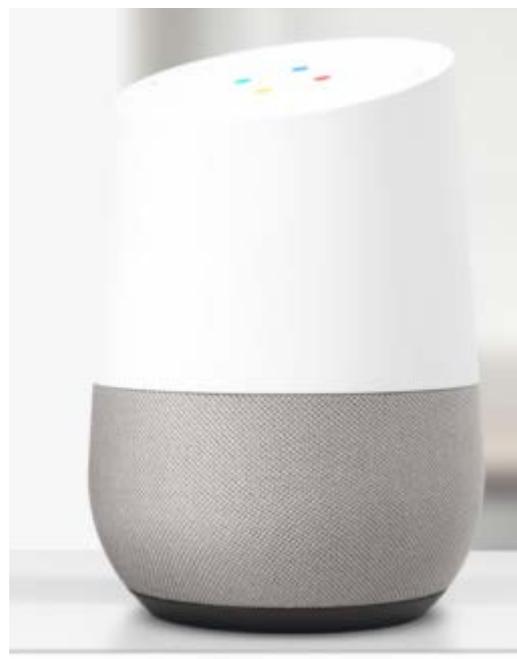


IoTの先兵

Amazon Echo ～音声アシスタントデバイス～



Google Home



Google Homeは、家電製品の音声操作、家庭の様々なタスク管理、音楽再生を可能とする。また、知りたいことを尋ねれば、文脈に沿った回答をGoogle検索結果で返してくれる。

<http://androidlover.net/google-home>

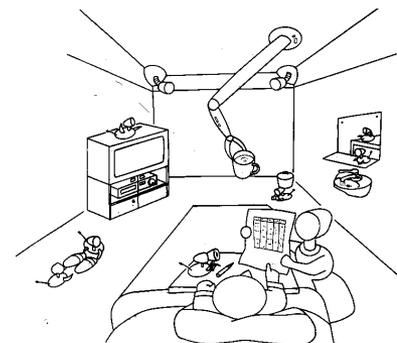
IoT統一インターフェース

ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

建築・都市のロボット化

～プロセスイノベーション～

過去



部屋がロボット～ロボティックルーム～
住宅がロボット～センシングルーム～
村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム



現在(ロボット、AI、IoTブーム)

ロボット、AI、IoTと建物、都市



未来

IoT建築物、ロボティックシティ



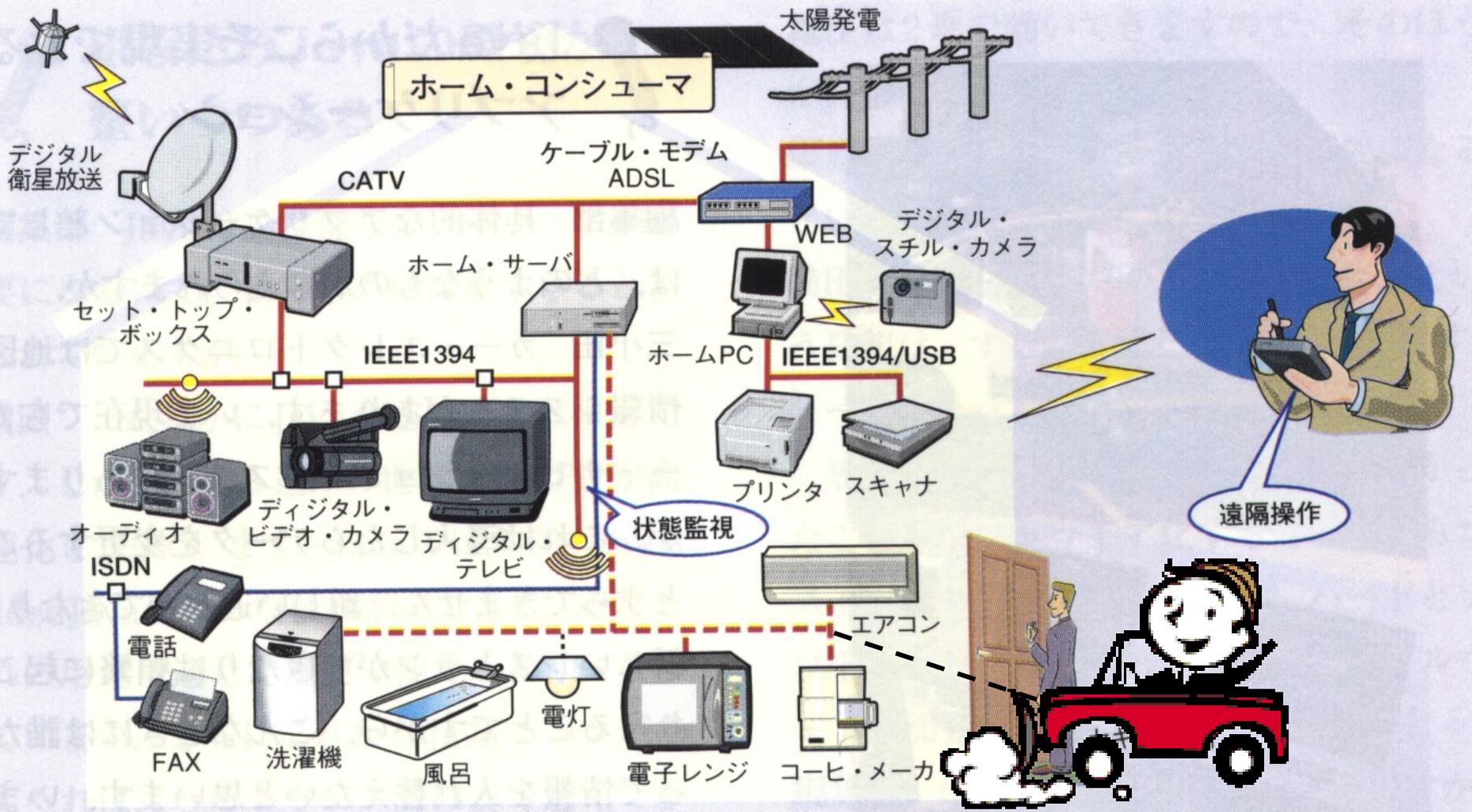
東京大学名誉教授 佐藤 知正

IoT建築物

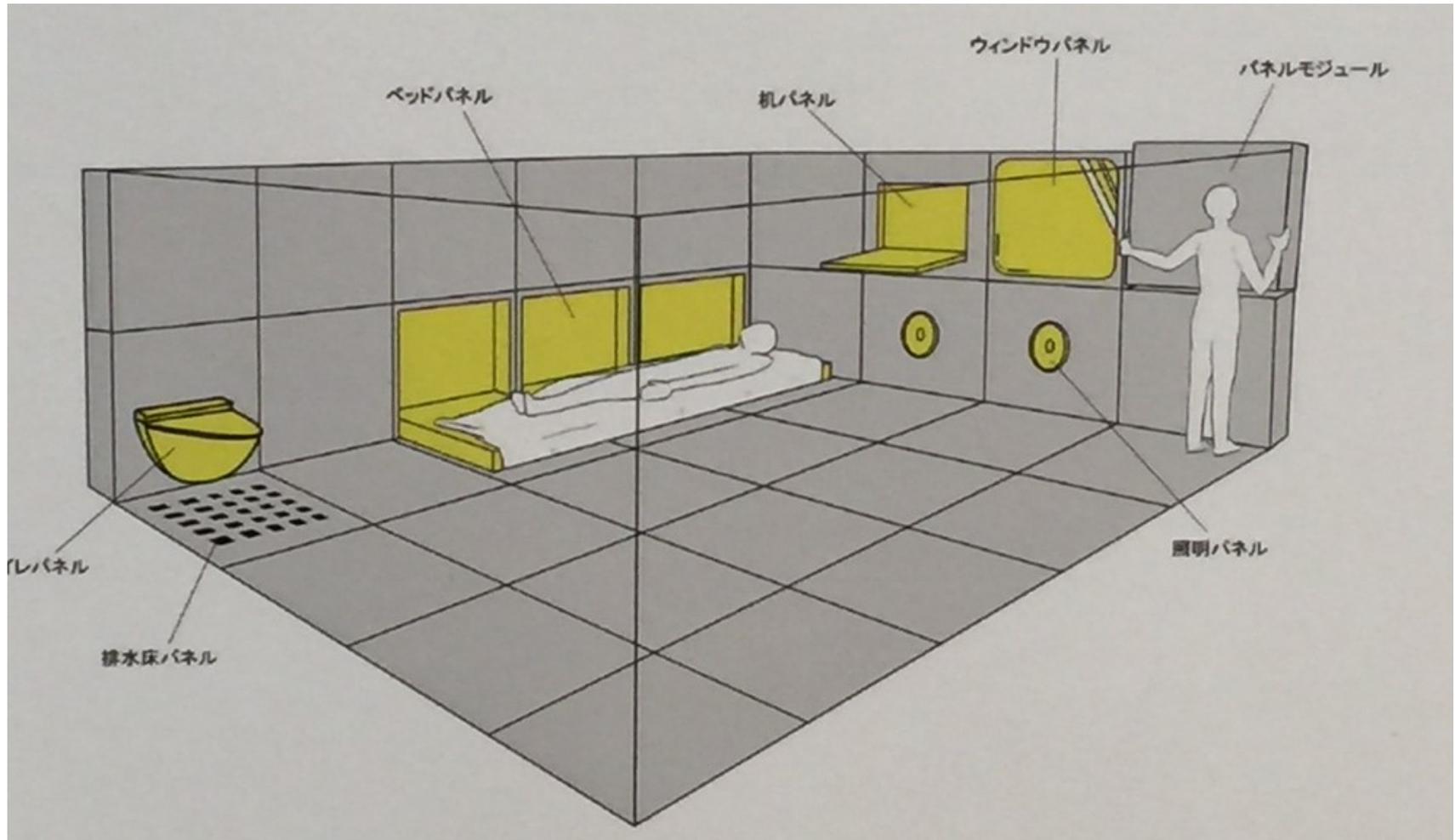
将来のロボット

ネットワーク化され、実世界でサービスする電子機器

→ 実はバラバラサービス



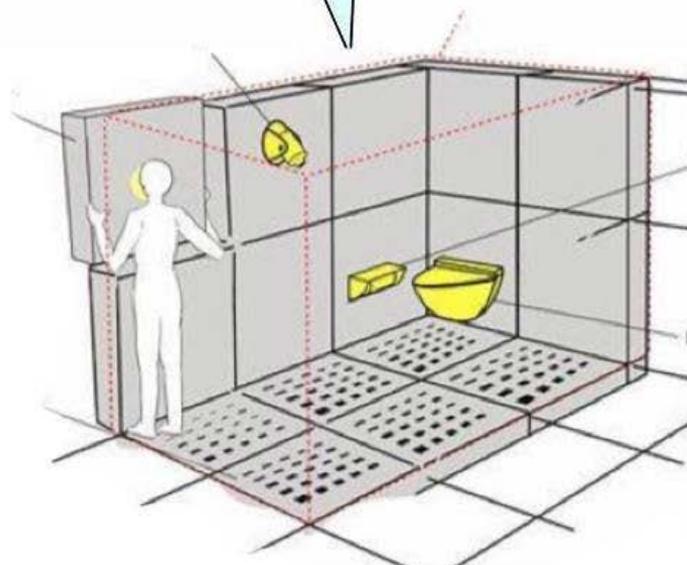
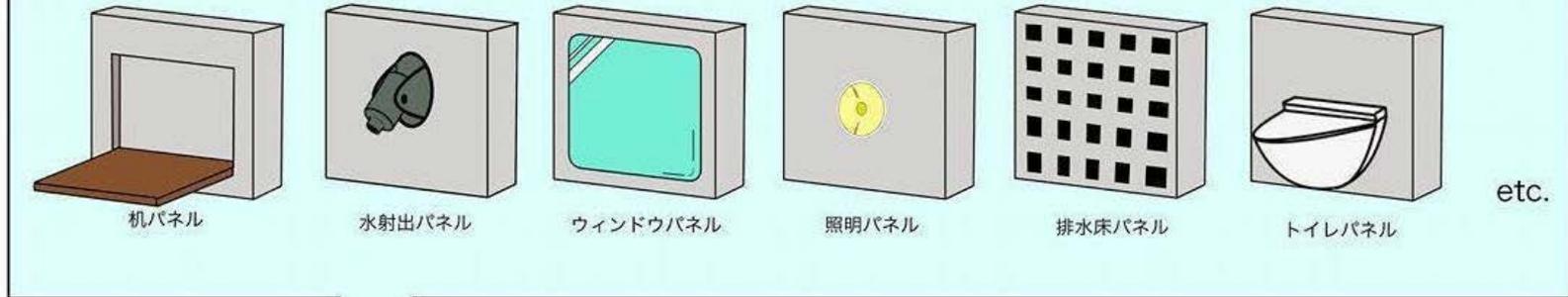
IoT建築物概念図(空間的ニートさ)



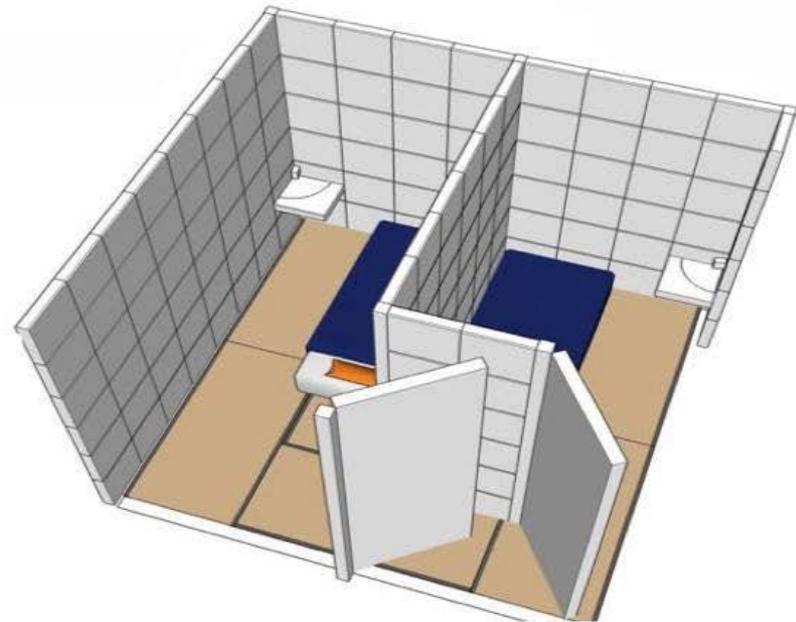
IoTパネルモジュール:空間的統一インターフェース

IoT住宅と民泊転用

a) IoT住宅を構成するパネルモジュール



b) パネルで構成した民泊空間



c) 宿泊人数に応じたフレキシブルな変更

ライフスタイルに応じてモデルチェンジできる家、ソフトとハードが分離した家

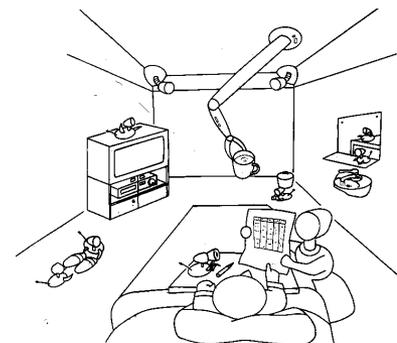
IoT建築物による街づくり

ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～

建築・都市のロボット化

～プロセスイノベーション～

過去



部屋がロボット～ロボティックルーム～
住宅がロボット～センシングルーム～
村がロボット ～ふるさとモニタリングシステム



現在(ロボット、AI、IoTブーム)

ロボット、AI、IoTと建物、都市



未来

IoT建築物、**ロボティックシティ**



日本のロボット・AI・IoTの状況

ロボット革命

～日本政府のロボット革命宣言と
その後(含フォローアップ)～

(2014年5月6日) 安倍総理のロボット革命宣言

サービス部門の生産性の低さは、世界共通の課題。ロボット技術のさらなる進歩と普及は、こうした課題を一挙に解決する、大きな切り札となるはずです。ものづくりの現場でも、ロボットは、製造ラインの生産性を劇的に引き上げる「可能性」を秘めています。ロボットによる「新たな産業革命」を起こす。そのためのマスタープランを早急につくり、成長戦略に盛り込んでまいります。

(OECD閣僚理事会 安倍内閣総理大臣基調演説 より)

