ロボット革命とその担い手
～そこにおけるRTMの役割～

A:ロボット革命
B:生産の革新
C:生活の革新
D:科学技術イノベーション
E:ロボットイノベーション

東京大学
佐藤知正

小子高齢社会である日本には、生産と生活の革新を実現する“ロボットイノベーション（ロボットによる社会変革）”が、求められている。2014 年6月政府の成長戦略「日本再興戦略2014」の一つとして、「ロボット革命」が打ち出された。2020 年までにロボット市場規模を製造分野で現在の2 倍、サービス非製造部門で20 倍に拡大することが明記されており、新たなビジネスチャンス創出に大きな期待が寄せられている。

この機会をとらえ、本講演では、 安倍首相の昨年5月の”ロボット革命”宣言以来、ロボットのいる生産や生活が注目されている。本講演では、ロボット革命の革命たるゆえん、ロボット革命の担い手、ロボット革命を起こすための具体的なアクション、その基盤としてのRTM、地域からのロボット革命実現とその展望について話題提供する。

A編：政府のロボット革命

（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）

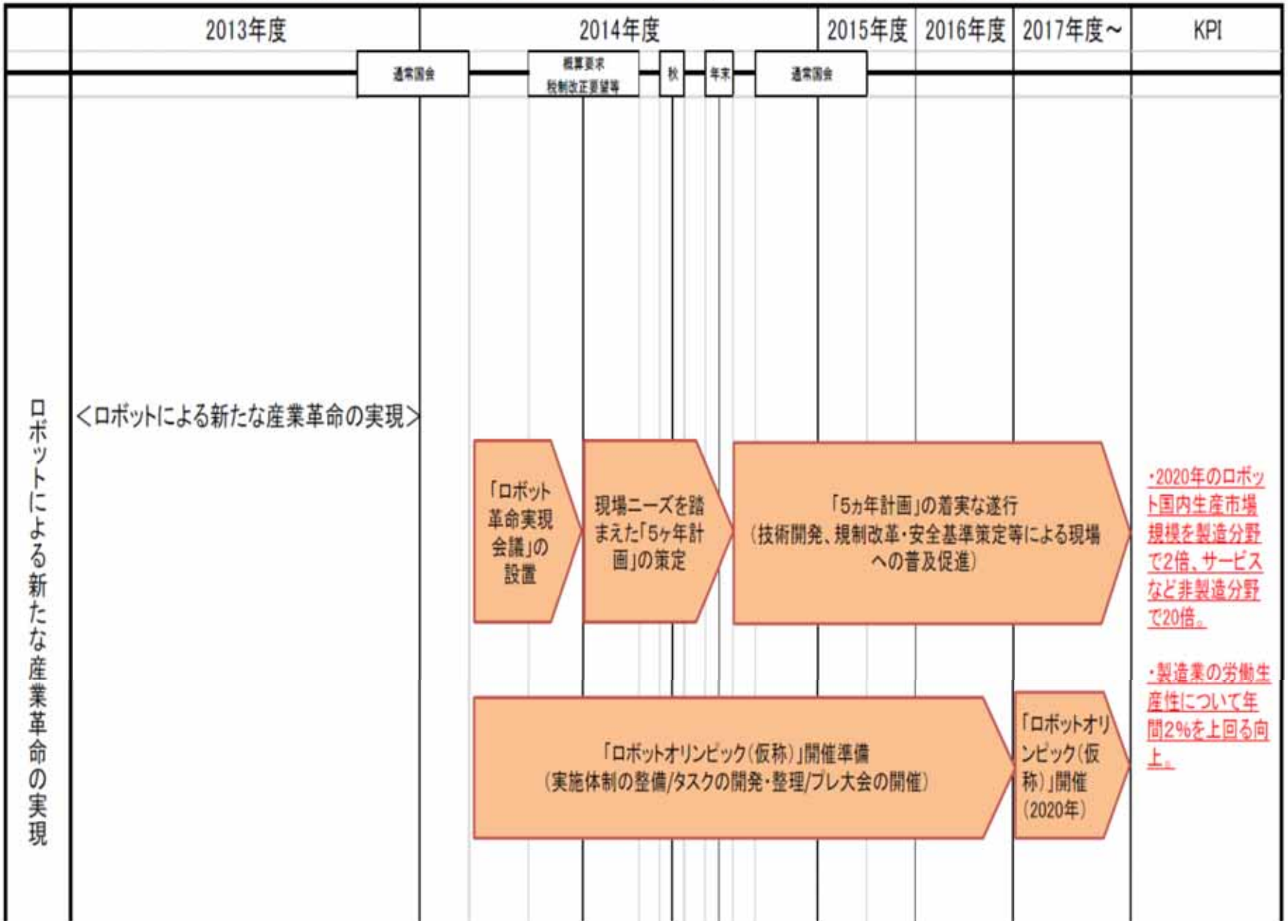
（6月24 日）「日本再興戦略」改訂2014 －未来への挑戦－

（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

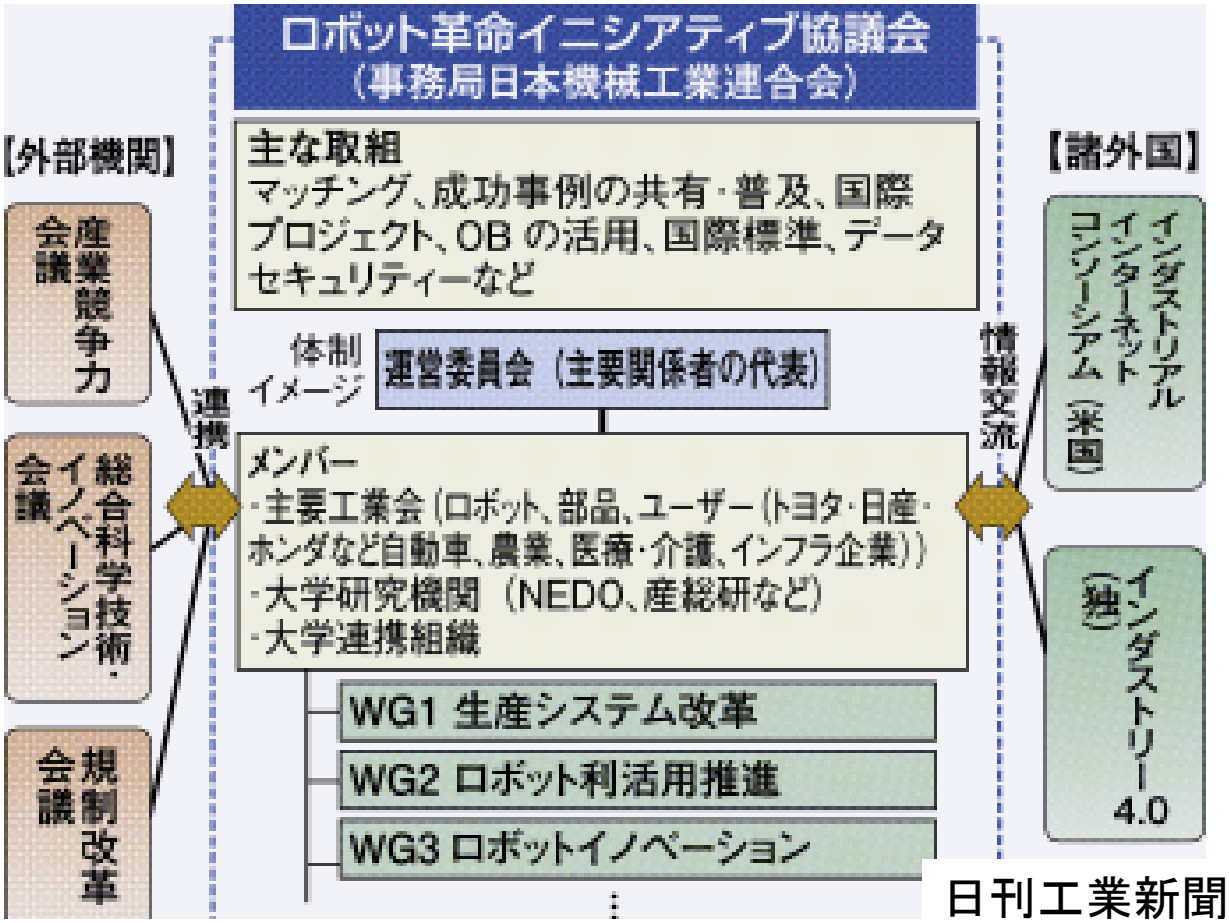
IoTの下でデジタルデータが高度に活用されるデータ駆動型社会においては、あらゆるモノがネットワークを介して結びつき、日常的にビッグデータが生み出される。さらにそのデータ自体が付加価値の源泉となる。こうした社会の到来によるロボット新時代を見据えた戦略を構築する。

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。

（2015年5月5日）ロボット革命イニシアティブ協議会

ロボット新戦略の推進母体として、産官学等幅広いステークホルダーから構成する「ロボット革命イニシアティブ協議会」の設置が提案されました。日機連はこの提案に賛同、同協議会のとりまとめ事務局を担当することとし、総会等開催に向けて準備を進めてきました。

協議会の事務局を日機連内に設置し、当面は事務局長を含む4名の専従スタッフで、６月１日から活動開始した。



日刊工業新聞HPより

（2015年6月23日）日本再興戦略～Japan is back.～

3つのアクションプラン
●一．日本産業再興プラン
●二．戦略市場創造プラン
●三．国際展開戦略

●一．日本産業再興プラン

６．中小企業・小規模事業者の革新

全国420 万の中小企業・小規模事業者、地域に広がるヒト、モノ、コミュニティといった経営資源は、日本の製造業の復活を支え、付加価値の高いサービス産業の源泉であり、世界に誇るべき産業基盤である。こうした産業基盤の革新が、地域経済を再生させ、我が国の国際競争力を底上げすることにつながる。