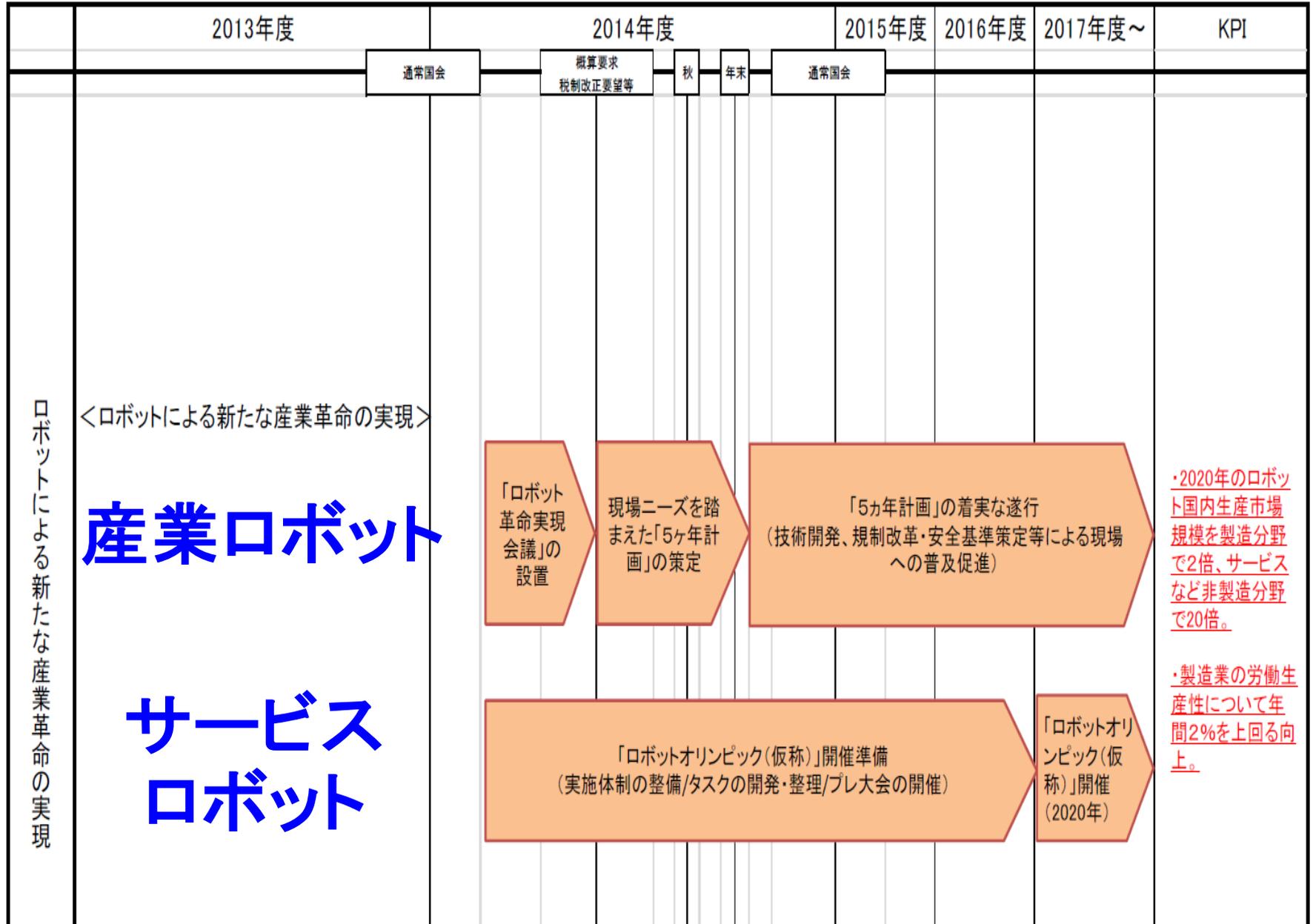
(6月24日)「日本再興戦略」改訂2014 ー未来への挑戦ー

(社会的)な課題快活に向けたロボット革命の実現)

少子高齢化の中での人手不足やサービス部門の生産性の向上という日本が抱える課題の解決の切り札にすると同時に、世界市場を切り開いていく成長産業に育成していくための戦略を策定する「ロボット革命実現会議」を早急に立ち上げ、2020年には、日本が世界に先駆けて、様々な分野でロボットが実用化されている「ショーケース」となることを目指す。

政府の成長戦略の中のロボット革命

中短期工程表「科学技術イノベーションの推進/世界最高の知財立国⑤」



(2015年1月23日)ロボット新戦略 (—ビジョン・戦略・アクションプラン)

ロボット革命で目指す三つの柱(戦略)

①世界のロボットイノベーション拠点—ロボット創出力の抜本的強化

産学官の連携やユーザーとメーカーのマッチング等の機会を増やしイノベーションを誘発させていく体制の構築や、人材育成、次世代技術開発、国際展開を見据えた規格化・標準化等を推進する。

②世界一のロボット利活用社会—ショーケース(ロボットがある日常の実現)

中堅・中小を含めたものづくり、サービス、介護・医療、インフラ・災害対応・建設、農業など幅広い分野で、真に使えるロボットを創り活かすために、ロボットの開発、導入を戦略的に進めるとともに、その前提となるロボットを活かすための環境整備を実施する。

③世界をリードするロボット新時代への戦略

IoTの下でデジタルデータが高度に活用されるデータ駆動型社会においては、あらゆるモノがネットワークを介して結びつき、日常的にビッグデータが生み出される。さらにそのデータ自体が付加価値の源泉となる。こうした社会の到来によるロボット新時代を見据えた戦略を構築する。

2020年までの5年間について、政府による規制改革などの制度環境整備を含めた多角的な政策的呼び水を最大限活用することにより、ロボット開発に関する民間投資の拡大を図り、1000億円規模のロボットプロジェクトの推進を目指す。

ロボット関連の平成27年度予算概算要求について

2015年度

- ロボットを、少子高齢化の中での人手不足やサービス部門の生産性の向上という日本が抱える課題の解決の切り札とし、世界各分野におけるロボットの研究開発から実証・実用化、導入・普及までの支援が不可欠。
- 各府省においては、**分野ごとのロボットの開発・活用状況を踏まえ、ロボット関連予算の平成27年度概算要求を実施**しているところ。※本資料は各府省よりロボット関連予算として登録されたものを整理したもの。
- 今後、「**ロボット革命実現会議**」において、アクションプランとして「**5カ年計画**」を策定予定。

	導入実証段階	市場化技術開発段階	次世代技術開発段階
ものづくり・サービス業等分野	ロボット導入実証事業【経産省】(22億円)	ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト【経産省】(15億円)	次世代ロボット中核技術開発【経産省】(10億円)
介護・医療分野	福祉用具・介護ロボット実用化支援事業【厚労省】(0.9億円)	ロボット介護機器開発・導入促進事業【経産省】(30億円)	ICTを活用した自立行動支援システムの研究開発【総務省】(5億円)
	次世代医療・介護・健康ICT基盤高度化事業【総務省】(13億円の内数)	障害者自立支援機器等開発促進事業【厚労省】(2.5億円)	
	革新的医療機器・再生医療等製品相談承認申請支援事業【厚労省】(0.5億円)		
	次世代医療機器審査指標等整備事業【厚労省】(0.4億円)		
	農林水産業・食品産業分野		
スマートで安全な農業確立総合対策事業【農水省】(1.7億円)	SIP: 次世代農林水産業創造技術のうち、農作業管理を精密に自動化するスマート農業を実現するための研究開発【内閣府】(500億円の内数)		
インフラ・災害対応分野	次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進【国交省】(3.9億円)	インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト(うちロボット部分)【経産省】(7.5億円)	SIP: インフラ維持管理・更新・マネジメント技術のうち維持管理ロボット・災害対応ロボットの研究開発【内閣府】(500億円の内数)
その他・次世代基盤技術	こうのとりによる遠隔制御輸送船【文科省】(④)	ロボットは東大に入れるかプロジェクト【文科省】(③)	ロボティクス・スタートアップ挑戦人材応援プロジェクト【文科省】(8億円予定)
	日本独自の宇宙ロボットアーム技術【文科省】(④)		SIP: 次世代海洋資源調査技術のうち自律型無人探査機の複数機同時運用手法、遠隔操作型無人探査機の高効率海中作業システム等の開発【内閣府】(500億円の内数)
	次世代大深度高機能遠隔操作型探査機の整備【文科省】(⑤)		人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築【文科省】(①)
27年度新規要求事項	全体要求額: 160.2億円 + α [※]		資源探査用自律型無人探査機(AUV)の開発【文科省】(⑤)
各省連携して実施している事項	※内数表記の要求額は足しあげず、+αとして示した。また、予定額を含む数値である。		石炭共生ヒューマンロボットインタラクションプロジェクト【文科省】(①)
継続・拡充要求事項	注: この他、「革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)【内閣府】」においても事業実施。(25年度補正予算により基金化済)		理研 BSI - トヨタ連携センター【文科省】(②)
	①科学技術振興機構運営費交付金の内数 ②理化学研究所運営費交付金の内数 ③国立大学法人運営費交付金(国立情報学研究所)の内数		ロボットは東大に入れるかプロジェクト【文科省】(③)

ロボット関連の平成28年度補正予算・平成29年度予算概算要求につ

2016年度

	導入実証段階	市場化技術開発段階	次世代技術開発段階
ものづくり・サービス業等分野	<ul style="list-style-type: none"> ロボット導入実証事業【経産省】(24.5億円) ロボット導入促進のためのシステムインテグレーション育成事業【経産省】(14.0億円) 	<ul style="list-style-type: none"> ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト【経産省】(17.5億円) 	<ul style="list-style-type: none"> 次世代人工知能・ロボット中核技術開発【経産省】(39.6億円) 人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業【経産省】(195.0億円)
介護・医療分野	<ul style="list-style-type: none"> 介護ロボット開発等加速化事業【厚労省】(3.0億円) 介護ロボットの導入支援及び導入効果実証研究事業【厚労省】(4.0億円) 次世代医療機器審査指標等整備事業【厚労省】(0.4億円) 革新的医療機器等相談承認申請支援事業【厚労省】(0.2億円) 障害者自立支援機器等開発促進事業【厚労省】(2.9億円) 	<ul style="list-style-type: none"> ロボット介護機器開発・導入促進事業【経産省】(17.0億円) 未来医療を実現する医療機器・システム研究開発事業【経産省】(53.8億円^{※1}) 	
農林水産業・食品産業分野	<ul style="list-style-type: none"> 革新的技術開発・緊急展開事業のうち革新技術の社会実装の加速(経営力強化プロジェクト・地域戦略プロジェクト)【農水省】(117億円の内訳) 農林水産業におけるロボット技術安全性確保策検討事業【農水省】(1.5億円) 産地パワーアップ事業のうちICT・ロボット技術等の先端技術導入優先枠【農水省】(20億円) サービス産業イノベーション推進事業【農水省】(1.0億円の内訳) 		<ul style="list-style-type: none"> 革新的技術開発・緊急展開事業のうち先端技術の技術開発(人工知能未来農業創造プロジェクト)【農水省】(117億円の内訳) SIP: 次世代農林水産業創造技術のうち、農作業管理を自動化・知能化するスマート農業を実現するための研究開発【内閣府】(500億円の内訳)
インフラ・災害対応分野	<ul style="list-style-type: none"> 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進【国交省】(0.7億円) 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進【国交省】(0.7億円) 福島イノベーション・コースト構想(ロボットテストフィールド・研究開発拠点整備事業)【経産省】(25.6億円) 災害対応ロボット・ドローン実証施設整備事業【経産省】(20.0億円) 	<ul style="list-style-type: none"> インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト【経産省】(15.0億円^{※1}) 	<ul style="list-style-type: none"> SIP: インフラ維持管理・更新・マネジメント技術のうち維持管理ロボット・災害対応ロボットの研究開発【内閣府】(500億円の内訳) IT&E・産業基盤災害対応のための消防味消の研究開発【総務省】(4.0億円) 過酷な環境下で遠隔操縦可能なロボットの実用化に資する研究開発【防衛省】(国庫債務負担行為での計上であり29年度支出経費は無し)
その他・次世代基盤技術	<ul style="list-style-type: none"> このとおりによる遠隔制御輸送船【文科省】(4) 日本独自の宇宙ロボットアーム技術【文科省】(4) 大深度遠隔操作無人探査機(ROV)の高度化【文科省】(5) 	<ul style="list-style-type: none"> 自律型モビリティシステム(自動走行技術、自動制御技術等)の開発・実証【総務省】(12.0億円の内訳) 福島イノベーション・コースト構想推進施設整備等補助金(共同利用施設(ロボット技術開発等関連)整備事業)【経産省】(44.2億円) ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト【経産省】(43.1億円) 	<ul style="list-style-type: none"> AIP: Advanced Integrated Intelligence Platform Project 人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト【文科省】(96.4億円) (6) 次世代人工知能技術の研究開発【総務省】(12.0億円) SIP: 次世代海洋資源調査技術のうち自律型無人探査機の複数機同時運用手法、遠隔操作型無人探査機の高度効率海中作業システム等の開発【内閣府】(500億円の内訳) 石黒共生ヒューマンロボットインタラクションプロジェクト【文科省】(1) 理研 BSI - トヨタ連携センター【文科省】(2) ロボットは車大に入れるかプロジェクト【文科省】(3) 自律型無人探査機(AUV)の高度化【文科省】(5)

29年度新規要求

29年度継続・拡充要求

28年度補正予算

各省連携して実施している事項

平成29年度要求額：401.4億円+α^{※2}

平成28年度補正予算額：253.7億円+α^{※2}

※1 ロボット関連予算として全件額を計上。一部にロボット以外のプロジェクトを含む

※2 内数表記の予算額は足しあけず、+αとして示した。

注: この他、「革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)【内閣府】」においても事業実施。(25年度補正予算により基金化済)

(1) 科学技術振興機構運営費交付金の内訳 (2) 理化学研究所運営費交付金の内訳 (3) 国立大学法人運営費交付金(国立情報学研究所)の内訳 (4) 国際宇宙ステーション開発費補助金の内訳 (5) 海洋研究開発機構運営費交付金の内訳 (6) 科学技術振興機構運営費交付金の指定額を含む

昔のロボット：世界初の手と目をもったロボット 電総研ロボットMK-1 1970



ロボット革命宣言の背景：技術の進歩（過去）

今の手と目をもったロボット(35年後): 高速産業用ロボット(ファナック)2005年



ベルトコンベヤー上をバラバラに流れてくる製品を、
1分間120個以上のはやさでひろい上げる

ロボット革命宣言の背景:技術の進歩(現在)

課題先進国日本：産業や社会のあり方に大きな変革が求められている

年率0.5%の人口減少、少子高齢化社会：

2014年 総人口12,700万人、7785万人が働き、4195万人を支える社会

2020年 総人口11,660万人、6774万人が働き、4826万人を支える社会

2050年 総人口 9,700万人、4995万人が働き、4705万人を支える社会

サービスや介護へのシフトも必要で、絶対的な労働力不足。

女性や高齢者の活用も考えられるが、仕事と家庭の両立、などを考慮すると
ワークシェア等の労働スタイルや、日常生活ライフスタイルのパラダイム転換が必要。

製造業は、GDPの20%、輸出額は全体の75%、技術立国日本の根幹。

製造業就業人口は全就業の16%で、998万人（12年12月）。

労働人口の減少の他、生産の海外シフトの他、国内市場縮小も影響。

中小企業は全出荷額の半分を占めるが、人手の面でも生存限界に近づいている。

製造業リシヨアの為に、High Mix, Low Volumeのフレキシブル生産のイノベーション
が先進諸国共通の重要課題。

高齢社会にあっては、介護する人、病人がでると家庭は崩壊の危機に直面する。

成熟社会日本、災害大国日本におけるインフラの老朽化、安心安全生活の確保。

ロボットとの共生、つまり、協働ロボットによる生活の革新が先進諸国共通の重要課題。

===> この課題の克服が、重要。

新しいもののつくりかた(変種変量生産)

産業用協働ロボットによる人との協働作業

個人と協働する機能を進化させたロボットの新種族

従来の産業用ロボット



柵の中で人から隔離されて
働くロボット

新しい産業用ロボット



人と共存して
人と一緒に働くロボット

- 1 マニピュレーションスキル
精密組み合わせ動作、不定形物体把握、柔軟対象物ハンドリング
- 2 コンプライアンス (柔軟性)
人に対する安心安全の基本技術、自身が壊れない為の対外柔軟性
- 3 ユーザーインターフェイス
一般ユーザーへの直感的操作性(パソコンからスマホへ)
- 4 システムインテグレーション
具体的な事例展開を通じたテクノロジー・ブラッシュアップ

働き方
の革新

産業用ロボット導入促進

相模原市 人材育成拠点を創設

【横浜】相模原市は産業用ロボットの導入促進や技術者の育成を目的とした「ロボット導入支援センター(仮称)」を開設する。国の補正予算等に連動する同市の3月補正予算分のうち、導入補助金を含め約6000万円をセンター開設費用に充てる。20日に同市市議会で補正予算を採決する。

ロボット導入支援センターの開設は、国が創設した「地域住民生活等緊急支援のための交付金」のうち「地方創生先行型」に当たる。市では産業用ロボット導入支援事業として6000万円を

計上。そのうち、ロボット導入支援センター(仮)の創設に4500万円、産業用ロボット導入補助金として1500万円という内訳。現在、中小企業は受注はあるものの、収益の増

加や人員の確保が難しい状況。追い打ちをかけるように、円安の影響により原材料費が高騰しているなど環境は厳しい。相模原市では、社内や地域でロボットを扱える人材を増やし、業務の効率

化へつなげる狙い。

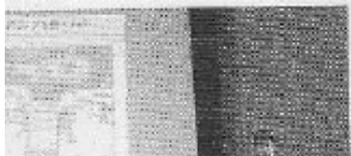
具体的には同センターでシステムインテグレーター(SIE)やシステムエンジニア(SE)の育成を強化する。相模原市周辺にはロボット系大学が多数あるため、産学連携を通じて育成を図る。

センターは、さがみはら産業創造センター(SIC)内に設置する方

針。市では「できるだけ早く開設する」としている。

相模原市環境経済局経済産業政策課の渡辺誠治課長は「市の税収を確保するためにも、モノづくり企業をしっかりと支えていく。企業には支援が必要で、生産を向上し競争力を強化する手段として、産業用ロボットを扱う環境を整備する」と強調する。

ランド化探る



相模原市の試み (2014年度～)

相模原市の試み

産業用ロボ導入のためのコミュニティ連携

【ロボット導入希望事業所】

ロボットや自動化機器を導入したい事業所
省力化やプロセスイノベーションを狙う会社

ソフトウェア

【システムインテグレータ】
ロボットや治具を組合わせてロボットシステムを構築する

ロボット

【ロボットメーカー】
ロボットの研究開発、ロボットの提供、システムインテグレータ育成

【ソフトウェアハウス】
自動化機器やロボットのソフトウェアを構築する

【生産機器メーカー】
自動化機器や治具の研究開発、自動化ノウハウの提供

サービス

【経営コンサルタント】
ロボット導入効果の評価、投資効果などの見える化

市
・
・
連携

【技術コンサルタント】
デバッグ、ロボット化部分、カイゼン項目、企業の生産性向上などのコンサル、勉強会の実施

【金融機関】
ロボット導入希望会社の底辺拡大、融資、社会浸透

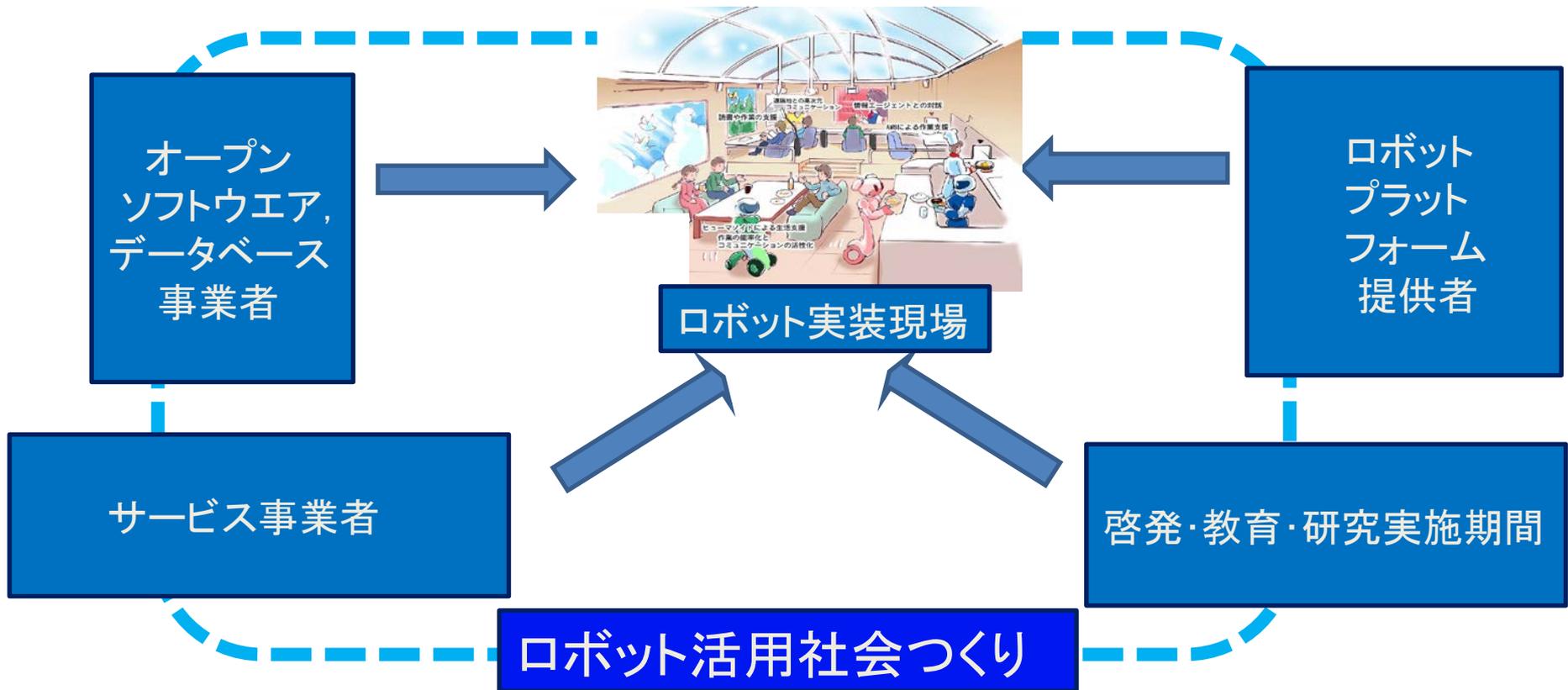
【大学高専】
ロボット技術者の育成：ロボット、システム、ソフトウェア、安全・操作などの教育

啓発

研究教育

【研究機関】
産業用ロボット研究、データベースの蓄積とその応用

ロボット、IoTの社会実装 に有効なアプローチ



ロボットを使いこなす人の教育

Sler 人材の出身母体

ロボットメーカー

ロボット研究者

設備会社

機械会社
(専用機・分析装置)CV

ソフトベンダー

ロボットユーザー

Sler 階層

Super Sler

研究開発
能力

ロボット研究者

ロボットメーカー

ロボットハード
Sler
ロボットソフト
能力

ソフトベンダー

隠れ Sler

作業分析
能力

Sler 予備軍

作業教示
能力

機械会社
(専用機・分析装置)CV

Sler Challenger
メカトロ
能力

設備会社

ロボットユーザー

Slerエコシステムの構築

(認証制度(儲かるSler証))

ロボットイノベーション実現に重要な視点 ＝ロボット活用社会創り ～地域アプローチ～

《ロボット側からの見方》

ロボットイノベーション

＝ロボット技術による社会変革

○ロボット技術の社会実装活動

➡ロボット技術を社会に導入する活動

《社会からの見方》

ロボット技術が実装された社会

＝ロボット技術活用コミュニティづくり

“ロボットイノベーション”
＝ロボット活用社会づくり

地域コミュニティの視点と新しい産学連携

👉コミュニティ共創アプローチ

コミュニティの要件

- ・多様性
- ・共同体意識
- ・規模
- ・継続性

重要な視点

- | | |
|---------------|--------|
| Diversity | 異業種連携 |
| Integrity | 共有価値 |
| Critical Mass | 1社では困難 |
| Echo-system | 継続システム |

新しい産学連携

- 社会から課題を抽出し、社会で解決する(社会共創)
- 中小・ベンチャ企業と大企業、異業種との協業
- 科学技術が社会に定着することを主眼とする
社会実装アプローチ(共有価値)
- コミュニティ作り、科学技術の社会実装に学も関わる

ロボット実用化のエコシステム

ソフトウェアプラットフォーム

ロボットプラットフォーム

全体統括

オープンソースプラットフォーム OS シニアコンシェルジュ システムエンジニアリング システムインテグレータ

ロボットプラットフォーム

- ① 双腕協働ロボット
- ② テレプレゼンスロボット
- ③ 移動/作業支援ロボット
- ④ 見守りロボット

データベース DB

システムエンジニア SE

ロボットシステムの社会実装現場 (ユーザ)

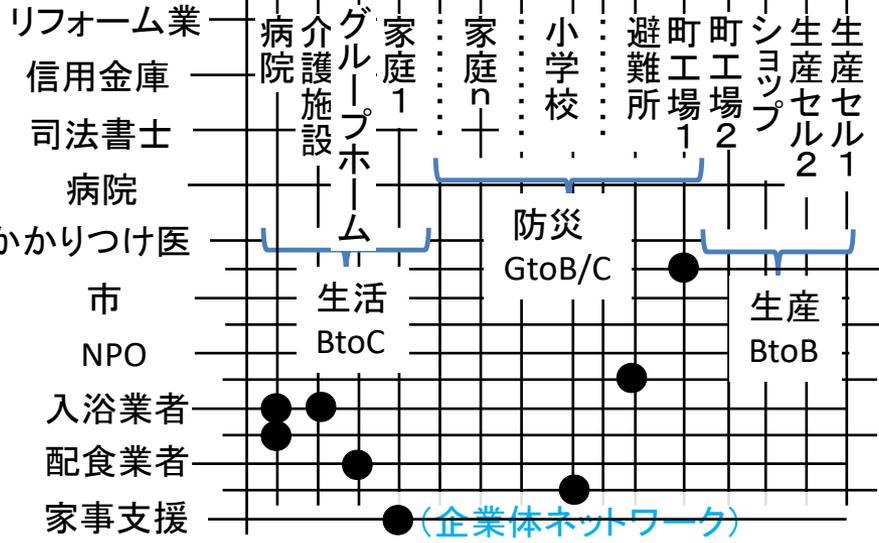
多種小変量生産ロボットやオープンソースソフトを供給されたシステム構築企業が、中小規模工場のロボット化を推進する

あるべきライフスタイルの提示とそれを実現するロボットやサービスの決定実施を支援する事業者ネットワークが生活を革新！

- 1) 望ましい生活例示
- 2) 協働ロボットの選定
- 3) 活用支援

統合サービス

サービス業者



- 1) 生産システム分析
- 2) 環境整備・周辺機製造
- 3) ラインの構築

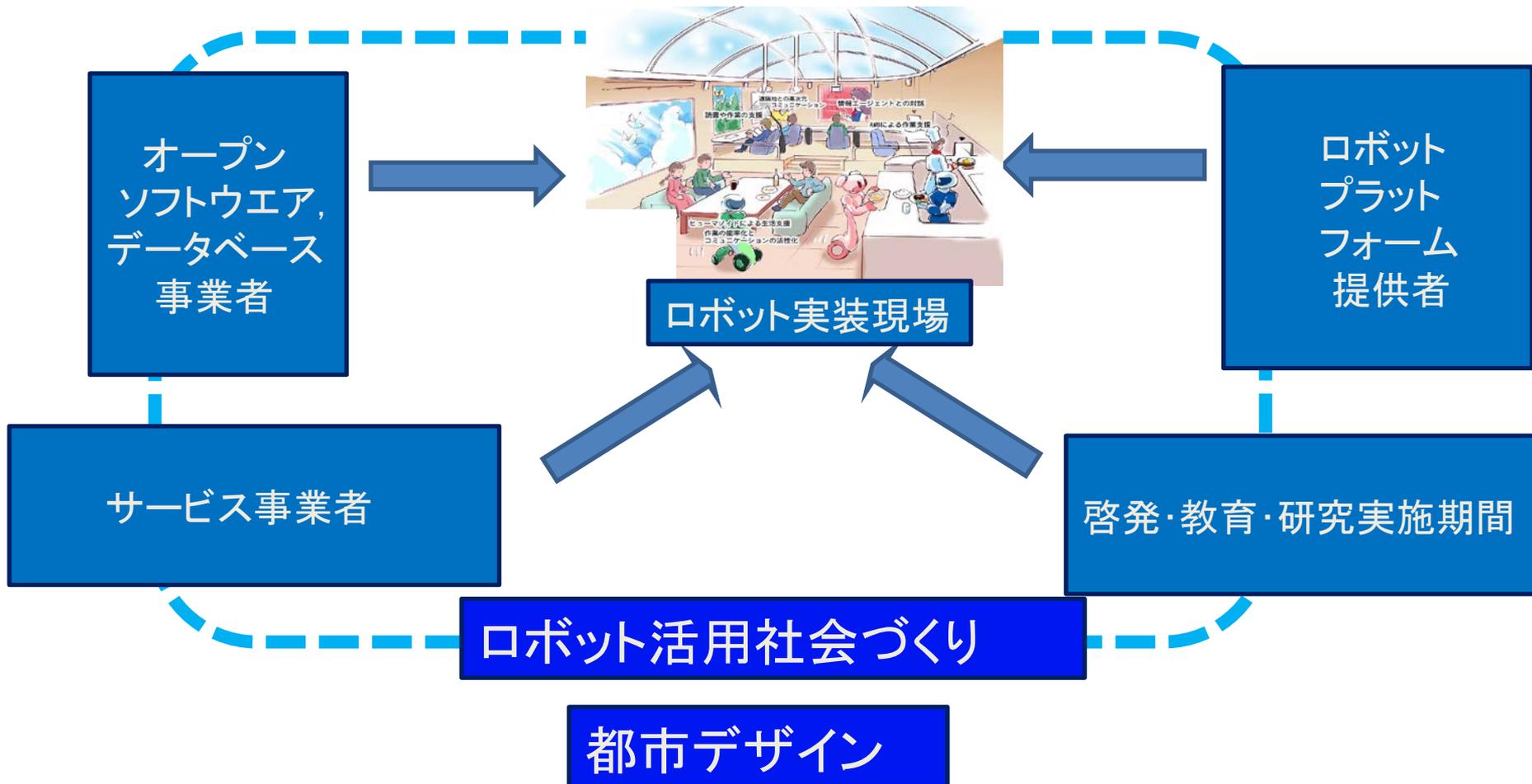
OJT
研究会
講習会
セミナー
啓発会

人材育成・啓発

ロボティックシティ

～協働ロボットによる
生活・生産革新の街～

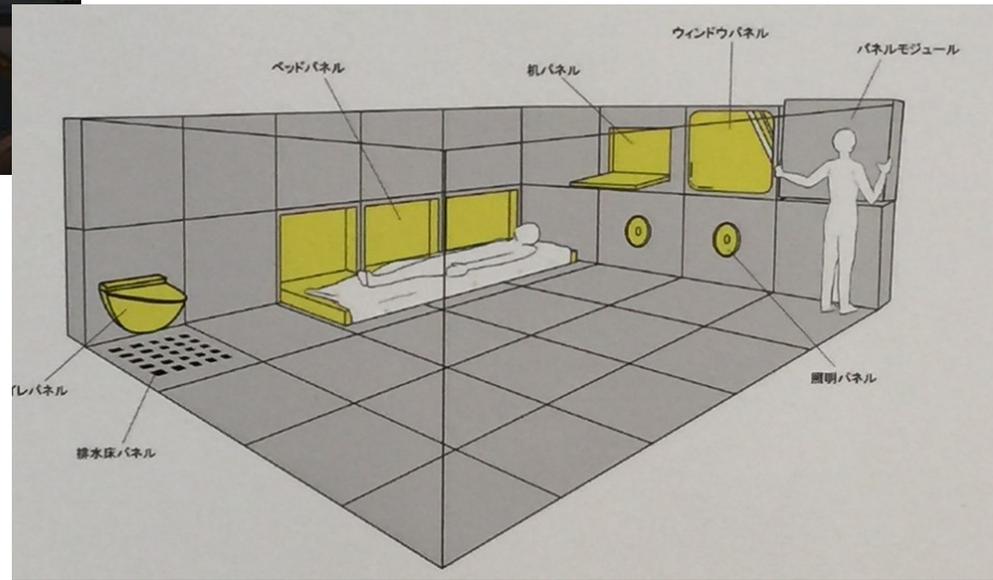
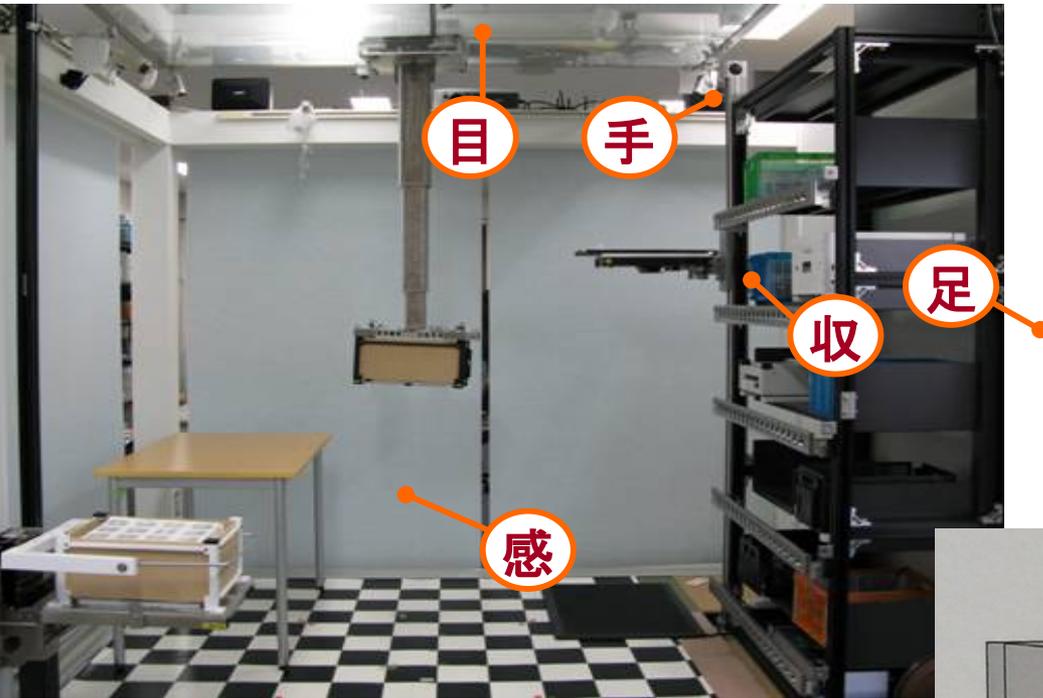
ロボット、IoTの社会実装 に有効なアプローチ