①地域のリソースの活用・結集・ブランド化

地域にはヒト、モノ、コミュニティといった数多くのリソースが利用されないまま眠っている。そのため、これまでの地域資源の考え方を地域の様々な経営資源にまで拡充し、これらを有機的に結び付けるため、地域資源の発掘及びビジネス化するための支援ネットワークの構築や一層のブランド化を図る。

〇地域のリソースを活用・結集させた起業・創業の促進

〇資金調達の多様化（クラウド・ファンディング等）【再掲】

〇「プレミアム地域ブランド」の創出

〇地方産業競争力協議会（仮称）の設置

（2015年6月23日）日本再興戦略～Japan is back.～

●二. 戦略市場創造プラン

テーマ1：国民の「健康寿命」の延伸

〇ロボット介護機器開発5ヵ年計画の実施等

・急速な普及拡大に向けて、移乗介助、見守り支援等、安価で利便性の高いロボット介護機器の開発をコンテスト方式で進めること等を内容とする「ロボット介護機器開発5ヵ年計画」を今年度より開始する。
・また、研究開発に先立ち、開発された機器の実用化を確実にするため、安全基準及びそれに基づく認証制度を今後1年以内に整備する。
・ロボット技術を利用した機器が、障害者の自立や生活支援に活かされるよう、企業が行う開発を更に促進するためのシーズ・ニーズマッチング等を行う。

テーマ3：安全・便利で経済的な次世代インフラの構築

インフラを、経済社会活動の礎となる機能を発揮する社会的な資産と捉え、最先端の技術と蓄積したデータを賢く利用することにより、財政規律に資するコスト縮減を図りつつ、その機能が恒常的に発揮され、時代の変化に対応して安全性・利便性が向上していく環境を実現する。
その中で、世界最先端の技術力を有する**センサーやロボットなどのデバイス・システム技術**や宇宙インフラによる測位・観測技術、データ管理・活用技術などが駆使され、世界共通の課題であるインフラ老朽化問題対策のフロントランナーの地位を築く。

●三. 国際展開戦略

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

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**

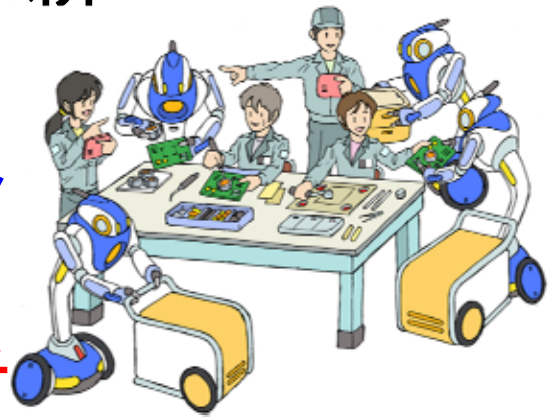
サービスや介護へのシフトも必要で、**絶対的な労働力不足**。
女性や高齢者の活用も考えられるが、仕事と家庭の両立、などを考慮すると
ワークシェア等の労働スタイルや、日常生活ライフスタイルのパラダイム転換が必要。

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。
生産の革新：製造業リショアの為に、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。

生活の革新：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。

協働ロボットによる少子高齢化社会における生産様式と生活様式の革新



生産と生活の革新プロジェクト

ロボットとの変種変量生産

さりげなくロボットがいる生活

内容

人と協働する機能を進化させたロボットの新種族である“協働ロボット”の、
積極的導入を通して生産様式および生活様式の革新を目指す。

【研究開発】

1) 人と協働ロボットの時間的・空間的ワークシェアによる、
ものづくり現場における “協働ロボット活用多種少変量生産システム”

2) サービス協働ロボットと情報通信技術の統合による、
病院・介護施設・グループホームなどにおける“協働ロボット活用生活支援システム”

【社会実装】

3)多くの実用事例を集積し開放集積型の企業体ネットワークを構築。
需要と市場を掘り起こして協働ロボット産業を立ち上げる。

生産と生活という2つの出口に向けた具体的な新世紀産業創成を展開する。

C編：生産の革新

生産におけるロボット革命

米国のモノつくり回帰

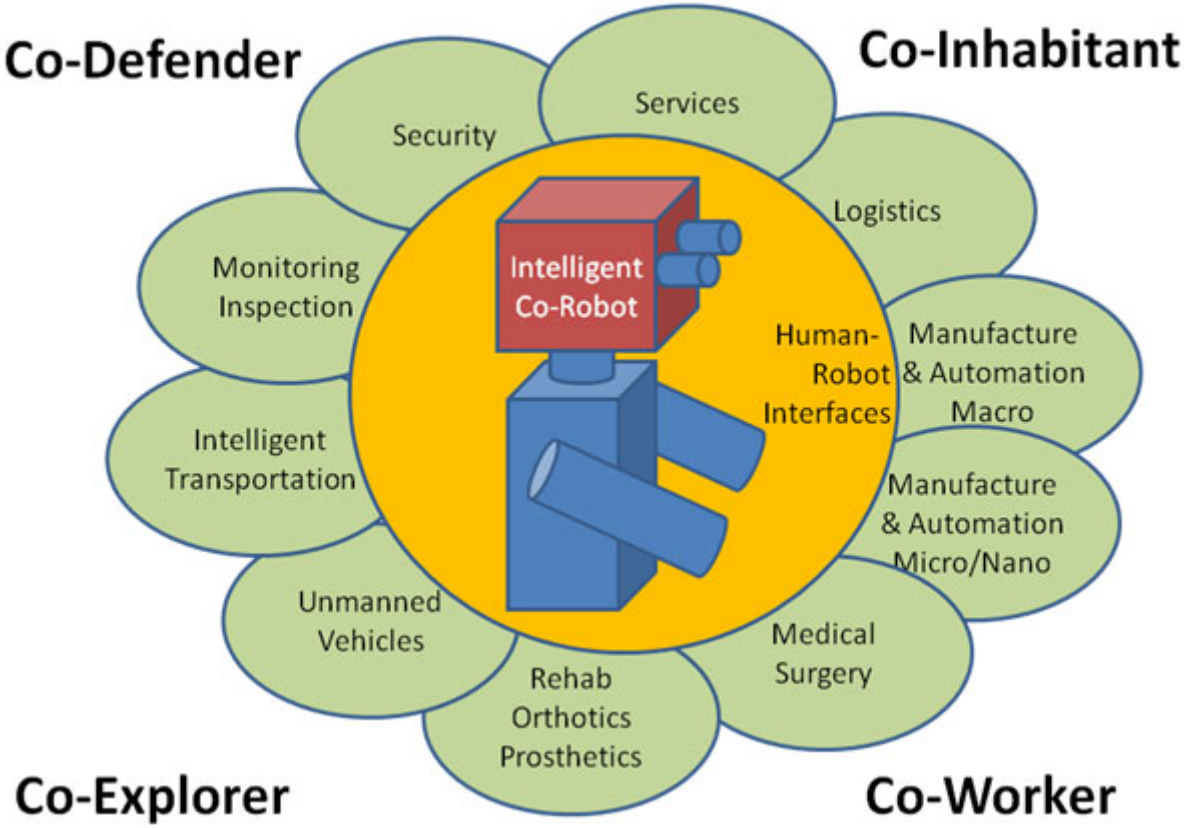
Advanced Manufacturing Partnership

- オバマ政権の新政策
  - 2011/6/24にCMUで大統領自ら演説・発表
  - 予算総額 $500million（約400億円）
  - 産業界・大学・政府の連携を促す枠組み
- 主な項目
  - **国防にとってクリティカルな製品を国内で生産する能力の確立($300M)**
  - 新材料の開発期間短縮($100M)
  - 次世代ロボット開発($70M) : “National Robotics Initiative”
  - エネルギー効率の高い生産プロセスの開発($120M)
- National Robotics Initiative (NRI)
  - NSF, NIH, NASA, USDA（合衆国農務省）が関与
  - 人の近くで人とともに働くロボット(”co-robot”)の開発を目指す
  - 生産現場で人とともに作業するロボットも開発対象

Co-X

NRI Application Space*

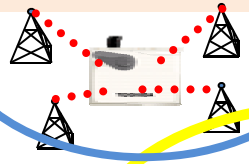
- NRIの想定される応用先



* NSF program solicitation (http://www.nsf.gov/pubs/2011/nsf11553/nsf11

日本でつくるべきもの（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

人の個人行動や
社会行動のモデル

事業や組織、機械の
ふるまいモデル

人のライフログ

機械や組織のライフログ

ロボット化基盤：ICF構造化現場BigData

リジリエンス活動のロボット化

復興

災害対応

防災

復興、災害対応、防災分野：ロボット化コミュニティ活動、トレーラハウス拠点

ロボット化された生活総合産業としての医療

心身機能・構造サービス

活動サービス

社会参加

医療、福祉、社会参加分野：e-カルテ（ICF記述評価）拠点カフェ（サービスコンビニ、情縁家族）

地域の課題に、地域で答えうる、地域に根ざしたコミュニティベーストロボティックシステムを創り、育て、地域に定着させるとともに、同じ課題を抱える世界中のコミュニティと共創する試みを、NPO“コミュニティベーストロボティクシステム”を設立し追求する

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

↑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

ハイインパクト
の元になる
技術的ポイント

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

マニュピレーションの世界
➡ロボット協働作業によるProcess Innovation

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 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 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 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）