ロボティックシティ要素1

～ハードウェアプラットフォーム～

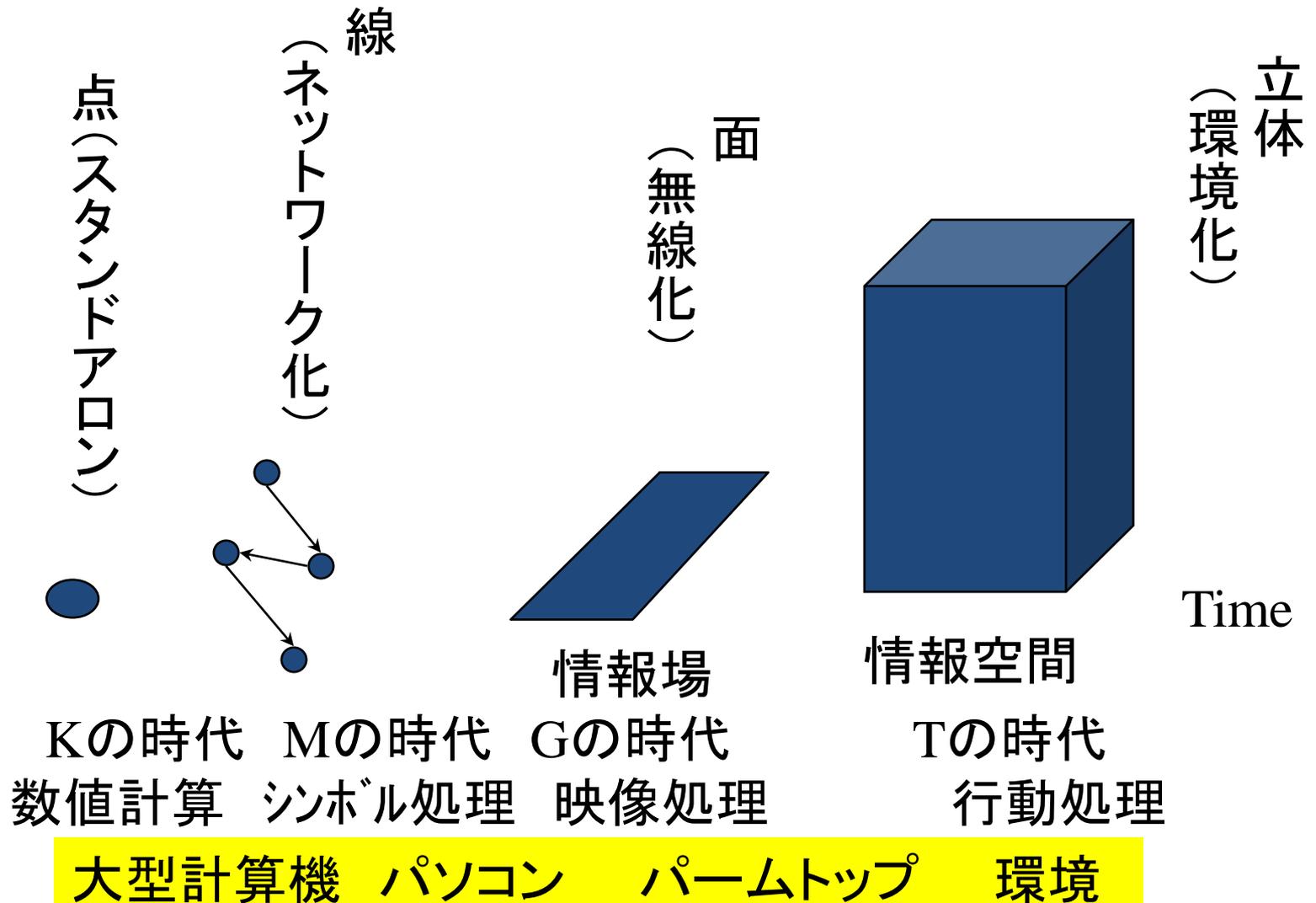
ハードウェアプラットフォーム



IoTパネルモジュール

ハイパーIoT機器

計算機処理環境の歴史的変化 ～建築物は、ロボット化・IoT化する～



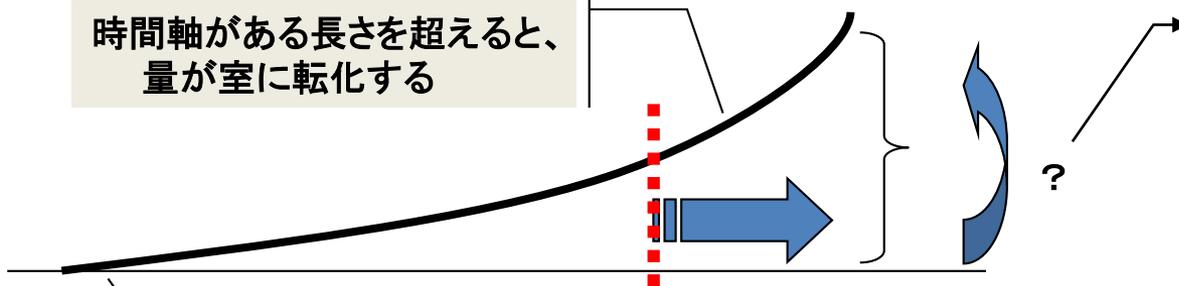
ロボティックシティ要素2

～ソフトウェアプラットフォーム～

Big Data の新価値創出2つの側面

時間効果と空間効果

時間軸がある長さを超えると、量が室に転化する



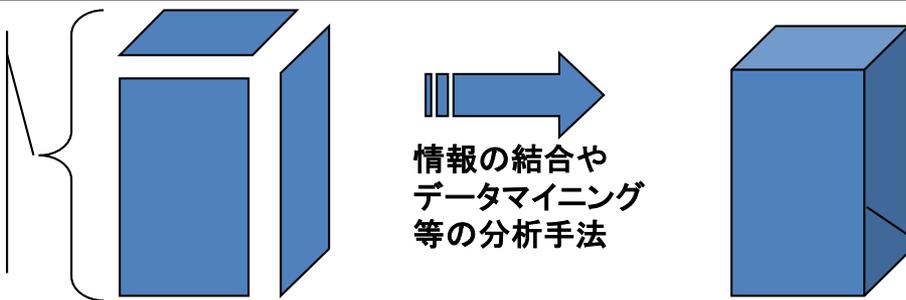
データ量が少ない場合、抽出できる情報も貧弱

高度なアルゴリズム・データマイニング等の分析手法

× 短時間
◎ 長時間

しかし付加情報がどれだけ抽出可能であるかは、DM / アルゴリズム、実際の研究をおこなってみなければわからず、事前の予測は困難。

単体では特に重要な意味を持たない情報



情報の結合やデータマイニング等の分析手法

重要な情報に変質する可能性がある。
例：乗降車履歴と地図情報から通院の有無や期間
(クレジットカード等の支払情報、スケジュール情報、通話履歴情報なども加えれば更に重要・機微な情報を抽出できる可能性)

新たにどの程度・どのような情報が抽出できるかは、DM / アルゴリズム、研究の進捗等に依存。予め正確に把握することは困難。

× 平面的
◎ 立体的

時間継続、立体的な取り組みが重要

ロボティックシティ要素3

～サービス～

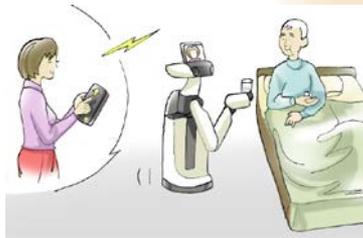
ロボット、IoTによる生産と生活の革新



照明環境



高度コミュニケーション環境



物体アクセス環境



作業支援環境



癒し環境



人間行動支援環境 → 生活・生産行動の革新

ロボット、IoTによる生活・生産行動の革新

Verb 1 :作業

Analyze (分析する)
 Assemble (組み立てる)
 Disassemble (分解する)
 Repair (修理する)
 Build (建てる)
 Machining(加工する)
 Measure (計測する)
 Operate (手術する)
 Produce (生産する)
 Sense (検知する)
 Test (試験する)

Verb 3 :柔軟物を操作

する動作
 Wash (洗う)
 Squeeze (絞る)
 Wind (巻く)
 Tie (むすぶ)
 Wire (配線する)
 Spread (張る)
 Bend (曲げる)
 Fold(折る)
 Wrap (つつむ)
 Saw (縫う)
 Knead (もむ)
 Tear-off (はがす)

Verb 5 :移動、結合を 変化させる動作

Attach (取付ける)
 Arrange (配列する)
 Combine (結合する)
 Deposit, Pile (積む)
 Extract (引き抜く)
 Fly (飛ばす)
 Hang (つるす)
 Insert (挿入する)
 Interconnect
 (接合する)
 Lean (たてかける)
 Lock (締める)
 Pack (つめる)
 Place (置く)
 Pull (引っ張る)
 Put-on (のせる)
 Rotate (回す)
 Screw (ねじ込む)
 Set (合わす)
 Separate (分離する)
 Transfer (運ぶ)
 Throw (投げる)
 Unscrew
 (ねじをぬく)
 Unlock (ゆるめる)
 Unpack (取り出す)

Verb 6 :単なる動きや 力作用動作

Move (動かす)
 Incline (傾ける)
 Pull (引っ張る)
 Lift (持ち上げる)
 Turn (まわす)
 Twist (ねじる)
 Push (押す)
 Support (支える)
 Shake (振る)
 Vibrate
 (振動する)
 Swing (ゆらす)
 Impact
 (衝撃力を加える)
 Strike (打つ)
 Fit (あてる)
 Slide (すべらす)
 Grasp (にぎる)
 Pick (つまむ)
 Release (はなす)

Verb 2 :加工を加える動作

Punch (たたいて穴をあける)
 Drill (ドリルで穴をあける)
 Saw (のこでひく)
 Cut (切る)
 Cut-out (切り抜く)
 Whet (研ぐ)
 Sharpen (とがらせる)
 Shave (削る)
 Plane (かんなで削る)
 Whittle (ナイフで削る)
 Polish (みがく)
 Grind (研磨する)
 Weld (熔接する)
 File (やすりをかける)
 Squeeze (押し潰す)
 Powder (粉にする)
 Scratch (ひっかく)
 Drive-nail (釘を打つ)
 Unnail (釘を抜く)
 Dig (ほる)

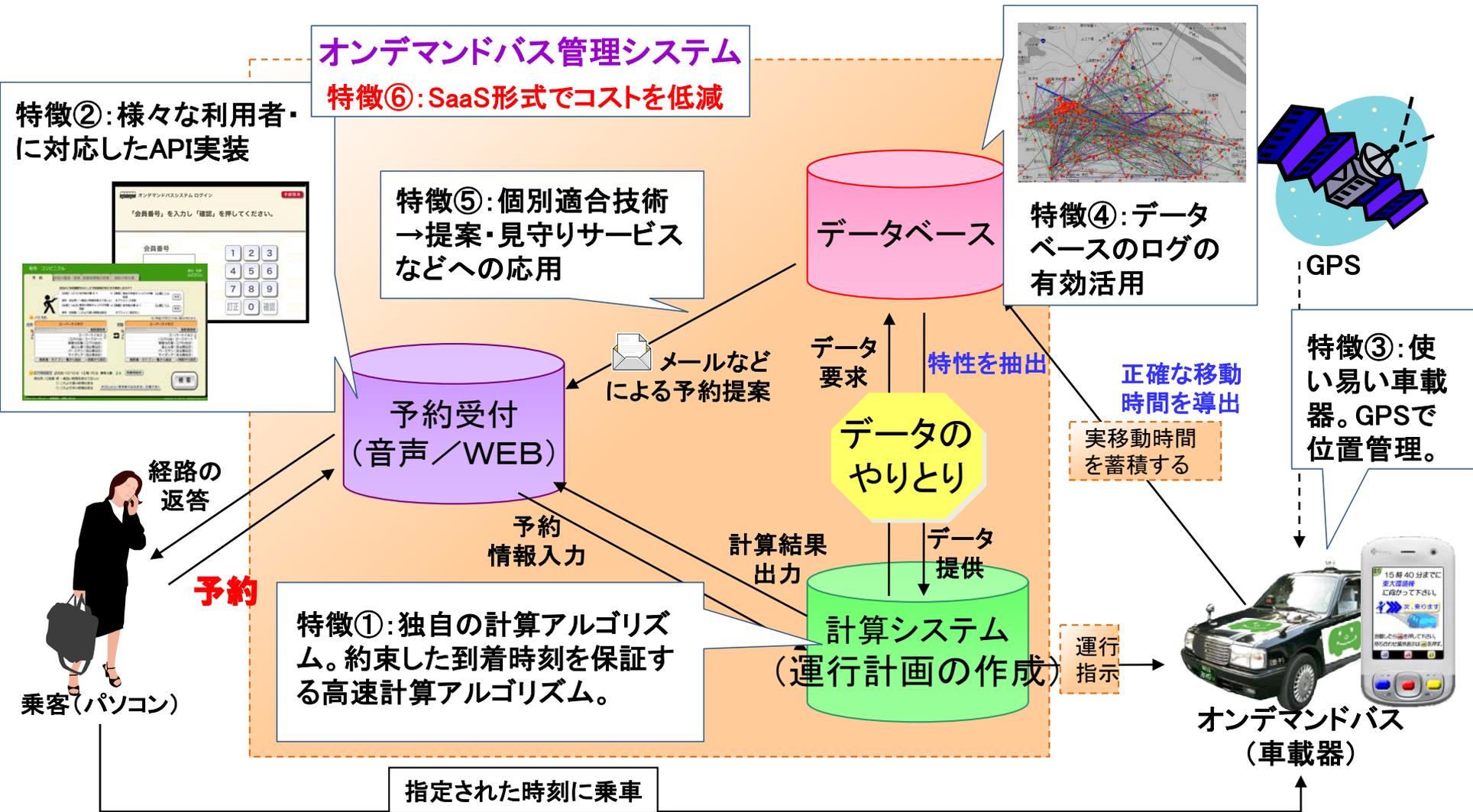
Verb 4 :集合体 (液や粉) を扱う動作

Pour (注ぐ)
 Paint (塗る)
 Plaster
 (しっくいを塗る)
 Spray (散布する)
 Distribute (まく)
 Sift (ふるいにかける)
 Fill (充填する)
 Lubricate (油をやる)
 Stuff (ねり物をつめる)
 Mix (まぜる)
 Wipe (ふく)
 Gather (かき集める)
 Draw,Pump (汲む)
 Scoop (すくう)
 Laddle (柄杓ですくう)
 Clean (掃除する)
 Write (書く)

ロボットと人の
 協働作業
 による
 生産性向上
 QoL向上

× プロダクト
 イノベーション
 ◎ プロセス
 イノベーション

社会インフラのロケット化、IoT化によるIoTオンデマンドバスにおける個別適合サービス



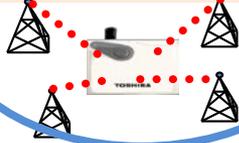
手をあげたら拾ってくれるオンデマンドバス

ロボティックシティ要素4

～研究開発、教育、啓発～

日本でつくるべきモノ(産業ロボットによりつくるもの)

ロボット化
個人機械



ロボット
化住宅



ロボット化
自動車



自動運転自動車の次はIoT住宅

人の個人行動や
社会行動のモデル

人のライフログ

事業や組織、機械の
ふるまいモデル

機械や組織のライフログ

ロボット化基盤・IoT構造化現場BigDataベース

ロボット化、IoT化された生産

ものづくり



物流



サービス



ロボット化、IoT化された生活

災害対応



防災



医療福祉
支援



健康支援



ものづくり、物流、サービスのロボット化分野

医療、福祉、社会参加、防災分野ロボット

生活と生産の革新を念頭に、きめこまかなサービスとそれを可能にするロボットやIoTを実現し、それによるヴァリューチェーンを構築する

きめこまかさが日本のお家芸

Sler: System Integrator
システムを構築する人



ロボットやIoT機器をきめ細かに使いこなす人の育成

日本の課題

技術で勝って産業化で後塵を拝する

科学技術イノベーション経営が不可欠



ロボット・AI・IoTの産業化と社会との関わり

イノベーション＝社会変革 イノベーション≠技術革新

- イノベーション＝均衡を打ち破ること
- 技術革新だけではイノベーションは生まれない → ほかにもさまざまな要素が必要
- 技術革新を伴わないイノベーションもある(3-3-3「イノベーションの種類」で確認)
- 「イノベーション≡社会変革」と考えてみよう。
☆イノベーションは複雑だ！だからインパクトがあるんだ！

イノベーション≠技術革新 (説明)

均衡は停滞？

みなさんは経済学で「市場の仕組み」を勉強したことがあると思います。市場のモデルとされる完全競争市場では、市場の参加者が、価格を目安に自由に売買を繰り返すといずれ均衡に至るとされます。そのとき、供給者の利潤、需要者の効用のいずれもが最大化され、市場全体でも資源が最適に配分されるのです。

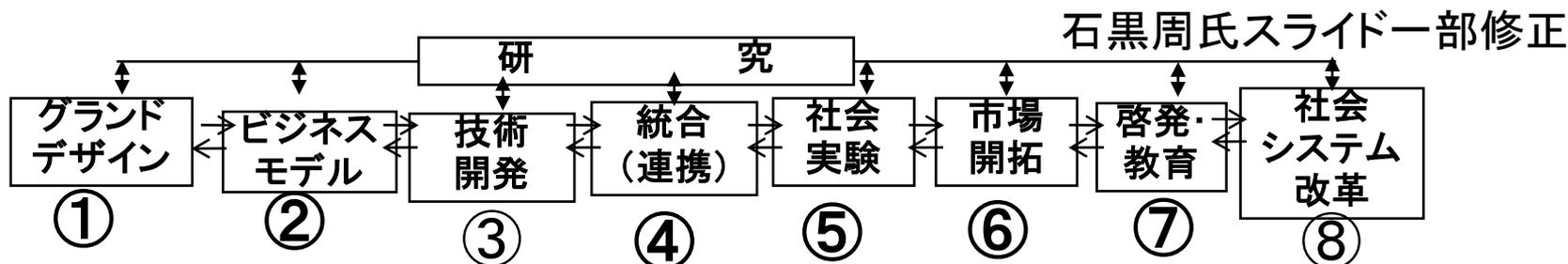
しかし、「均衡は本当によいことなのか？」と考えた人がいました。オーストリアの経済学者、シュンペーターです。彼は、均衡が続くだけでは新しいものは生まれ、よって「均衡は停滞である」と考えたのです。そして、均衡を打ち破ることを「イノベーション」と呼びました。イノベーションは、現状に満足するのではなく、何か別のステージを目指す取り組みといえるでしょう。

イノベーション≠技術革新

イノベーションinnovationは、当初は「新結合」や「新機軸」と和訳されてきました。技術だけでなくヒト、モノ、カネ、情報、制度等がそれまでにない関係で結ばれ、まったく新しい価値や基準が生まれるという意味です。

科学技イノベーションプロセスとその困難性

(ロボット実用化に関わる過去の失敗事例)



③技術開発が先行すると⇒ガラパゴス製品。あとから市場はついてこない

①グランドデザインなしでスタートすると⇒呉越同舟。

とりあえずスタートすると⇒講習会動員数、立派な試作品パンフレット競争。

②単純モノづくりビジネスモデルですすむと⇒携帯(スマホ)。

④統合の妙(すりあわせ)は⇒グランドデザインから由来する。

グランドデザインがないと、統合(連携)は議論すらされない。

⑤グランドデザインとビジネスモデルが⇒真の社会実験を必要とする

⑥いいロボットをもってきてくれたら使うよ⇒言うは易し、行うは難し。

⑦ユーザのご理解は説得では得難い⇒説得のプレゼンから納得のプレゼンへ。

⑧社会システム変革(新しい環境)は⇒イノベーションの重要な推進力。

この困難性は、考え実践する人＝“現場力をもつ人”

がいれば乗り越えられる⇒現場力のある人の教育 2

イノベーションのプロセス(説明)

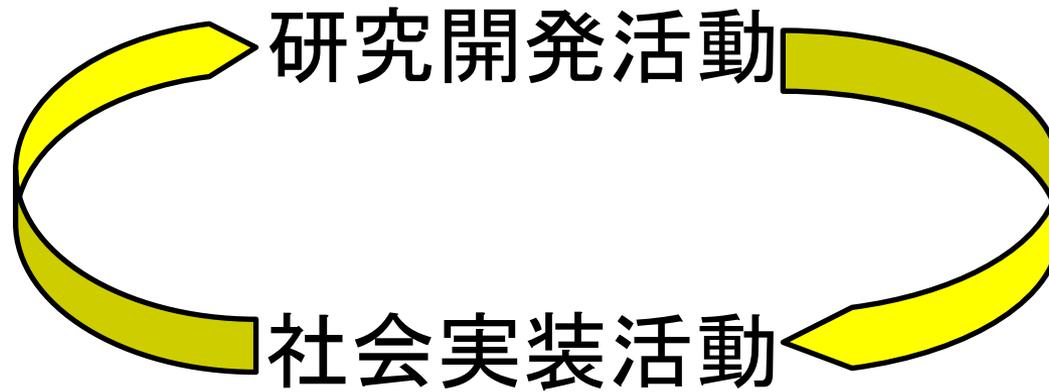
イノベーションのプロセス

社会変革としてのイノベーションは、新たな技術やアイデアが、顧客や社会的ニーズと結びつき、社会に新しい価値を提供することで実現すると考えられます。つまり、イノベーションとは、研究や開発だけでなく、着想から事業化、さらには社会制度の変更等までを含む長く複雑なプロセスで構成されています。とくに、近年は、解決すべき問題が複雑になっているため、それぞれのステップが関係する学術研究と結びつきながら、またユーザーをはじめとするさまざまなプレイヤーと協働しながら進めることが必要になっています。また、イノベーションは一直線には進みません。試行錯誤や失敗からのフィードバックを繰り返し、遅々と、そしてときにはあっという間に進んでいくのです。

「そんなに一人でできないよ！」と考える必要はありません。イノベーションのプロセスを前に進めるには、必要な能力をもっている人々と協力すればよいのです。プロセスの特性とチームをつくることの重要性を忘れないでください。

ロボットシティの実現方法1: 社会実装アプローチ

社会実装アプローチ



× 直列活動
◎ 並行活動

研究開発と社会実装
活動の並行実施

● 実現機能の絞り込みと、動作環境の整備

単純な機能実現により、魅力的な効果が得られるように、動作環境を整備することで、コストを抑制し、効果を最大化する

● Adequate Technologyの選択と活用

上記の機能と環境を最適に実現できる技術を選択する
オープンソフトや市販ハードなどの適切な組み合わせの活用

● エコシステム構築活動の並行実施

経済的持続性確保のためのエコシステム構築
地域コミュニティづくり活動を通じ、普及と定着を図る

ロボットシティの実現方法2:

地域アプローチ

地域アプローチ

× 中央
◎ 地域

CRIの必要性 パルミサーノレポート

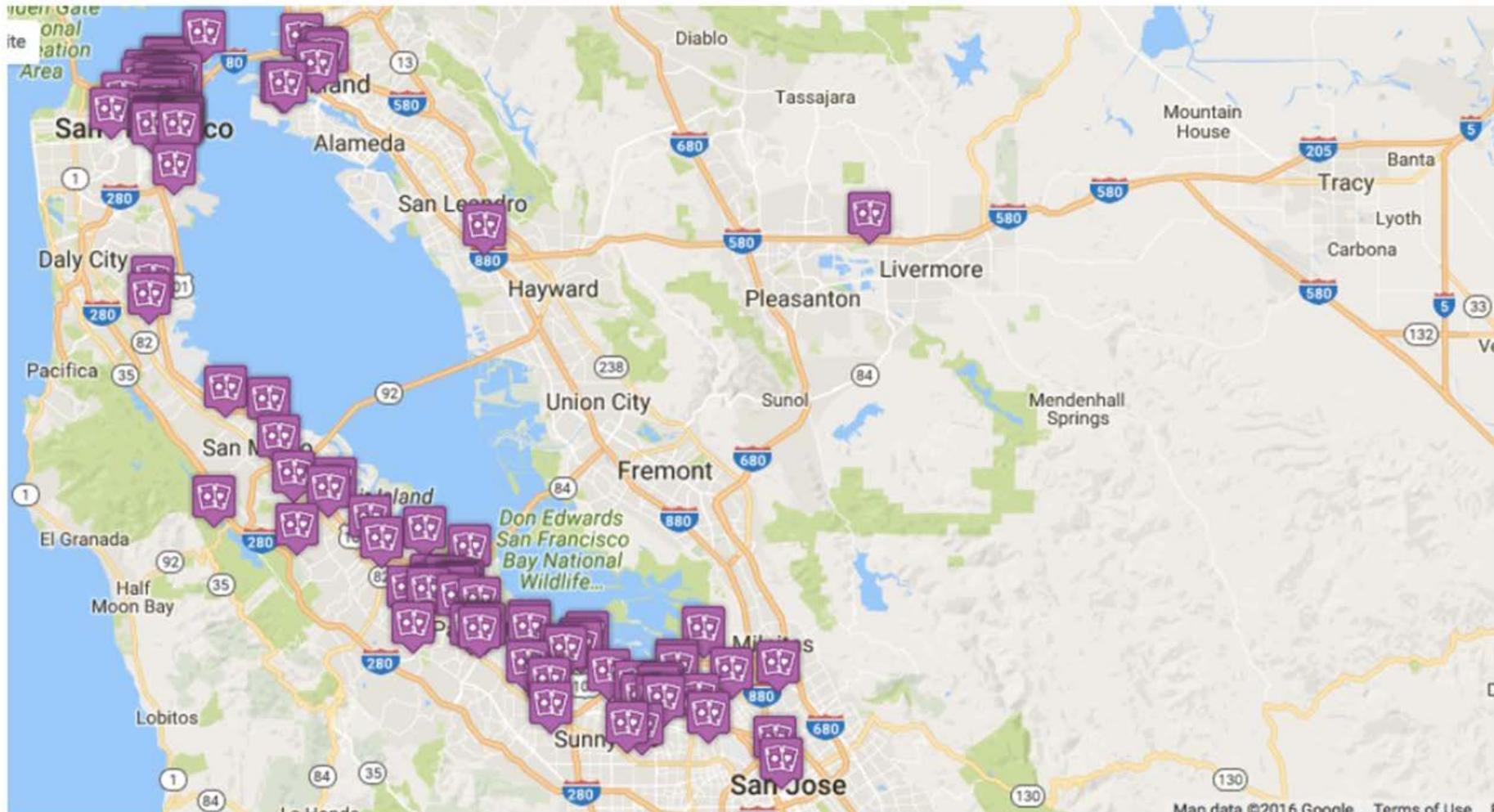
グローバル経済にあっては、地域(place)が一層に重要となる。技術、資本、知識が国境を越えて短期間に普及するが一国の経済繁栄の基礎はより一層に地域がベースとなる。経済成長の推進力として人材、新しいアイデアが決定的に重要となり、地域の経済条件が一層重要になる。

優秀な人材をひきつけることが出来て革新的な企業の発展を支援できる地域は繁栄する。低賃金と天然資源に依存する地域は衰退する。

この課題に対応するためには伝統的な地域経済開発モデルから決別しなければならない。先進工業国では低賃金と税制上の優遇への依存した開発モデルから質の高い熟練労働力とイノベーションに対するインセンティブによる成長モデルに転換しつつある。