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）

ロボットと人が共存する
協働作業による生産性向上

ブルックスの成功と新しい挑戦

ロボットイノベーション

生産のプロセスイノベーション
（ブルックスも挑戦中）

ルンバのビジネスモデル（成功例）

ブルックスの戦略

単品製品ビジネスモデル

人ができない単機能機械
それでも10年かかった
i-Robot社　軍事比率40→10%

●技術的に圧倒的に優位なこと

サブサンプションアーキテクチャ

●コスト的に圧倒的に優位なこと

ビジネスモデル：

うれる値段を先にきめて製品化

コスト削減がイノベーションの種のひとつ

●使いやすいサービス

わかりやすいサービス

バックスターのビジネスモデル？
（データベース活用）

双腕双眼マニピュレータ

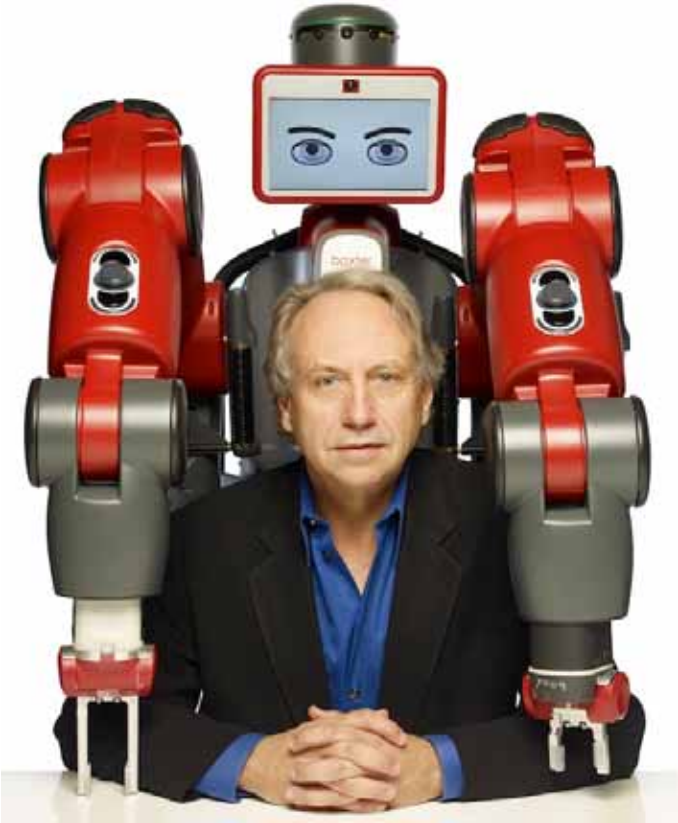
サービス＋モノ＋シカケ
ビジネスモデル

●10人から500人の工場への導入
10万社
1兆7千億円

●10人以下も売る（三ちゃん工場：ロボット革命！）
17万社

●ネットワーク結合されていてプログラム改良
利用情報が収集されている

●22000ドル（ハードウエア）
ROSを搭載してオープンソース
で研究者に公開



ロボットにものつくりノウハウ（日本の得意）を習得させ
人手によらない“生産のプロセスイノベーション”を成し遂げる。

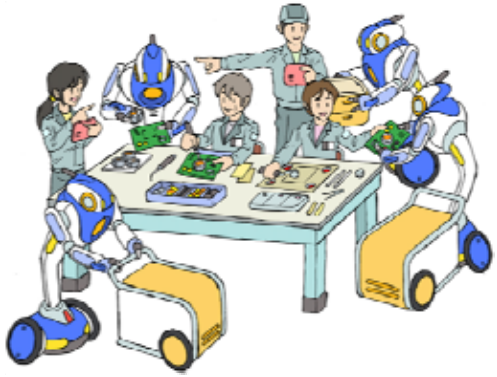
協働作業ロボットの社会実装活動
～協働生産事例つくり～

表１　コボット活用生産様式革新グループ

生産システム実装課題１（中規模セル：コボット組み立て）
生産システム実装課題２（電子機器組立セル１、同２、同3）
生産システム実装課題３（機械機器組立セル１、同２、同3）
生産システム実装課題４（個人企業作業セル１、同２、同3）
生産システム実装課題５（町工場作業支援１、同２、同３）
生産システム実装課題６（バイオ実験操作１、同２）
生産システム実装課題８（大物マテハン１、同２）
生産システム実装課題９（農産物マテハン１、同２）
生産システム実装課題１０（食品マテハン１、同２）
生産システム実装課題１１（流通マテハン１、同２、同３）
生産システム実装課題１２（企業生産研１、同２、同３、同４）
生産システム実装課題１３（大学研究室１、同２、同３）
生産システム実装課題１４（国研ロボット部門１）
生産システム実装課題１５（自治体生産技術センター１、同２）
生産システム実装課題１６（高専技術実装１、同２、同３、同４）
生産システム実装課題１７（復興商店街１、同２、同３）
生産システム実装課題１８（復興企業団地１、同２、同３）

協働ロボット社会実装に
有効なアプローチ

オープン
ソフト
ウエア



協働ロボット
プラット
フォーム

協働ロボット協働生産生活事例つくり

協働ロボットシステム
エンジ ニアリング

協働ロボット社会実装に有効なアプローチ

オープンソフトウエアプラットフォーム

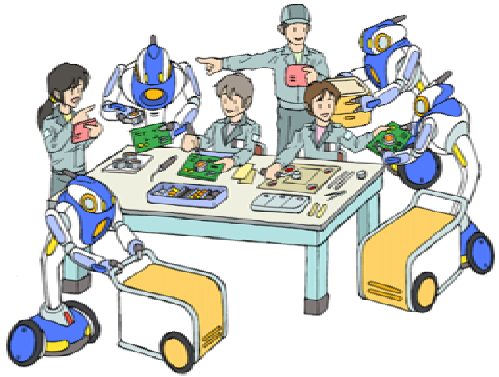
協働ロボットハードウエアプラットフォーム

RTM

RTM得意領域

- **アプリケーション**
- **知能モジュール**
- **ライブラリ**
- シミュレータ
- 通信ライブラリ
- デバイスドライバ
- 開発ツール

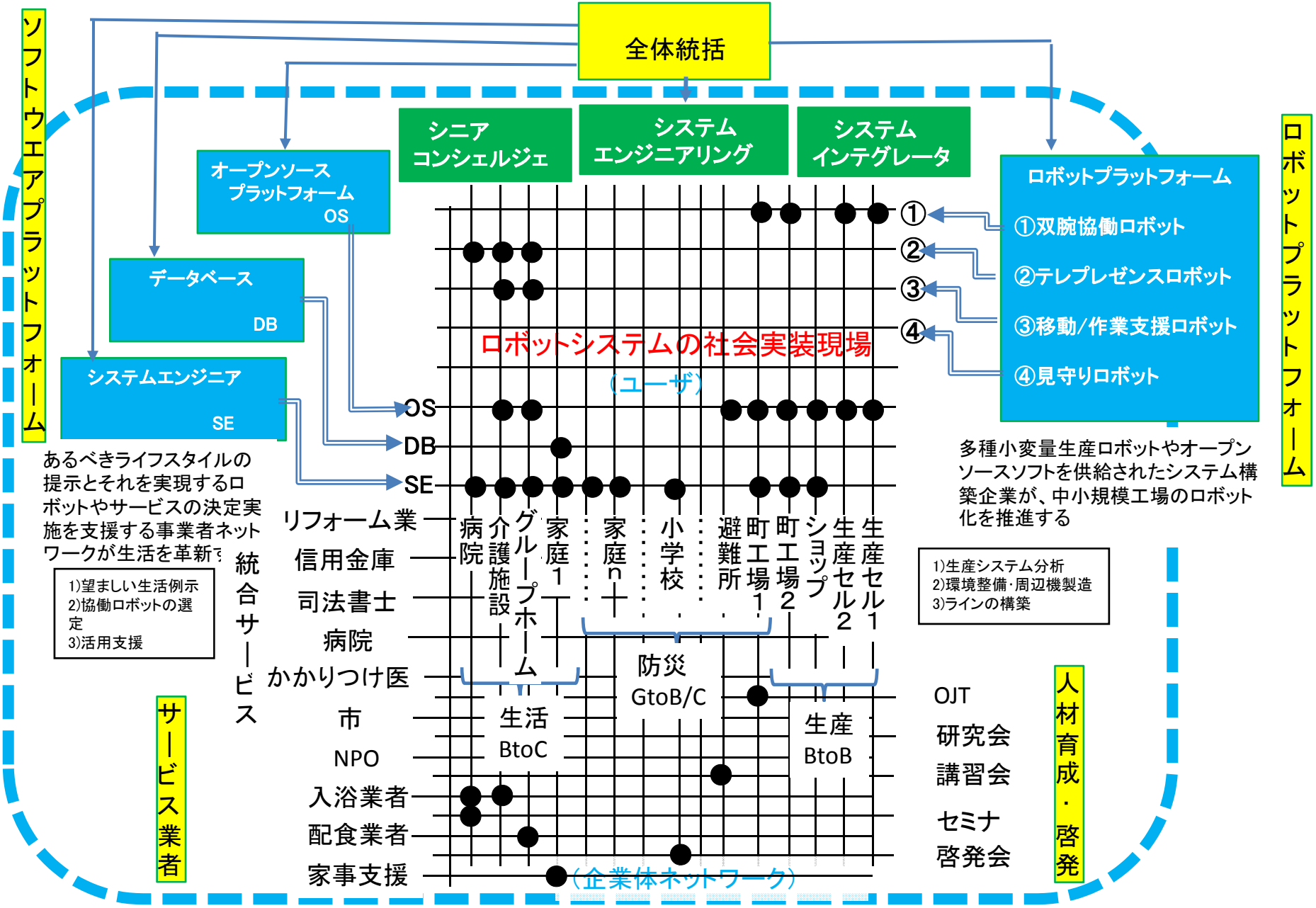
ROS得意領域



協働ロボット協働生産生活事例つくり

協働ロボットシステム
エンジ ニアリング

ロボット実用化のシカケ



参画企業、団体

(1)協働ロボットプラットフォーム： 4種の協働ロボット

①双腕協働ロボット（上半身ヒューマノイド）
②モバイルマニピュレータ(MM)協働ロボット
③デリバリ協働ロボット
④テレプレゼンス(TP)協働ロボット

(2)オープンソースソフトウエアの開発･維持･活用：

オープンソースインキュベーション組織、RTミドルウエア開発グループ

(3)協働ロボットシステムエンジニアリング（含人材育成）：

企業生技OBをスカウト、学生OJT育成
協働ロボットの社会実装を、
プラットフォーム協働ロボットやオープンソフトで実施

(4)サービス業を切り込み隊とした協働ロボットを用いた生産･生活事例の実装：

協働ロボットを導入した中規模生産ライン、小規模生産セル、個人事業所等事例
協働ロボットを用いた、病院、介護施設、グループホーム、家庭などでの事例実施

相模原市の試み

産業用ロボット導入支援事業について（新規事業）

地域活性化・地域住民生活等緊急支援交付金を活用
（H27.3補正）

ものづくり現場の声

忙しいけど
儲からない

- 人件費が高く生産コストを圧迫
- 人材の確保が困難（商業サービス・物流等との獲得競争）
- 自動化を進めたいが仕様変更や変量生産のため困難
- ロボットを導入したいがコストが分からない
- 社内にロボットを扱える人材がいない