全米競争力評議会では地域の経済発展をイノベーションパラダイムへと必要な転換を推進するためにCRIを設立した。

科学技術イノベーションの成功地域 ～シリコンバレーにおけるスタートアップ企業～



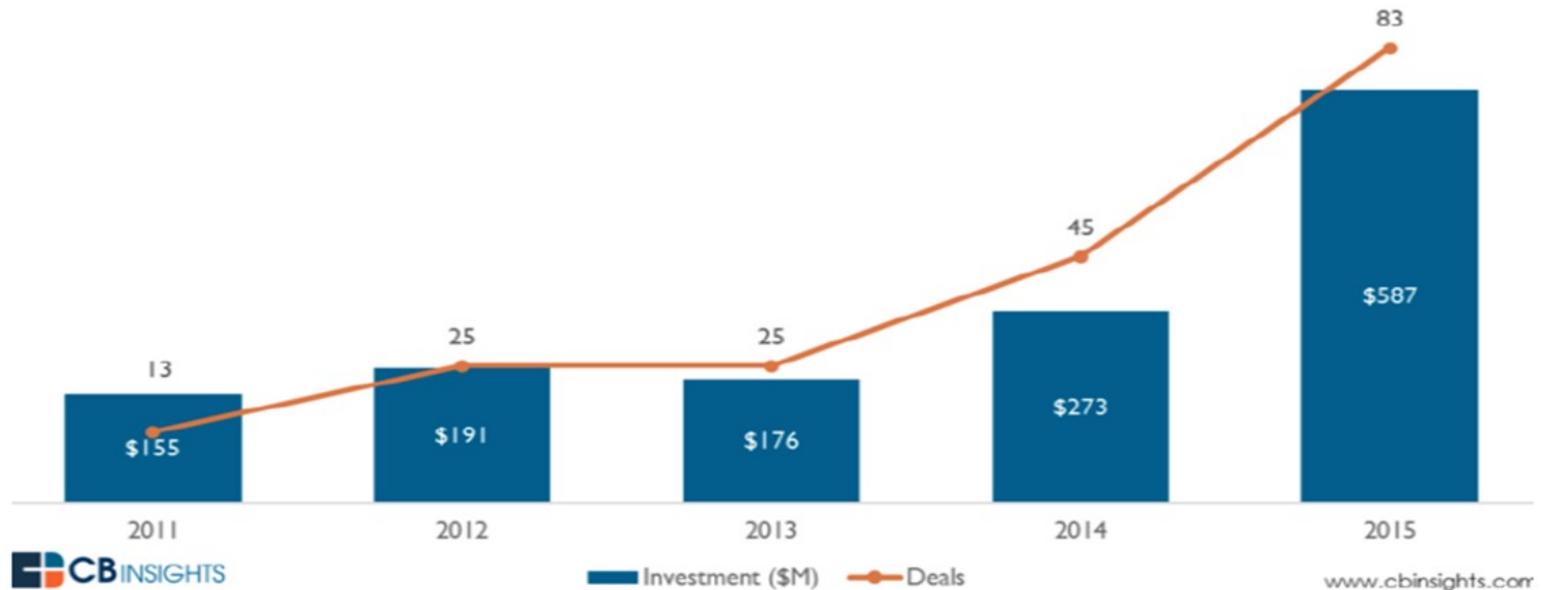
自走技術、ビジョン、わかりやすいインターフェイスがキー。

すでに実用化、ビジネス化されているのは、多様な業界向け自律搬送ロボット(倉庫、ホテル、病院など)。

シリコンバレーにおける新規事業たちあげのためのエコシステム(樋口範子)スライドより

ベンチャキャピタルによる資金提供と育成

Robotics (ex-drones): Yearly Global Financing History
2011-2015

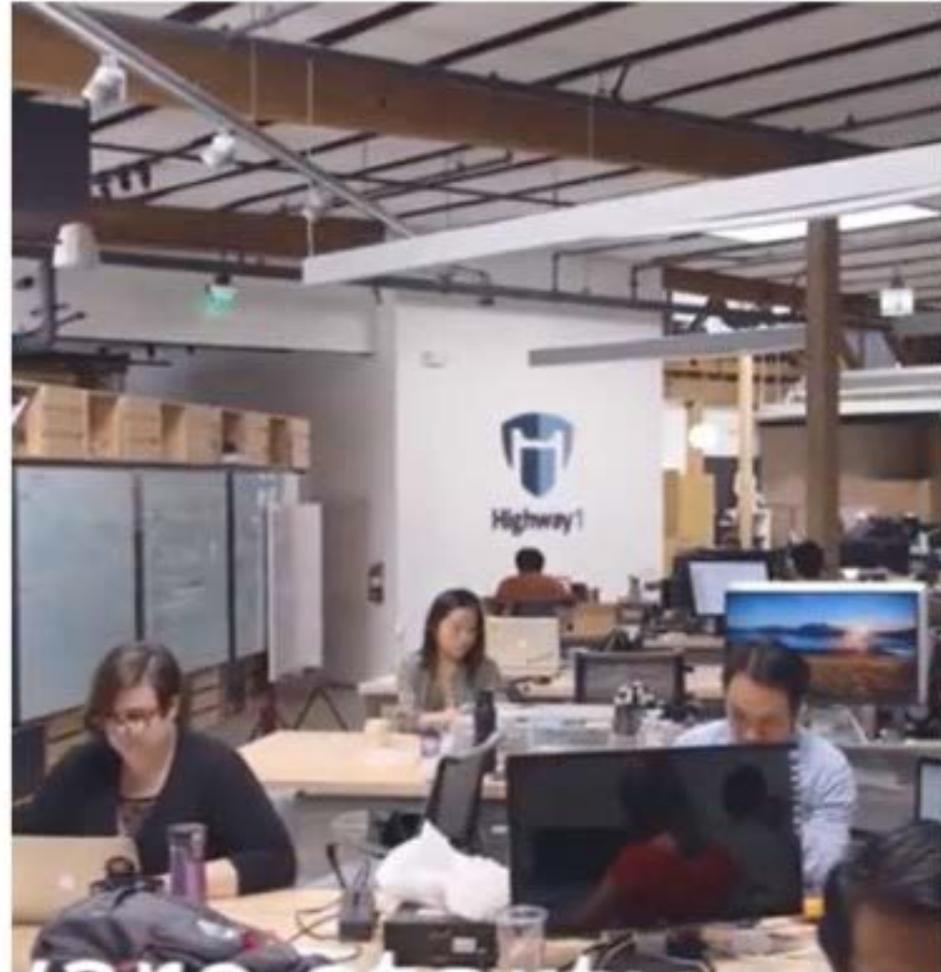


シリコンバレーにおける新規事業たちあげのためのエコシステム(樋口範子)スライドより

× 融資、再融資
◎ 投資、再投資

ハードウェアアクセラレータ

- スタートアップが3～4ヶ月で、製品プロトタイプ完成までの加速度的成長を促す。
- ハードウェア開発特有の難関突破をサポート。
- 未公開株7%程度と交換に、10～15万ドルを投資。
- ハードウェア開発手法、設計、法務、人事、マーケティングなど、会社設立に関する指導。
- 中国製造請負業との関係が深い。
- プログラム終了後に投資家に対するデモを行って卒業。
- シリコンバレーには数カ所ある。



シリコンバレーにおける 地元ロボット関係者の交流会

- Silicon Valley Robotics (SVR): ミーティング、投資家セッション、ロボット・ブロックパーティー、セミナー開催
- HomeBrew Robotics Club: 月1回の集まりで開発者がデモ
- Meet-up: 種々のロボット、AI関連のオフ会
- Robot Garden: シリコンバレー東部(リバモア)の愛好家ワークショップ
- 種々の会議、セミナーなど



× 人事直流
◎ 人事交流

ロボティックシティの実現プロセス

～協働ロボットによる
生活・生産革命の街～

プロセスイノベーションの街
～その都市デザインプロセス～

ロボティックシティ

エコシステム構築を通じた協働ロボットとサービスのValue Chain

- ・モノ+サービス+シクミ
- ・大企業とベンチャ・中小企業の水平分業
- ・産学関金連会と人事交流

生活支援

共助、互助

地域住民

向こう三軒・両隣

IoT物流センタ

IoTコンビニ

近隣住民

看まもりサービス

手助けサービス

IoT工場

デリバリ
流・配食・配達サービス

出会い

住民サービス

家庭

IoT機器

生活データベース
生活支援コンテンツ
人間行動モデリン

交流

IoT住宅

生産支援

教育サービス

人材育成サービス

IoTオフィス

IoTスクール

ワークライフ
バランス

オンデマンドウーバ

地方自治体の参画

地域行政

医療情報

遠隔医療・高齢者福祉サービス

交通弱者サービス

ふれあい

出会い

IoT病院・診療所

IoT福祉施設

コミュニティ支援

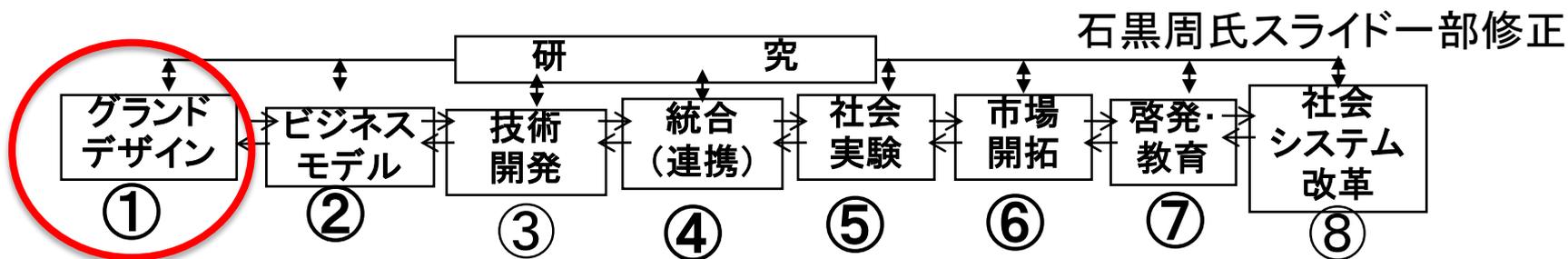
実用化モデル
の海外展開

基盤: 1) IoT建築物(センサ・アクチュエータ化パネル建材からなる建物)

Big Data とその処理(生活要約技術)

基盤ソフト(サービスAIコンビニソフト)

科学技イノベーションプロセス



セーフティネットとして働く拡大家族

～歴史的必然性～

拡大家族

遠方家族
親戚

・ケアする人
・ケアマネ
・医者

情報
共有
機構

対象者

同居
家族

・顔のみえる人
・サービス事業者
・機器業者
・保険・銀行

- 第1の波(農耕社会8000BC～)大家族。
 - 嫁は働き者か、病人の世話がうまいか、子供のしつけができるか。
 - べたべたしたコミュニティ
- 第2の波(産業社会17世紀末～)核家族
 - 産業社会に合致した核家族増加→個族, 無縁社会
 - ロマンティックな愛(様々な家族機能のアウトソース。教育は学校へ、病人は病院へ譲った)。
- 第3の波(情報社会 進行中)拡大家族
 - 電子情報化社会(情縁社会)
←仕事縁社会、血縁社会)
 - 家族とサービス合体による拡大家族

拡大家族は、対象者がサービスを要求した際に、本人、家族、顔見知りの人、サービスに必要な人、必要であれば医者やケアワーカーなどから、情報ネットワーク越しに構成されるMDTの中から、付き合いを深めた結果、気の合った(情けを通じ合える)人が利用者から選び出されて形成される情報縁コミュニティである。その選任責任は、基本的には、本人にある。拡大家族は、本人を中心に、そのひとのセーフティネットとしての役割をはたす。

人のライフスタイルの変化とロボットとの生活革新のイメージ

平成長屋

独居老人期
健康お知らせルーム

社会からの
支援
↓

被介護期
ロボティック病室

社会からの
看まもり↓

社会からの
看まもり↓

子育て期
子ども見守り
ネットワークルーム

ライフログの
蓄積開始 ↑

社会からの
知識の吸収

省エネ趣味居室
单身期

ライフログ↓
蓄積継続

壮年期
ワークライフバランスルーム

社会知↑
の積上

↓熟成知識
の積上げ

老夫婦期
長く自律できる
ルーム

↑ 社会知
の積上

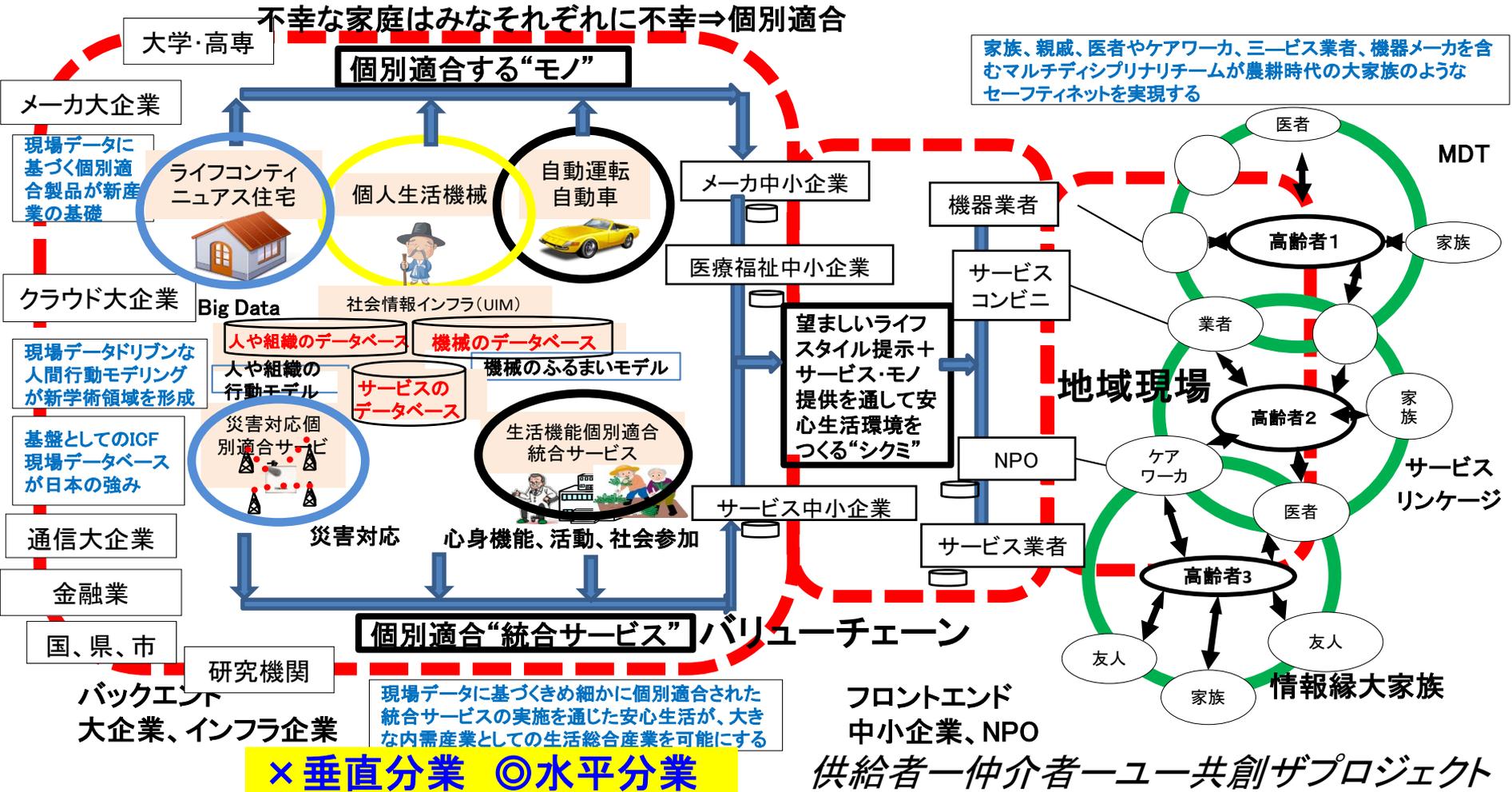


社会とつながっているIoT建築物

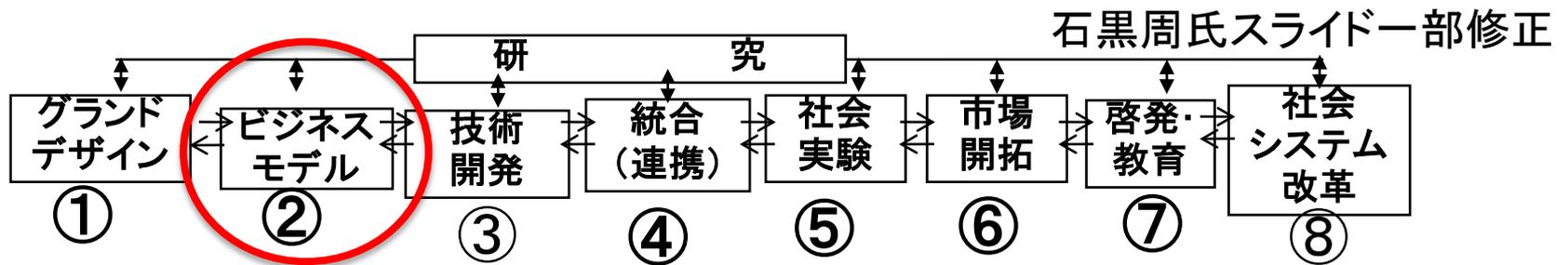
ロボット産業化に有効な水平統合アプローチ(官)

(中小企業と大企業の位置関係(水平関係、垂直でない))

～ベンチャ・大企業水平連携、“モノ”サービス”シクミ”つくりー体生活支援ロボット総合産業～



科学技イノベーションプロセス



サービス・ロボット一体化戦略

ヤマハのとしたピアノ普及戦略

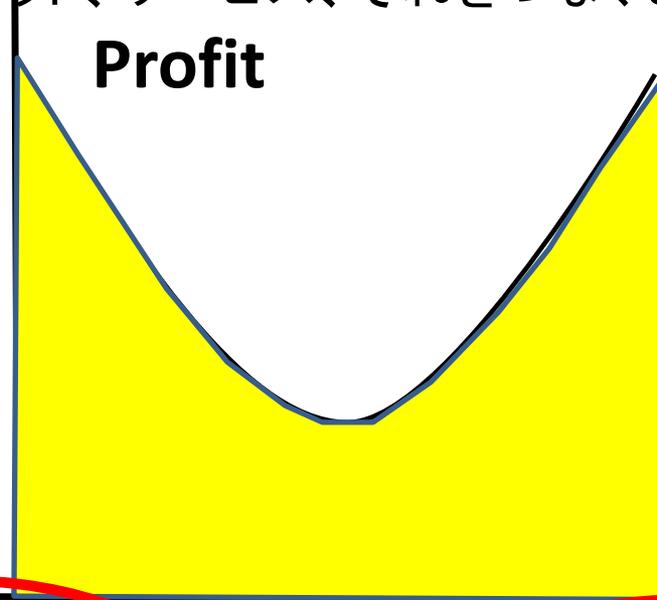
～要素ロボット、サービス、それをつなぐしくみの構築～



“もの”

レッグプレス

Profit



要素
(もの、ピアノ)

サービス
(ピアノ教室)

社会導入のしくみ
(ビジネスモデル)
(しくみ、ピアノローン)