ロボット導入を地域でサポート

(仮)ロボット導入支援センター
さがみはら産業創造センター（SIC-2セミラボ）に
ロボット専任のコーディネータを配置、H27.8開設予定

カイゼン支援 【企業の生産性向上のための勉強会、ｺﾝｻﾙﾃｨﾝｸﾞ】	ロボット導入効果の見える化 【企業のロボット導入に対する支援、ニーズ調査】
ロボット技術者の育成 【安全講習・操作講習】	ｼｽﾃﾑｲﾝﾃｸﾞﾚｰﾀ育成 【ロボット用オープンソースソフトウェア講習会】

相模原市ロボット導入補助金

事業費　6,000万円（内訳）

SICに委託

- ﾛﾎﾞｯﾄ導入支援ｾﾝﾀｰ整備事業　（2,400万円）
- モデルケース、導入ニーズ調査事業
  →専任コーディネータの配置　（850万円）
- カイゼン支援事業　（100万円）
- ロボット技術者育成事業　（200万円）
- ｼｽﾃﾑｲﾝﾃｸﾞﾚｰﾀ育成事業　（250万円）
- 管理費・税　（700万円）

市

- ロボット導入補助金　（1,500万円）
  産業用ロボットを導入する事業者を支援
  対象者：市内事業者
  補助限度額：500万円／件
  補助率：中小企業２／３、大企業１／２
  ※７月公募予定

（合計金額：6,000万円）

製造業事業者
- 労働力不足の解消
- 生産性向上による競争力強化

ロボット関連事業者
ビジネスチャンスの拡充

相模原市の試み

産業用ロボット導入コミュニティの創出

【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

ソフトウエア

【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

【ソフトウエアハウス】
自動化機器やロボットのソフトウエアを構築する

ロボット

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

【生産機器メーカ】
自動化機器や治具の研究開発、自動化ノウハウの提供

市・・連携

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

【技術コンサルタント】
デバグ、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

啓発

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

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

なぜ、革命か？

従来のやりかたでは、うまくゆかない

従来		ロボット革命では
①大量生産	➡	変種変量生産
②中央	➡	地方が主体 生活と生産は地方にあり
③大企業	➡	中小･ベンチャ企業が主導
④ﾆｰｽﾞやﾆｰｽﾞ指向	➡	社会実装アプローチ

革命のために必要なもの

革命を実現するために必要なこと

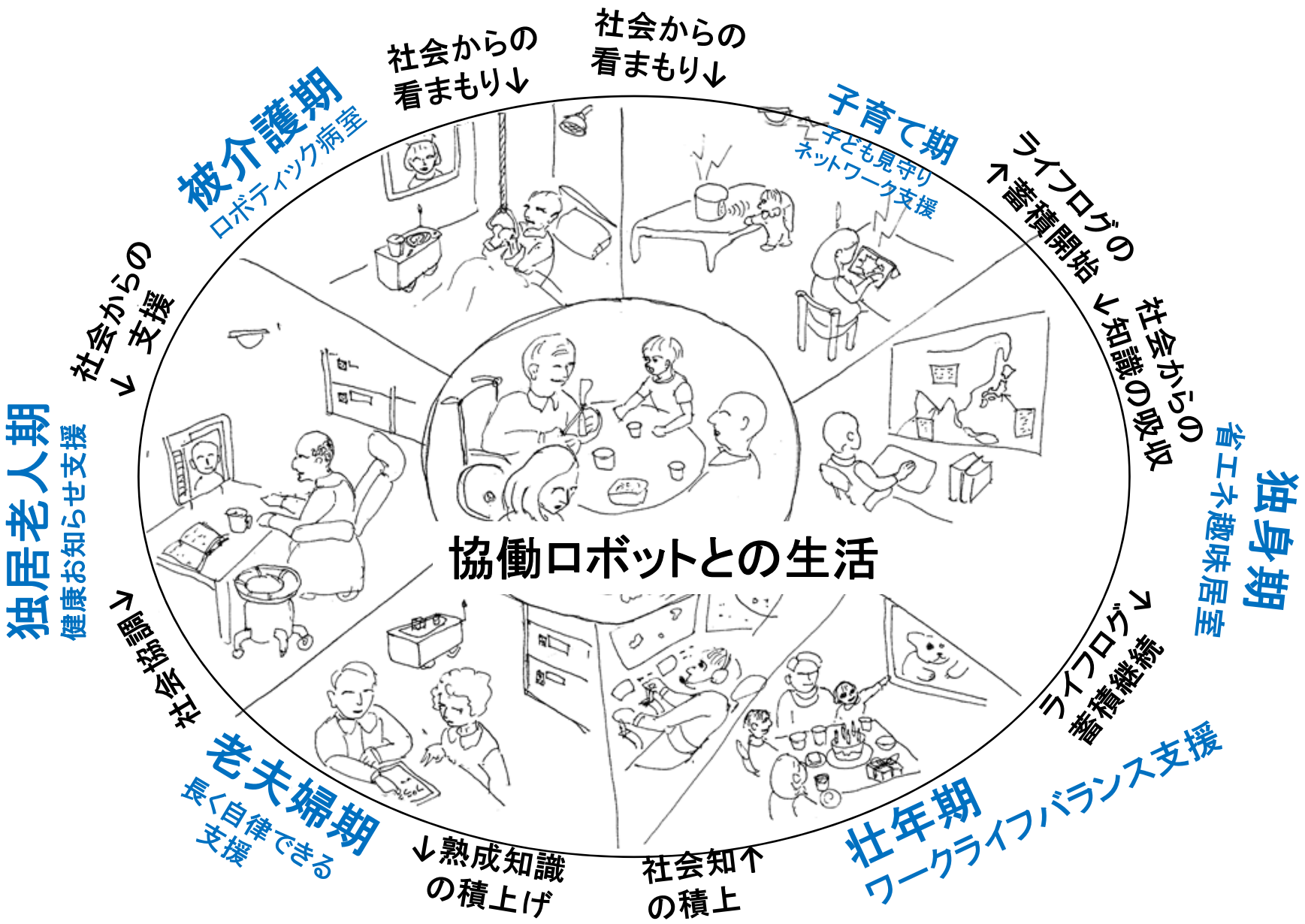
①革命思想	➡	変種変量生産、ロボットとの生活
②革命家	➡	地方の有志 ロボットをお金に換えられる人
③武器	➡	プラットフォームロボット プラットフォームソフトウエア サービス事業者の先導 広範な啓発と人材育成
④場	➡	地域コミュニティ

D編：生活の革新

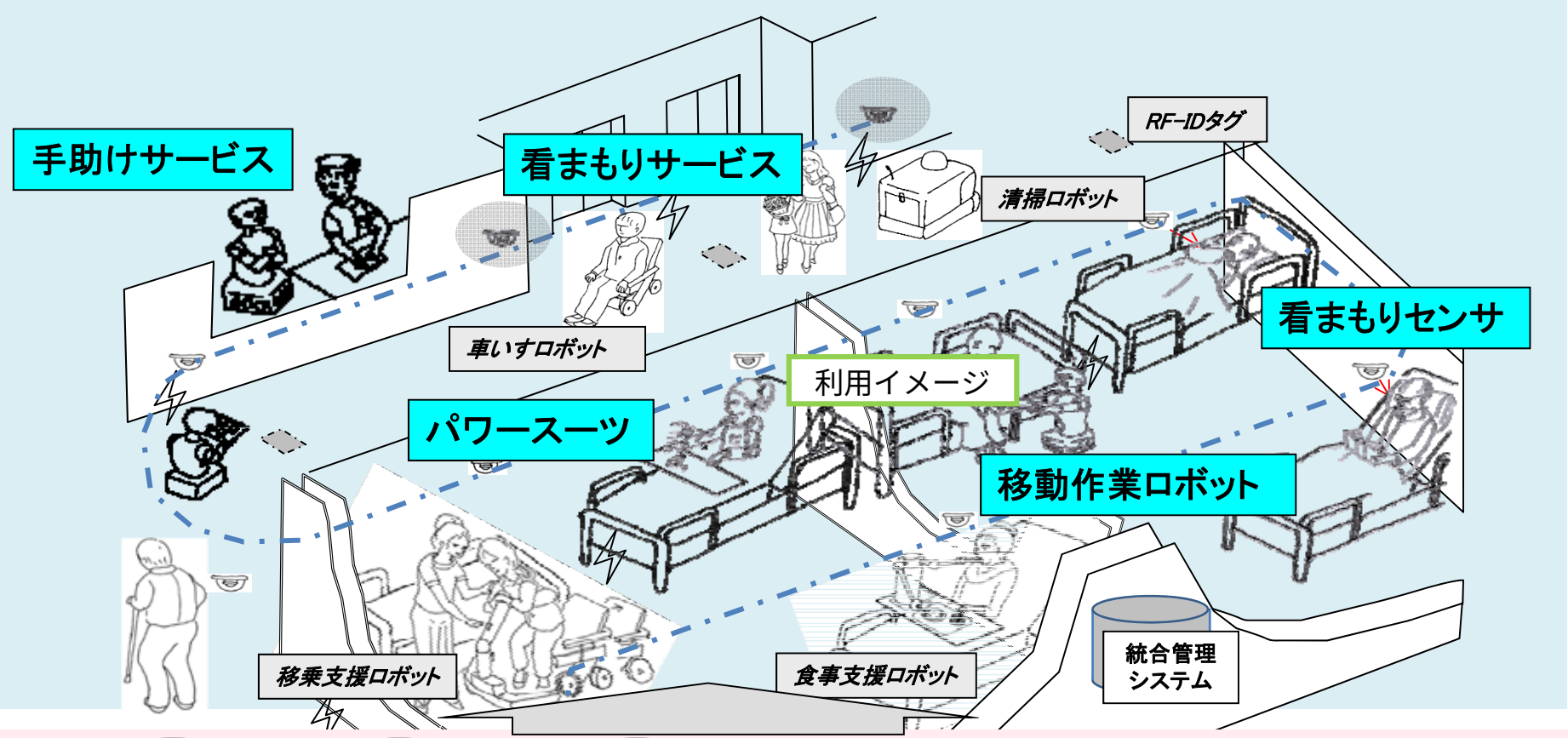
生活におけるロボット革命

●コミュニティベーストロボティクス●

協働ロボットによる生活の革新のイメージ



協働ロボットによる生活の革新のイメージ



移乗支援
入浴支援
食事支援
見守り
排泄支援
移動支援

ソフトウェア
プラットフォーム

ハードウェア
プラットフォーム

環境／作業情報構造化
プラットフォーム

留意点1
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
便利快適ニーヅ
ビジネス
（幸福ビジネス）

マスプロ
製品

→

高齢成熟社会
（今の日本）

安全安心生活
～災病老死～
根源ニーヅ
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

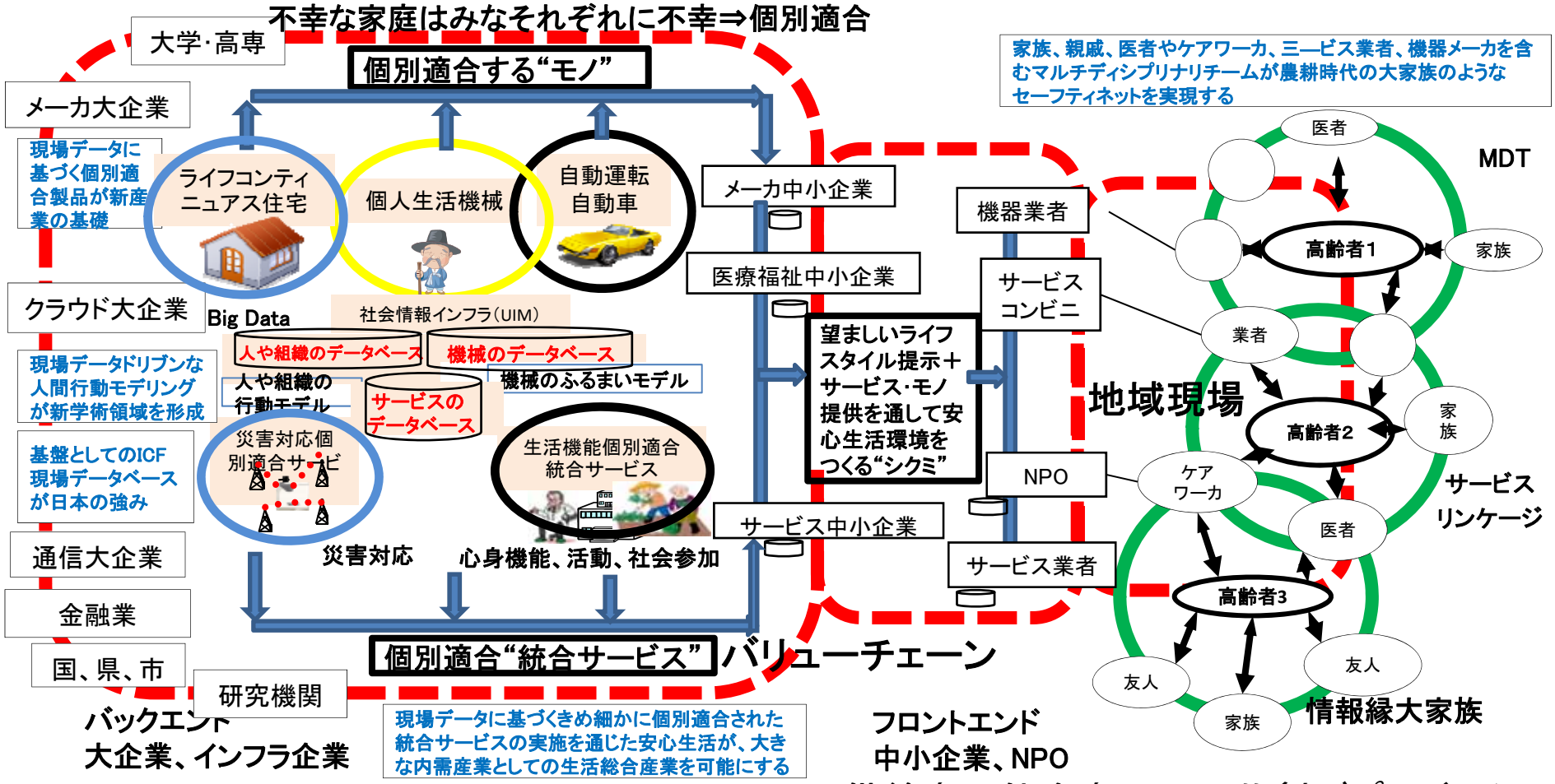
中小企業と大企業の位置関係（水平関係、垂直でない）

～ベンチャ･大企業水平連携、“モノ”サービス”シクミ“つくり一体生活支援ロボット総合産業～

日本は山紫水明の国（自然災害大国）、成熟社会（超高齢社会）課題：災害死、孤独死の防止

“地域生活コミュニティまるごとアプローチ“

バラバラサービス⇒生活総合内需産業　セーフティネットの喪失⇒安心生活社会関係資本



供給者一仲介者一ユー共創ザプロジェクト

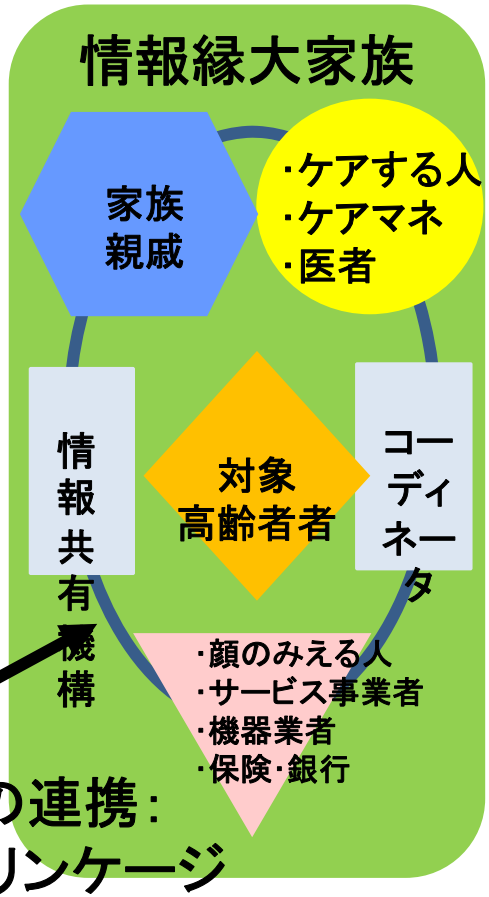
留意点2：成熟国日本の高齢社会における課題
～セーフティネットの崩壊～
高齢者資金の塩漬け

個人金融資産　1,300兆円，60歳以上に,54.0%

貯蓄目的（3つまでの複数回答可）
・病気や不時の災害への備え（64%）
・老後の生活資金（58.6%）　　（森宮勝子）による）

今の高齢者は,病気や老後などへの備えに対するセーフティネットに危機感を有している.