“しくみ”

リハビリ型デイサービス

【リハビリ型デイサービスとは】（※日タイ）
「入浴、食事などを一切省き、機能訓練特化した次世代タイプのデイサービス。リハビリサービスを加える事により従来中心型からの差別化を図り介護予防、果たす新事業モデルの施設になります。」

“こと”

開設までのスケジュール

～3か月前～

- Step 1: 開設場所の決定(新築・賃貸・改装)
- Step 2: 運営法人等の確認(新規・既存・定款変更)
- Step 3: 資金調達(自己資産・融資・リース)
- Step 4: 開設日の決定(各月1日)

～2か月前～

- Step 5: 人員採用(有資格者・人数・シフト)
- Step 6: リフォーム業者選定・工事打合せ・見積
- Step 7: 「申請書類作成」及び事前行政相談(都道府県庁)
- Step 8: リハビリ機器の選定(リハトレーナー、他)

～1か月前～

- Step 9: リフォーム工事着手(約2W)
- Step 10: リハビリ機器納入
- Step 11: 営業ツール作成(HP/カタログ)
- Step 12: 本行政申請相談(都道府県庁 介護窓口)

【開 設】

×モノ
◎モノ・サービス・しくみ

変なホテル



受付のロボット

×メーカー主導
◎サービス業者主導



ポータロボット、掃除ロボット、ロッカーロボット

変なホテルHPより

生活支援ロボット実用化の困難性

高齢者が欲しがるモノ、サービスの特徴

～生活支援ロボットの困難性～

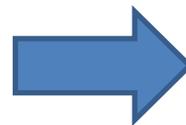
幸福な家庭はすべてよく似よったものであるが、
不幸な家庭はみなそれぞれに不幸である。
『アンナ・カレーニナ』 レフ・トルストイ

高度成長時代
(今の新興国)

便利・快適生活
便利快適ニーズ
ビジネス
(幸福ビジネス)

マスプロ
製品

×マスプロ機械 ◎個人機械



高齢成熟社会
(今の日本)

安全安心生活
～災病老死～
根源ニーズ
ビジネス
(不幸対応ビジネス)

個別適合製品
(個人機械)

個別適合サービス

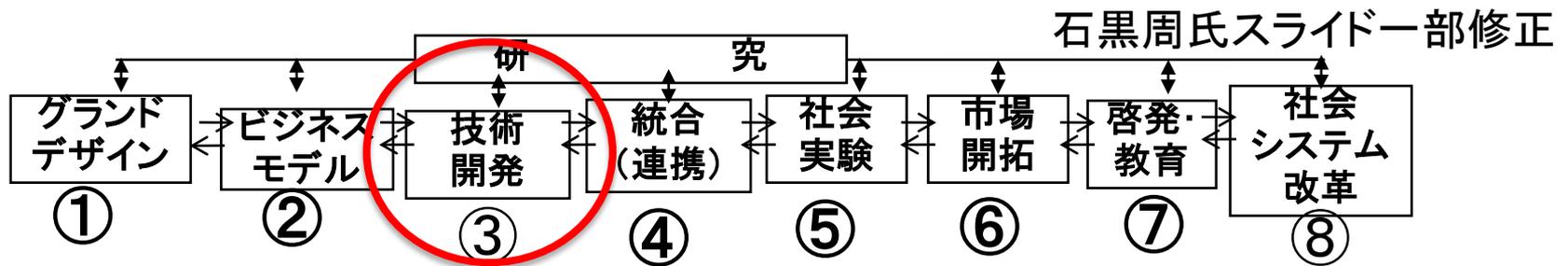
重要な視点

社会問題の解決を、政府や自治体まかせにせず、企業自ら取り組むことで持続的な、事業が可能になる
(民営化)(混合サービス(混合介護))

好例)セコム、宅急便

×軍需
◎官需民営化

科学技イノベーションプロセス



昔の移動ロボット：
とびはねるロボット CMU(1984)



何の役にたつか、想像できますか？

とびはねるロボットのいま(23年後) ビッグドッグ (2007)



へいたんでない 高地を移動する能力

ロボットヘリコプタの動き

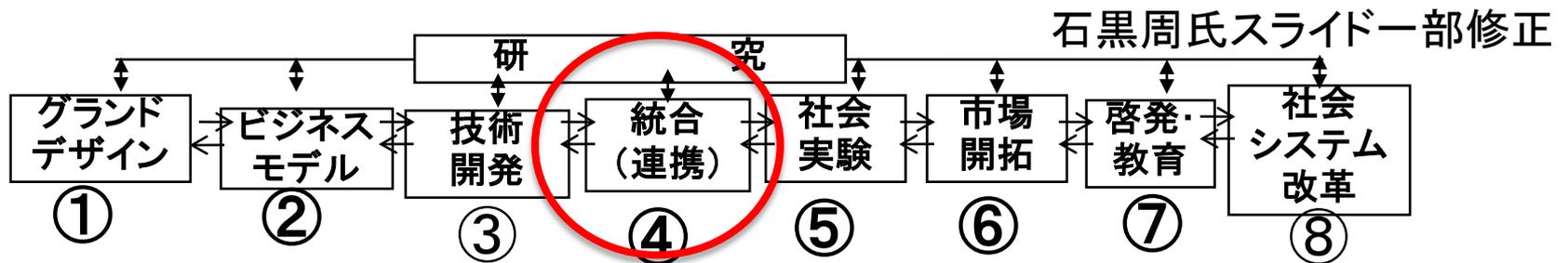
手のひらサイズの小型飛行ロボット（クアッドコプター）の 飛行性能、群制御、協調作業 （米国ペンシルバニア大クーマー研究室）



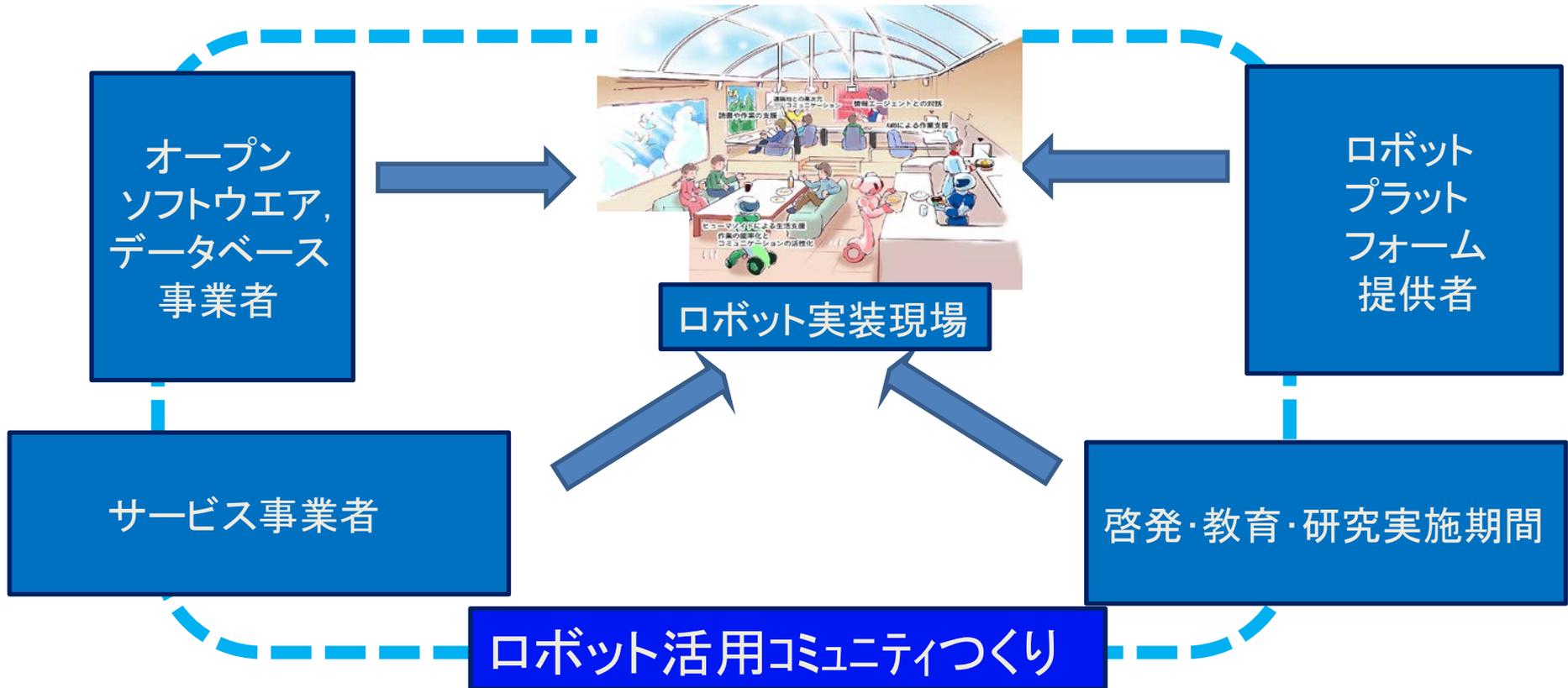
レクサスのCMに登場するクアッドコプターも基本的に同じクーマー研出身者が2011年に設立した「KMeI Robotics社」製。



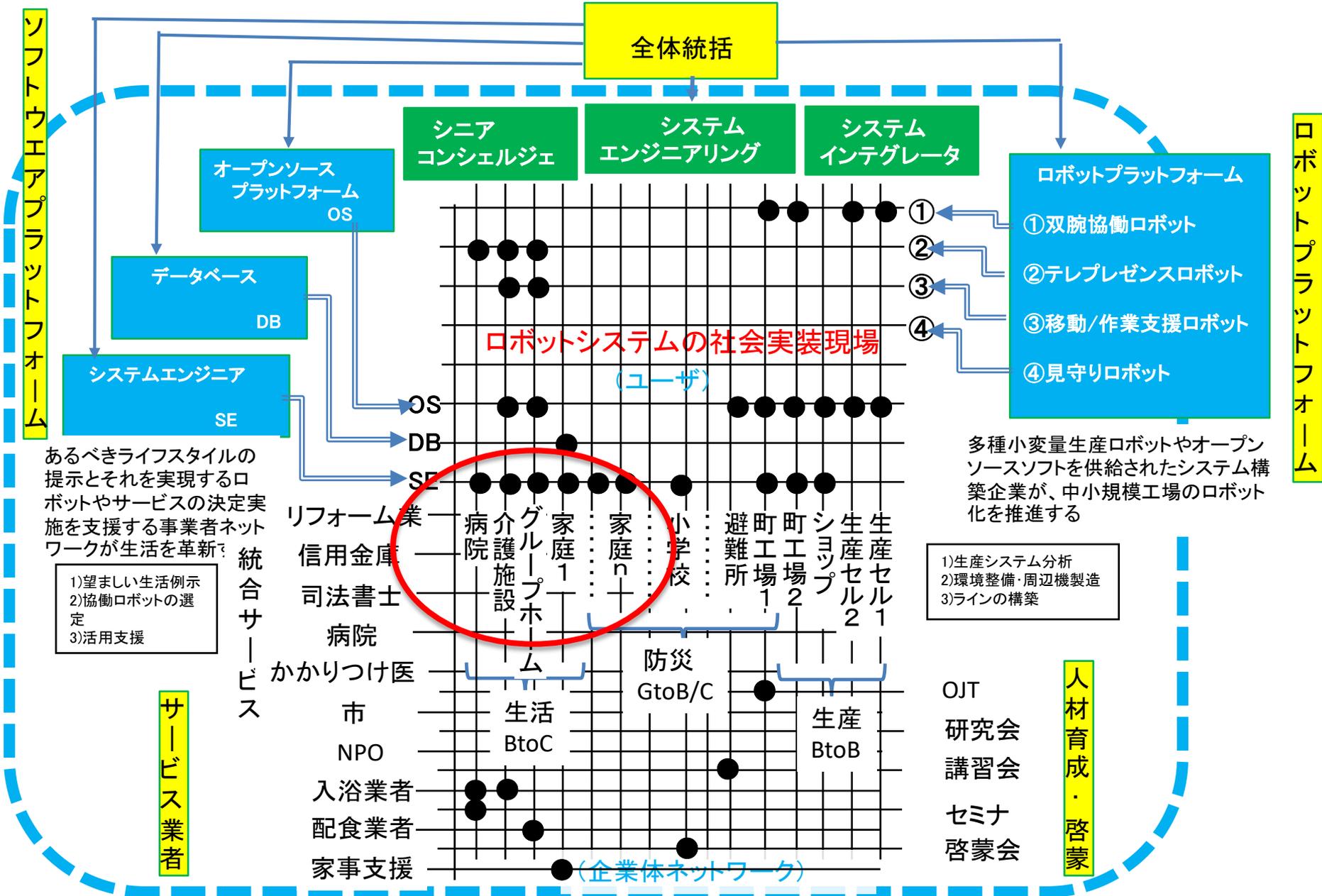
科学技イノベーションプロセス



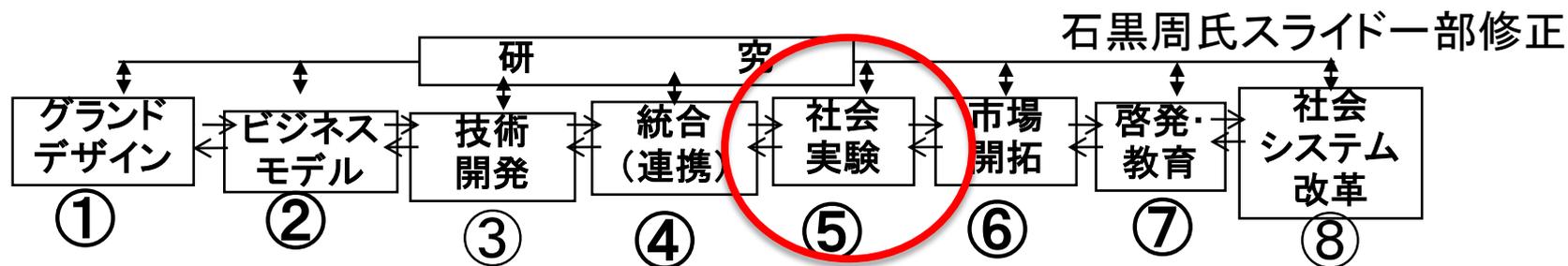
ロボットの社会実装に有効な ステークホルダ連携アプローチ(官)



ロボット実用化のシカケ(その利用の実践)



科学技イノベーションプロセス



ロボット産業集積に有効な統合アプローチ(官)

生活分野の統合サービス実現 ～リビングラボトリアプローチ～

潜在ユーザの掘り起し:
めざす生活や生産の提案と
それを可能にするサービス
と機器の実現

普及・定着:
サービスと機器の活用を通じて
ロボット技術を洗練し、Value
Chainを柔軟で簡易に構築・定着
させる

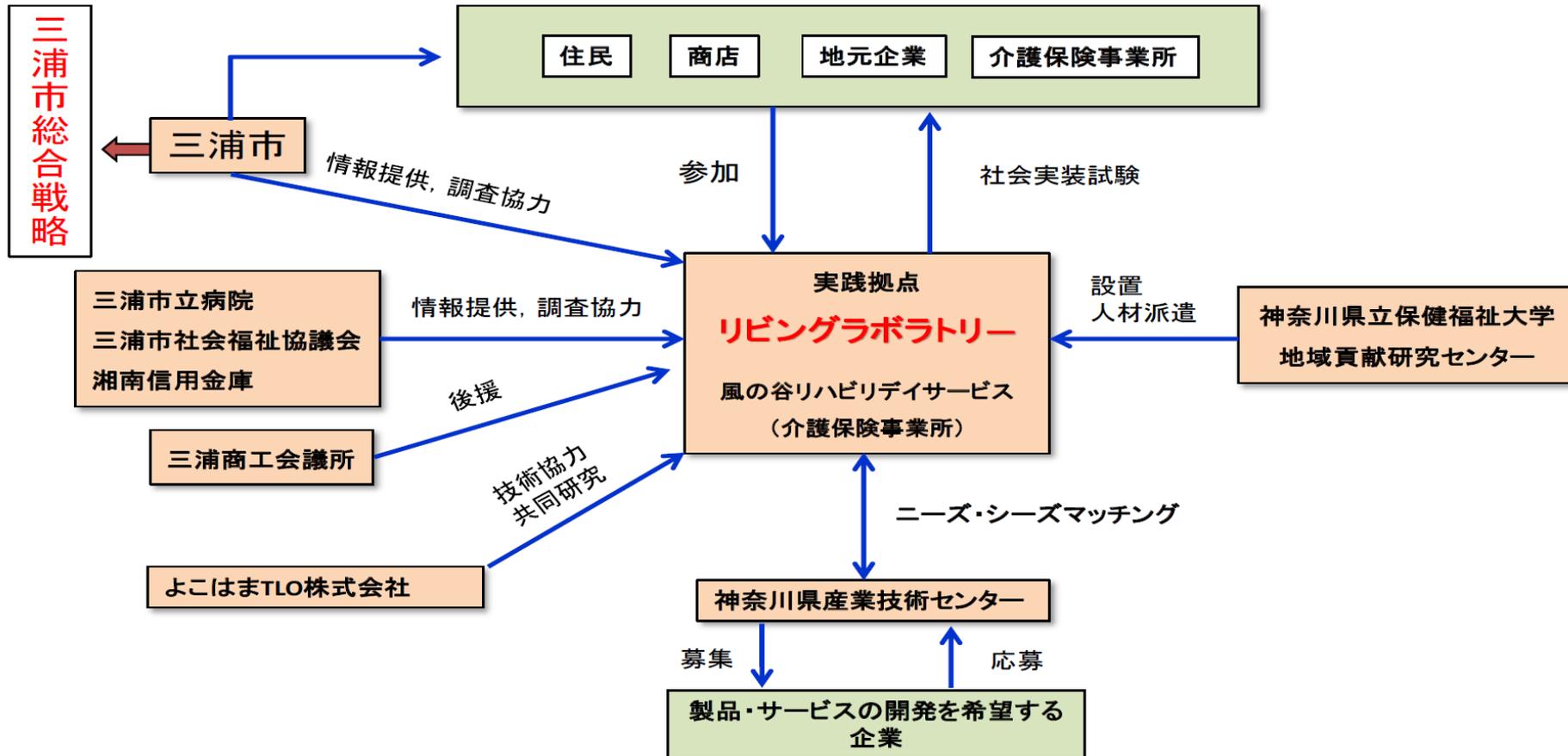
社会実装アプローチ

研究開発

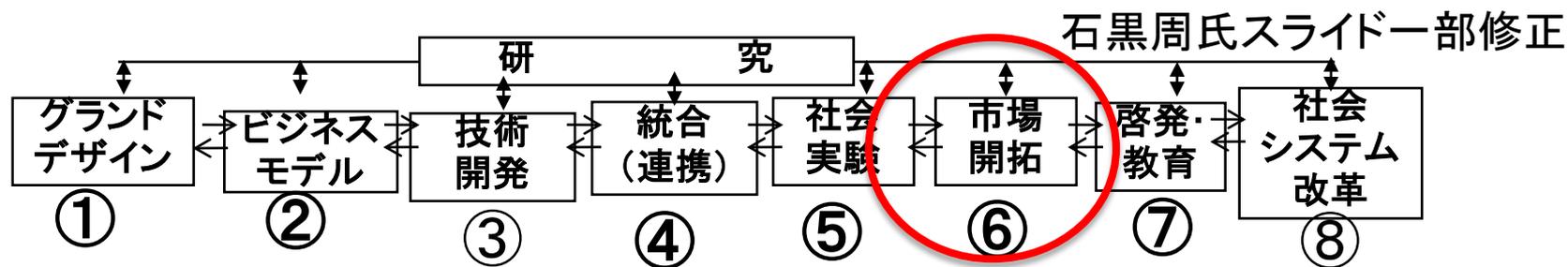
社会実装活動

× 完璧な製品を、市場へ
◎ 製品を市場と共創する

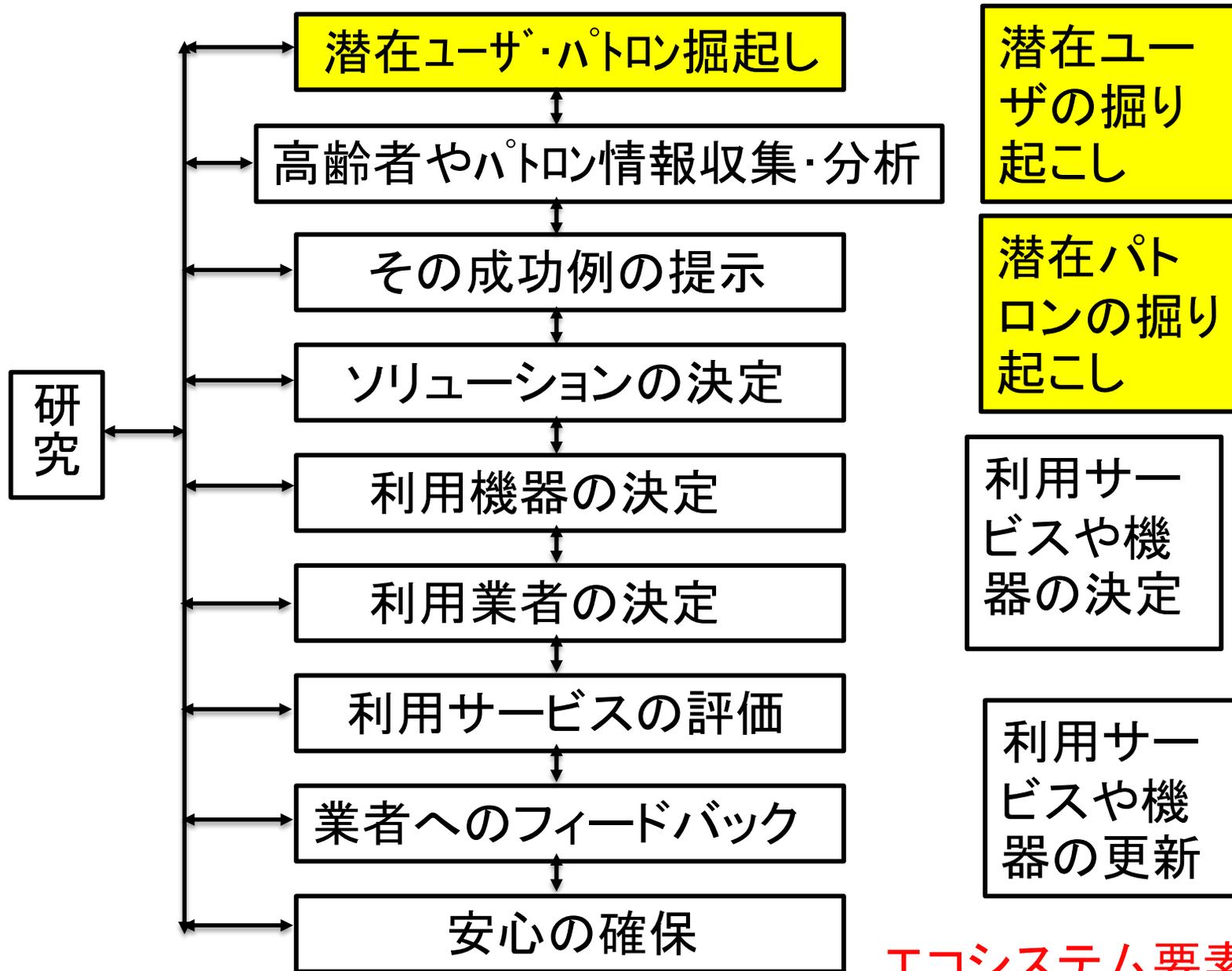
リビングラボトリ



科学技イノベーションプロセス



生活支援ロボット社会実装プロセス

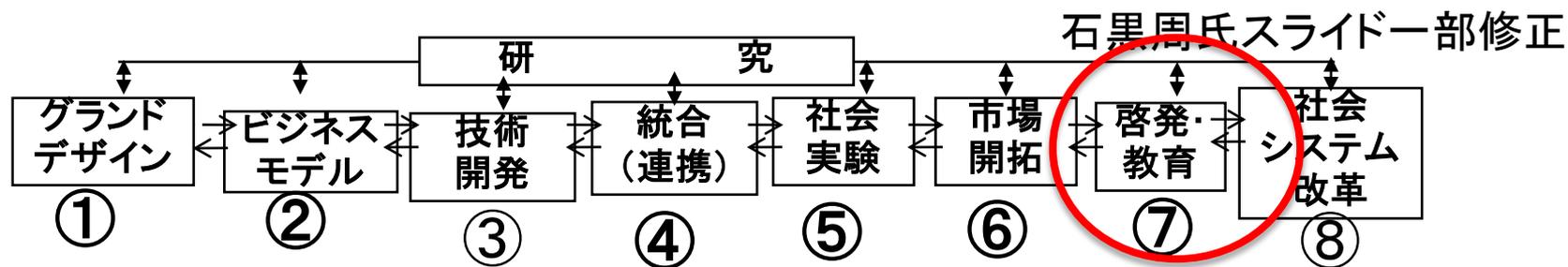


サービス業 大学等 メーカー ソフトハウス

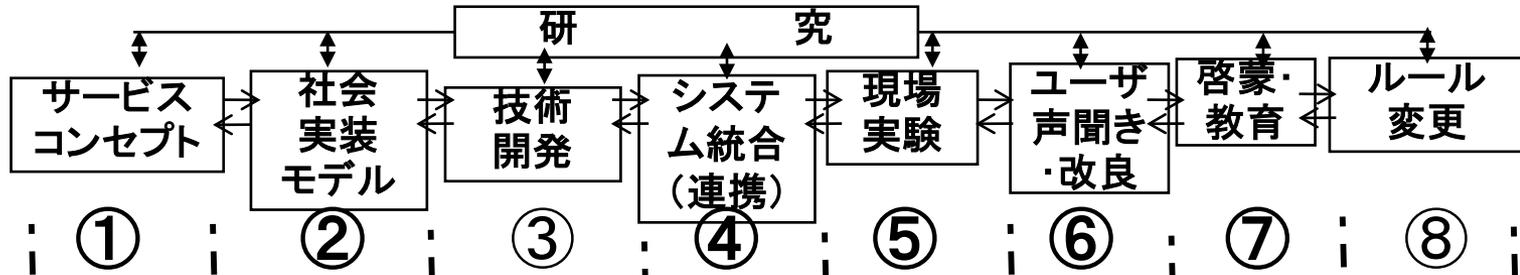
宣伝

エコシステム要素が未熟

科学技イノベーションプロセス



社会実装コンテストのプロセス・段階における主活動とそのノウハウの体系化・集積化 → 社会実装学



I) 実験室段階

研究企画 (①) 試作 (③) 性能評価 (⑤) 安全評価 (⑦)

- コンセプトチャルデザイン論
- 現場ニーズ顕在化手法
- ニーズ絞り込み手法

- Rapid Prototyping手法
- プラットフォームの構築

- ビッグデータ収集法
- データマイニング法
- プロジェクト評価手法

- 安全アセスメント
- 本質・機能安全基準
- 安全評価法

II) 社会実験段階

現場の選択・調査

- ステークホルダ発掘法
- 長の賛同獲得手法

社会実験機の製作・改良

- 社会実験機実現
- 安全、ユーザビリティ

社会実験

- 社会実験手法
- 説明、アンケート手法
- 実験遂行手法
- 社会実験評価手法
- 共創啓発手法
- 情報共有手法

倫理委員会

知財検討

III) 社会実装段階

社会実装コンセプトづくり

- エコシステムデザイン論

製品試作 (量産・カスタマイズ設計含む)

- 部品調達・製造計画法
- 初期投資額
- 社会4P妥当性評価手法 (Price Product Place: 販路 Promotion)

法制度検討

- 安全・規則アセスメント
- 事業化判断
- 社会コスト評価法
- 社会投資理論 (内部収益率・投資回収期間・現在価値)

認証取得

知財取得

IV) 社会普及段階

量販製品戦略立案

- 顧客対応体制構築法
- バリュチェーン活性化手法 (回収も含む)

市場調査

- 潜在的市場把握手法
- 潜在ニーズ顕在化手法
- コミュニティ構築理論

マーケティング活動

- 試行地域の妥当性評価法 (偏りの排除)
- 評価基準妥当性確保

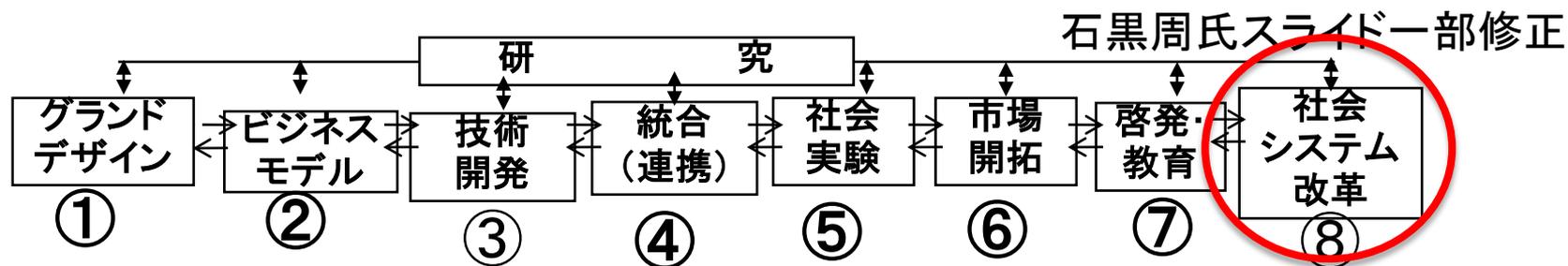
宣伝活動

法制度変更

- ロビー活動法

知財戦略

科学技イノベーションプロセス



規制緩和

- ドローン競技のための規制緩和

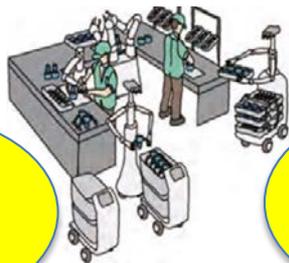
規制強化

- 情報の個人所有宣言
- 社会コスト低減投資規定
- ロボット産業集積条例

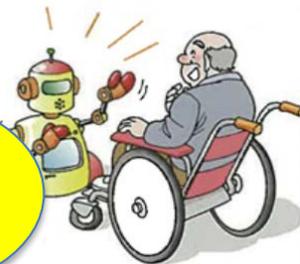
ワールドロボットサミット (WRS)

競技

モノ作り
競技



サービ
ス競技



災害対
応競技



世界の著名な研究チームの参加

挑戦感動の競技 (Robotics Challenge)

ものづくり、サービス、
インフラ・災害対応、ジュニア

挑戦と感動の展示 (Robot Expo)

Robot Summit Meeting
集中展示、地域展示

●成功報酬への挑戦+衆目の感動が革新を生む●

2018年プレ大会
2020年本大会

世界の著名なロボット研究者、要人の参加

展示

モノ作
り展示

サービ
ス展示

災害対
応展示

Robotがいる
街中システム



ロボットの殿堂

オリンピック/パラリンピックにおいて日本が主張すべきこと (2020年東京オリンピック決定時に考えたこと)

- 1964の年東京オリンピックにおける、服部時計店への要請と対応
- ・競技の時間を正確に計測したい → 推奨時計を利用可能に
⇒ クオーツウオッチ
 - ・競技結果をその場で印刷したい → 小型印字装置を利用可能に
⇒ プリンタ
- セイコーエプロンの礎となった
結果的に、**経済大国日本**の礎となった

2020年東京オリンピック

- ・“モノ”を輸出する時代から → “成熟国日本のライフスタイル”を輸出する時代へ
⇒ “新しいライフスタイルとそのValueChain輸出”

例)



鉄道車両輸出から
Product Innovation から



ロボットのいる駅なか交通システムの輸出へ
Process Innovation

来訪者にロボットによる新生活・生産を見せ感動してもらう
⇒ 地域展示と“地域リビングラボトリツアー”の実現

(技術立国日本) 日本からの輸出の変遷

1980年～ メカトロ製品輸出の時代

2010年～ 社会インフラ輸出の時代

2014年 ロボット革命スタート

ロボットのいるリビング
ラボラトリツアの準備

まち・ひと・しごとの創成 第一期

2020年 東京オリンピック/パラリンピック

“地域リビング
ラボラトリロボットツアー”

ロボットのいるリビングラ
ボラトリツアの全国展開

まち・ひと・しごとの創成二期

2025年 団塊の世代が後期高齢期へ

“地域リビング
ラボラトリ”の全国化

ロボット協働Value
Chainのリファイン
＝輸出産業化

まち・ひと・しごとの創成三期

2030年～ ロボット協働Value Chain
輸出の時代

“地域リビングラボラト
リ”の世界輸出