情報縁大家族（セーフティネットの再構築）
～歴史的必然性と役割～



業者間の連携：
セーフティリンケージ

第１の波（農耕社会8000BC～）**大家族。**

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→個族，無縁社会

第３の波（情報社会　進行中）**情報縁大家族**

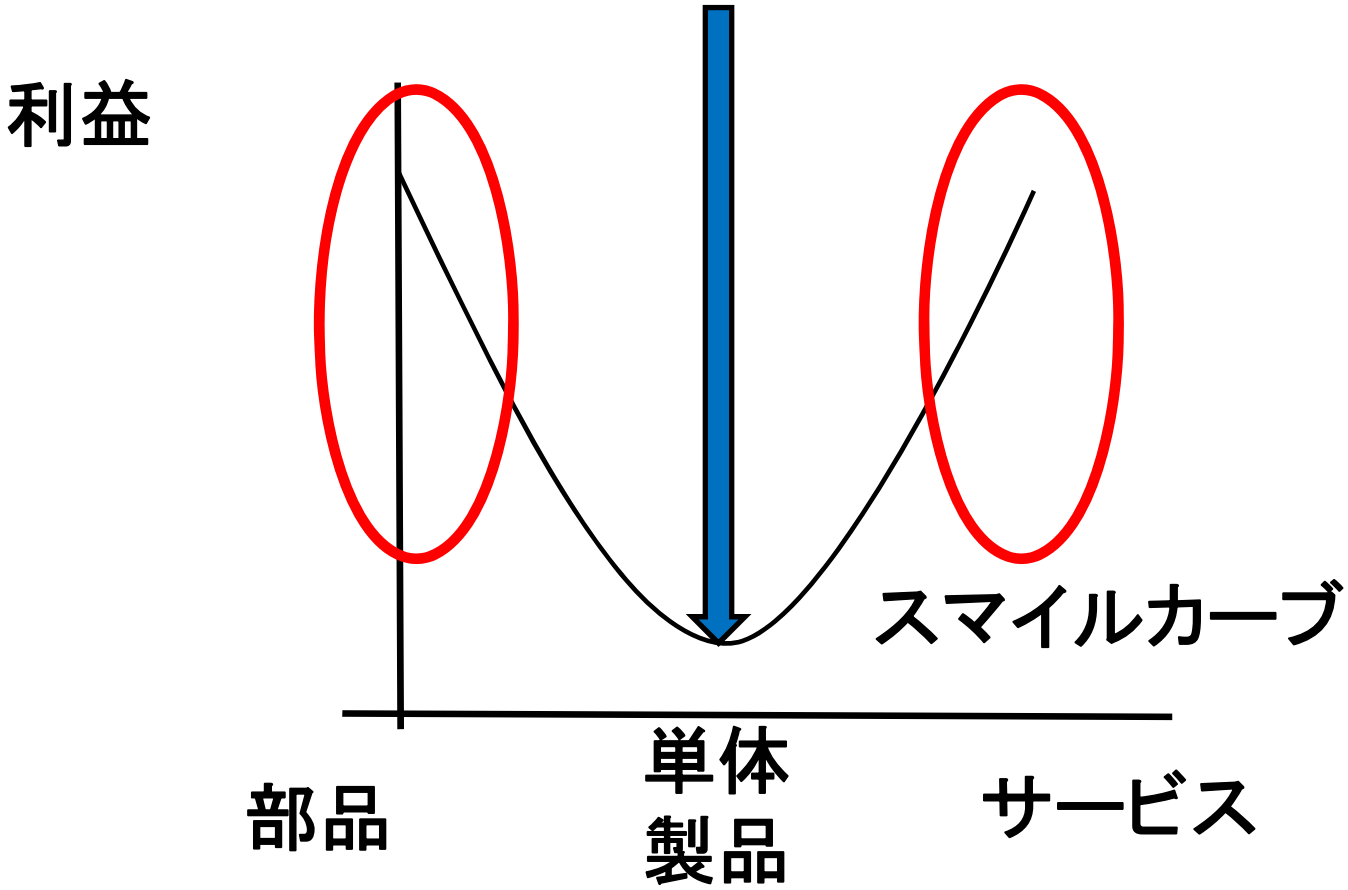
電子情報化社会（情報縁社会）

←情報縁社会、血縁社会）

家族とサービス提供者の合体による大家族

情報縁大家族は、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、そのコーディネータを中心に、そのひとのセーフティネットとしての役割をはたす。ポイントは、情報縁大家族間の情報共有（サービスリンケージ）にある。現在は、これがない。

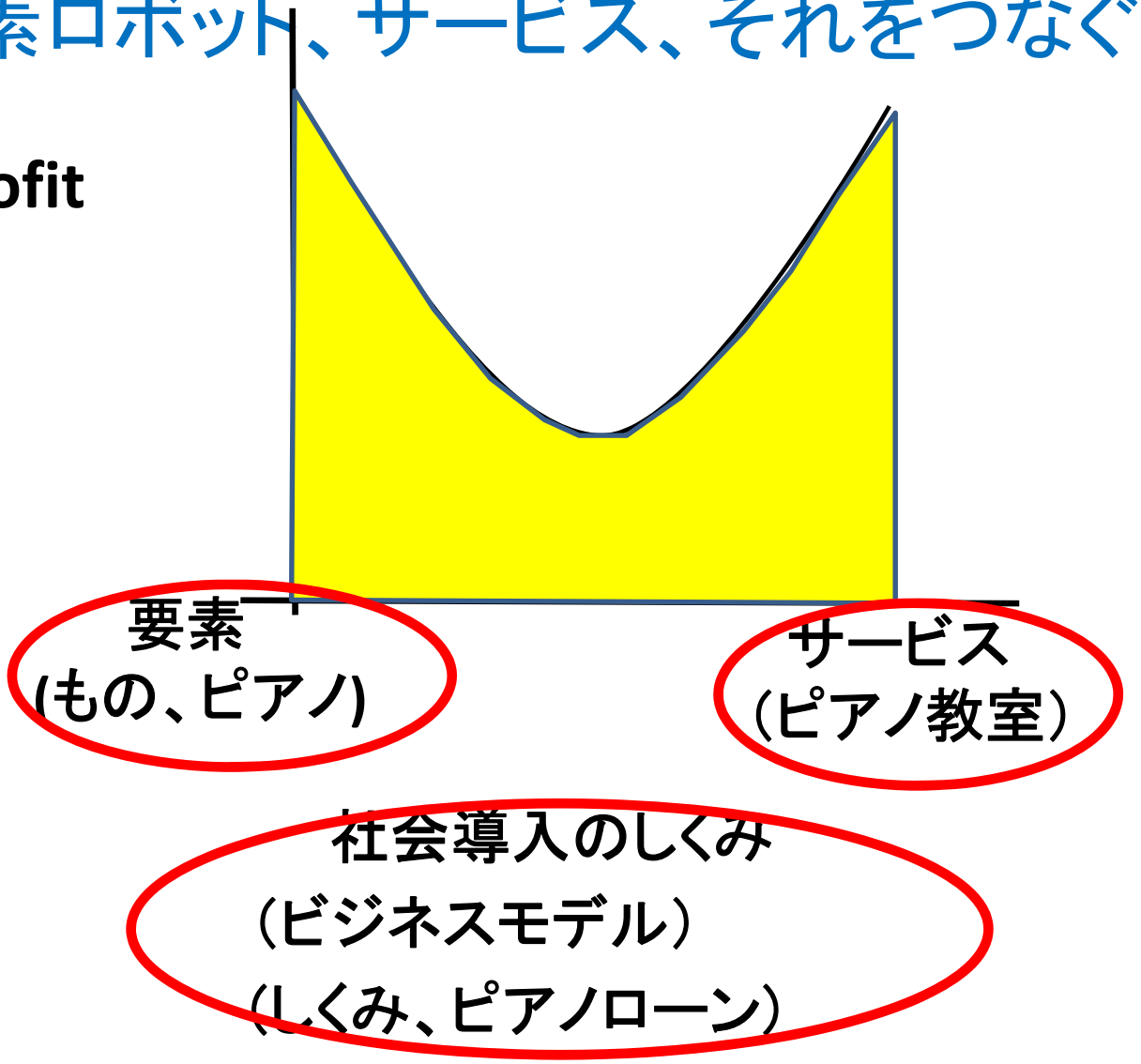
留意点3
ものつくり日本メーカの苦戦



部品とサービスの利益が大きい

ヤマハのとったピアノ普及戦略

～要素ロボット、サービス、それをつなぐしくみ～



留意点4:機械のログデータベース（機械ログビッグデータ）成功事例

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		数万円の機械？IoT

高齢社会の中心課題(潜在ニーヅとバラバラサービス)

➡望ましい生活提案と統合サービスの実現

●現代社会における中心課題：
　人、特に高齢者は，自身の生活に関して，膝が痛いなどの問題点は明確にわかるが、どのような機器や対策をとればよいのかや、また、総合的視点からの配慮と対応希求しているが、現状の専門家、例えば，医者やケアワーカは，縦切りの配慮、対応しかとれなく①何が有効なのかを提示してくれ、②全体を見通した統合サービスが受けられないので困っている。

課題と解決策
①：高齢者自身、自身の問題点は把握しているが、対応策（自分にふさわしい生活とその実現方法）が認識できない。→ありうる生活の例示と、その実現成功例の提示システム
②：バラバラにサービスが存在している。つまり、サービスは存在するが、さまざまな業者や場所に分散して存在している、全体が把握できない。→ワンストップサービス提案、実施システム
③：個別サービスは受けられるが、だれも責任をもって対応してくれない→最初はネットできっかけがつくられ、最終的には顔がみえるセーフティネットとして機能するシクミ。→セーフティネット化

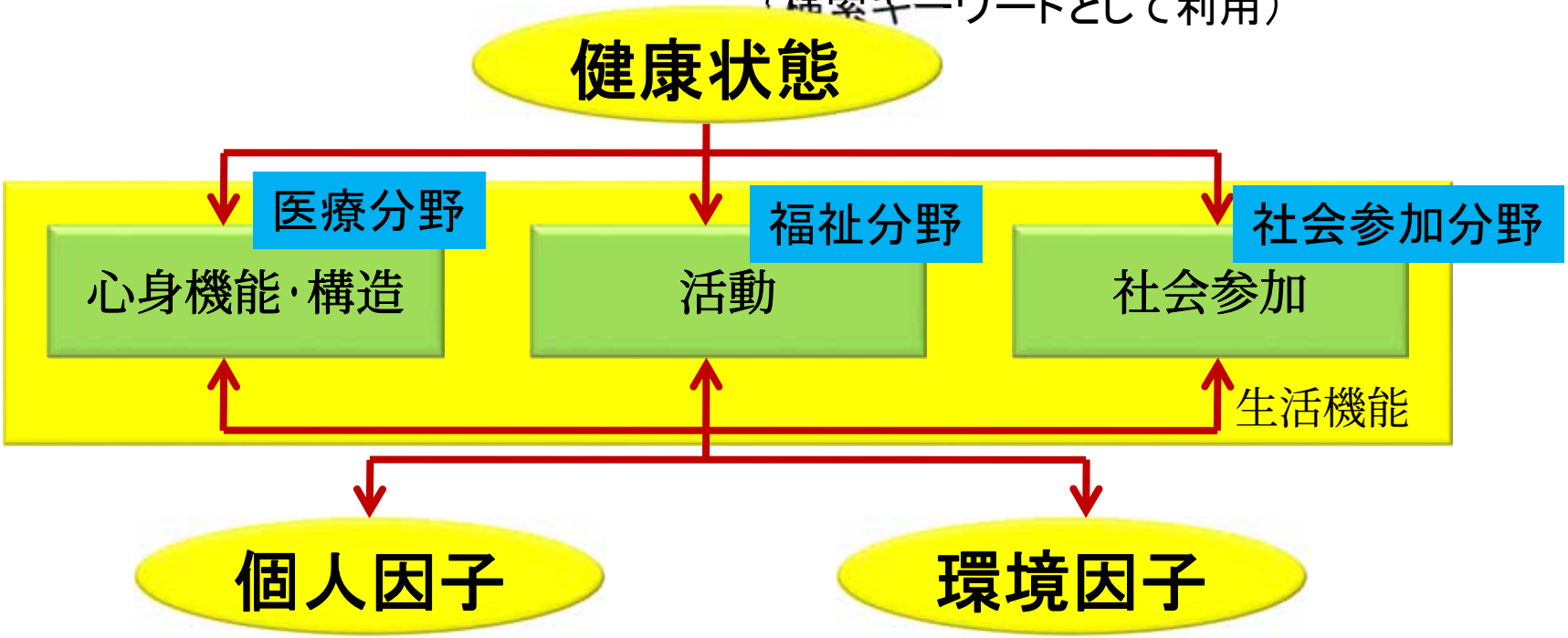
⇒セーフティネットとして機能する個別適合生活支援統合サービス

サービスの全体像

人が生きることの全体像
ICF：国際生活機能分類

生活機能モデル

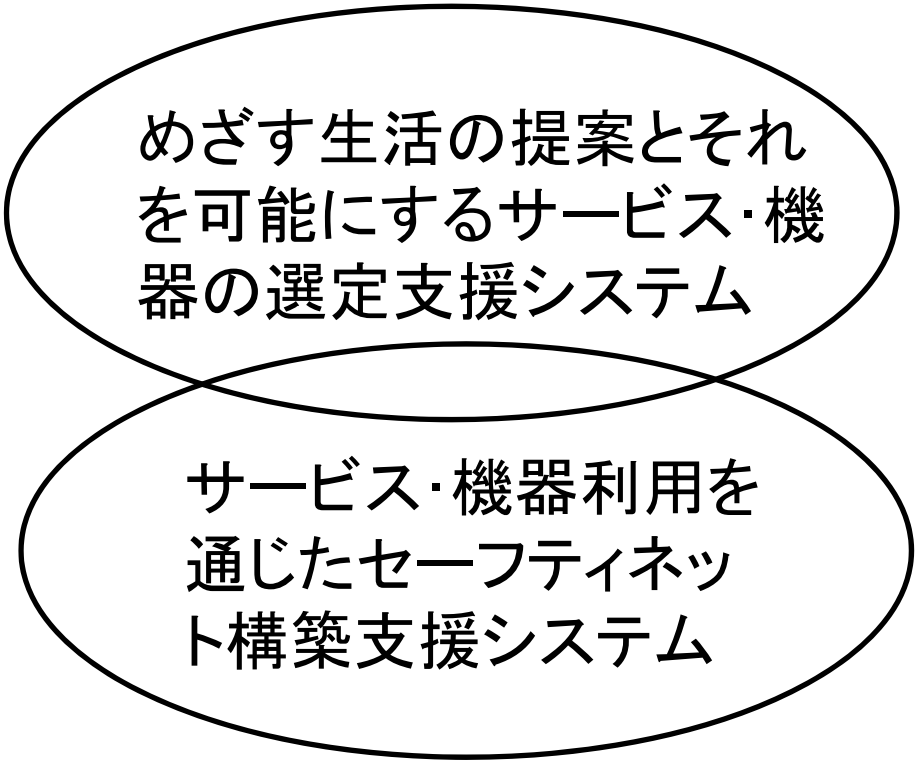
・「生きることの全体像」を捉える「統合モデル」
・「健康に生きること」を捉える「共通言語」 1400のコード
（検索キーワードとして利用）



ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health*)*
に基づく考え方（※2001年にWHOで採択）

生活の全体像を把握し、生活データを計算機
処理で分析し、デザインすることで生活機能統合サービスを実現する
生活統合データベース

高齢者支援システムの望ましい形



安心生活統合デザイン支援システム

生活の革新：
鈴木さんのつぶやき“足の関節が痛い”と
それへの対応（サービスとロボットの提供）

鈴木さんへ

≪心身機能･構造レベル≫医者，教育

心身機能･構造<-> 関節の軟骨に障害？診察を

心身機能･構造<+> 体の動かし方講座

≪活動レベル≫福祉関係，教育関係

活動<-> 歩行アシストが有効，災害避難マップ

活動<+> 元気トレーニングが有効

≪社会参加レベル≫市民活動関係，教育関係

社会参加<-> 山田さんとバスを利用について桜をみにいったら

社会参加<+> 他人の支援による菜園教室，ガーデニングも面白いよ

●高齢者潜在ニーヅの掘り起こし ●個人ICFDBに基づいたオファー

●ワンストップサービスの提供 ●サービスとモノのフォローアップ

協働ロボット社会実装活動
～協働ロボット協働生活事例つくり～

表２　協働ロボット活用生活様式革新グループ

生活システム実装課題１（病院１、同２）
生活システム実装課題２（福祉施設１、同２、同３）
生活システム実装課題３（保育施設１、同２、同３）
生活システム実装課題４（教育施設１、同２、同３）
生活システム実装課題５（図書館１、同２、同３、同４、同５）
生活システム実装課題６（博物館１、同２）
生活システム実装課題７（グループホーム１、同２）
生活システム実装課題８（地域集会所１、同２）
生活システム実装課題９（集合住宅管理１、同２）
生活システム実装課題１０（スマート住宅１、同２）
生活システム実装課題１１（復興施設１、同２、同３、同４、同５）
生活システム実装課題１２（復興集会所１、同２、同３、同４、同５）
生活システム実装課題１３（復興住宅１、同２、同３、同４、同５）
生活システム実装課題１４（復興商店街１、同２、同３）
生活システム実装課題１５（大学研究室１、同２、同３）
生活システム実装課題１６（国研研究室１、同２）
生活システム実装課題１７（高専技術実装１、同２、同３、同４）

ロボット社会実装
に有効なアプローチ

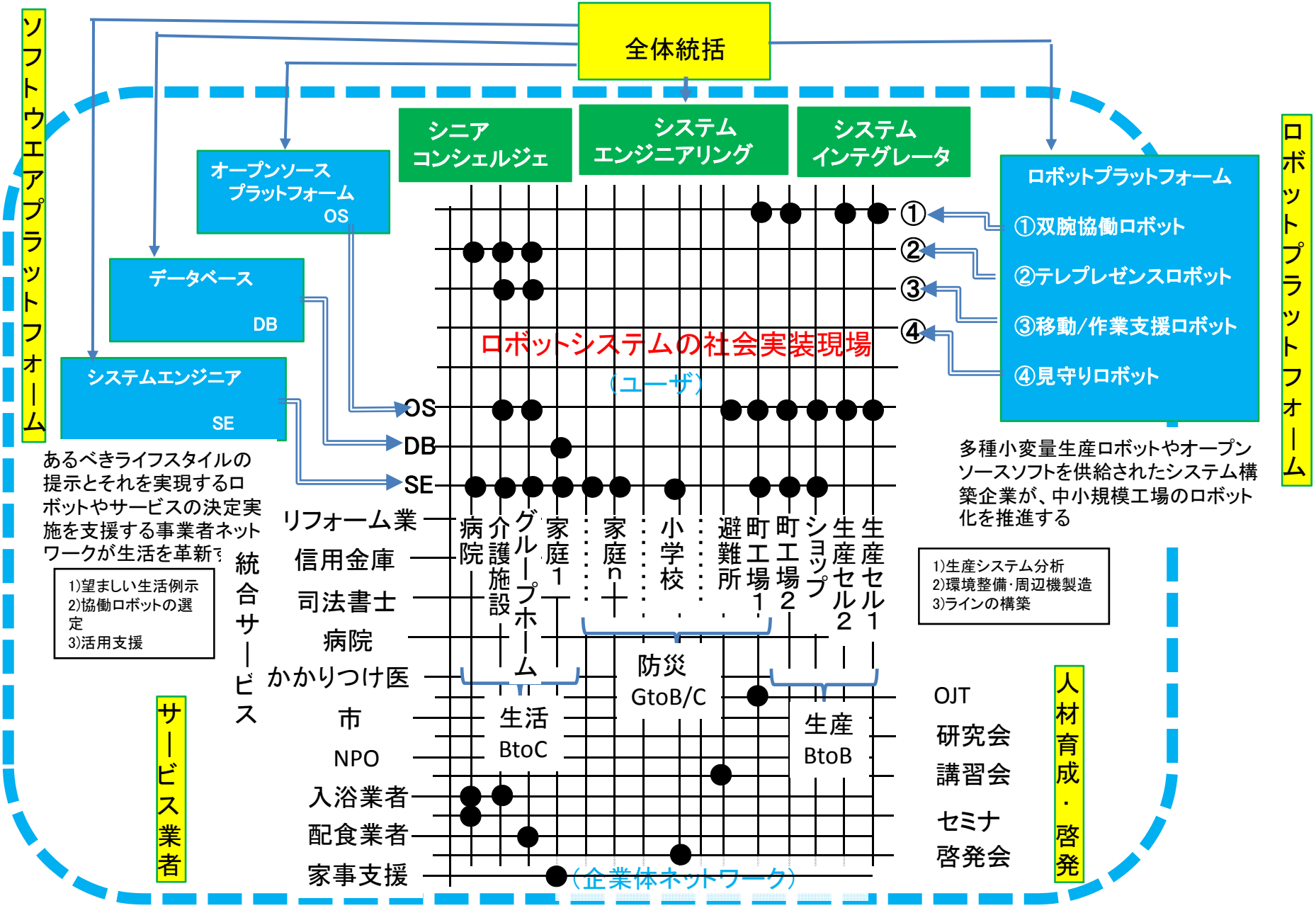
オープン
ソフト
ウエア

協働ロボット
プラット
フォーム

協働ロボット協働生産生活事例つくり

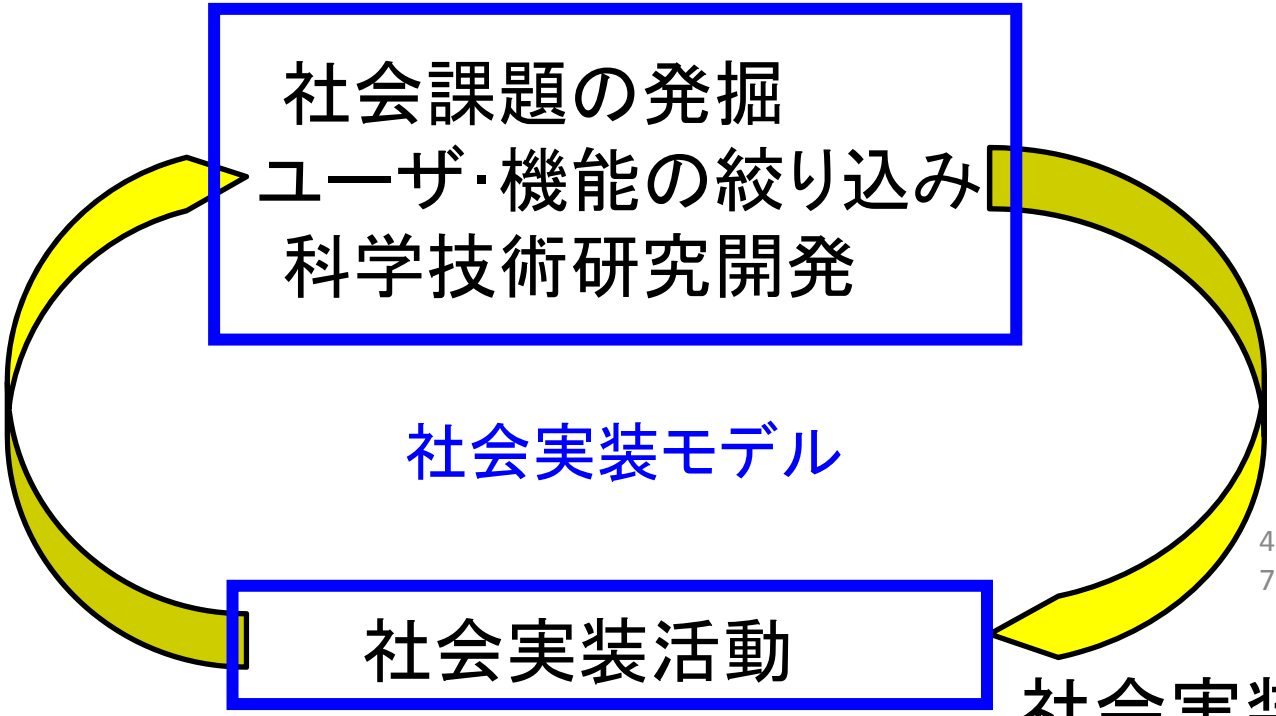
協働ロボットシステム
エンジ ニアリング

ロボット実用化を可能にする活動の全体像



社会実装アプローチによるロボット開発

ロボットの研究開発：



社会実装活動：
　コミュニティ作り
＋社会実験
＋ロボット改良

南相馬復興プロジェクトにおける社会実装アプローチ研究開発

災害対応ロボットの研究開発と、その社会実j装活動を、並行的に実施した。

【コミュニティの育成とロボット体験会開催】

地域で活動するNPO法人に呼びかけ、地域のコミュニティ活動の一環としてロボット体験会を、ロボット評価のための社会実験として実施した。このロボット体験会では防災訓練を模した歩行支援実験や買い物を模した歩行支援実験が実施され、歩行支援ロボットに対する改良要求が出された。

コミュニティ活動を活性化する目的で、蕎麦会を開催した。この蕎麦会では、参加意識やリーダーシップを育成するための手法を試しながら、地域コミュニティ活動として、社会実験を実施した。

【歩行支援ロボットの実現とその改良】

歩行支援ロボットについて、受動的なバージョンとアクティブなモータの動きをもつバージョンが実現され、上記社会実験にかけられた。

社会実験の結果をフィードバックすることで、歩行支援ロボットの改良が実施された。

社会実験からのフィードバック

11月29日社会実験

（1号試作機使用）

●住民の方からのご意見
・サドルが低すぎる（身長が高い方より）
・アームレストが低すぎる
・段差がのぼれない・越えられない
・ふらふらしてまっすぐ走りづらい
・胸当クッションの位置が低い
・前輪キャスタが近すぎて歩行すると足を巻き込みそう
・サドルが内腿に擦れて痛い

改良 →

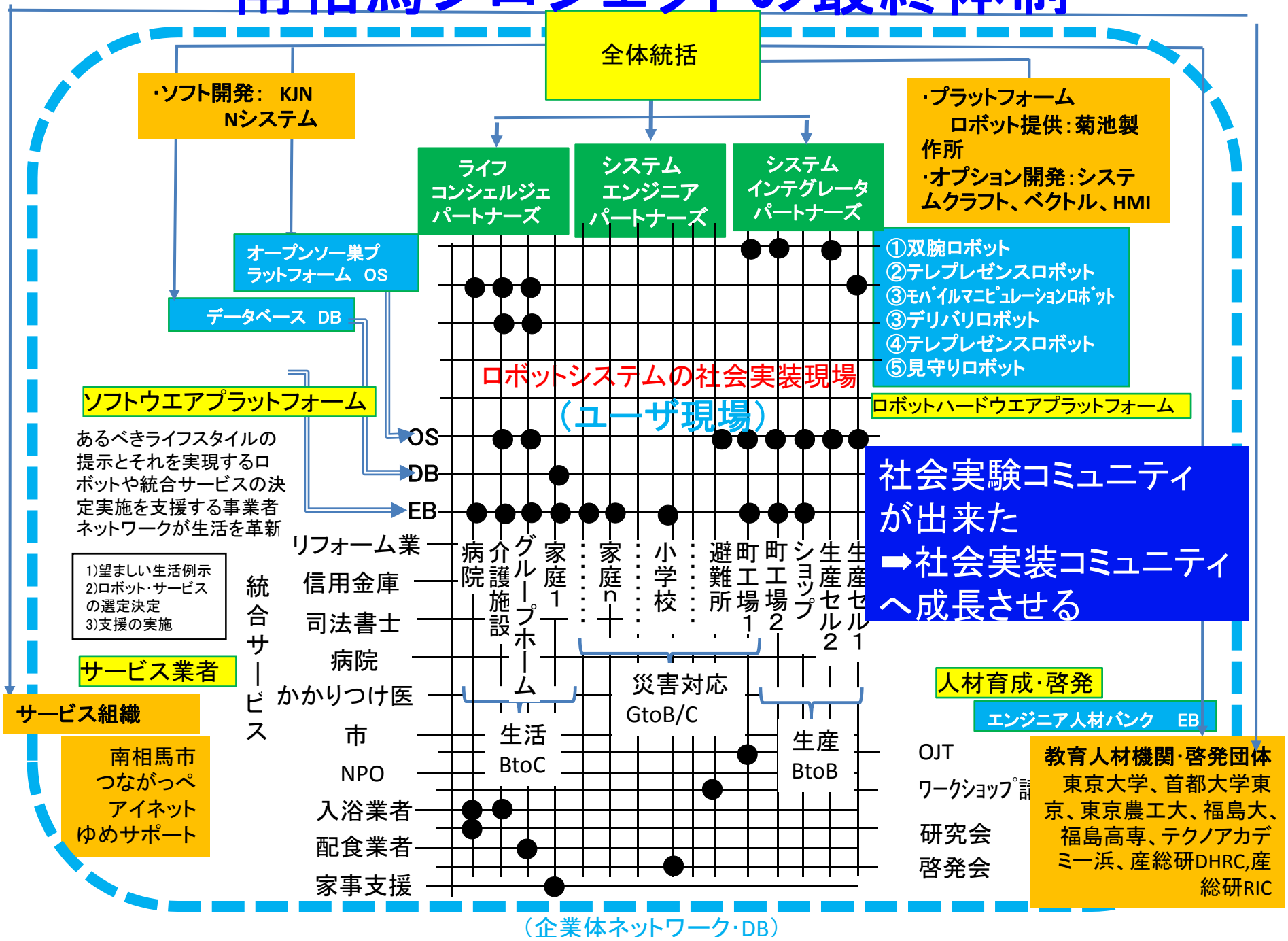
2月7日社会実験

（2号改良機使用）

・サドル高さ調整機構により乗りやすくなった
・キャスタ径を大きし、段差踏破性が向上した
・後輪キャスタを固定。安定走行性が向上した。
・胸当クッションと位置を調整。推力出しやすい。
・前輪を逃がし、歩行時の足が当たらなくなった。
・サドル形状を変更。歩行に近い足運び
搭乗したままでの服の着脱：無理なく行える
物の搭載：2kgのペットボトルを載せても問題なし

歩行支援ロボットの有効性を確認

南相馬プロジェクトの最終体制



E編：ロボットイノベーションを実現するために

ロボットの社会導入アプローチ
●ロボット社会実装アプローチ●

時代背景

・お手本の変化　欧米にあり（高度成長期）
　　→社会にあり（現在）
・技術で勝り、実用化・産業化で後塵を拝する日本

科学技術研究開発のみでなく、
科学技術研究開発とそれによる社会変革を実現することが重要

つまり、

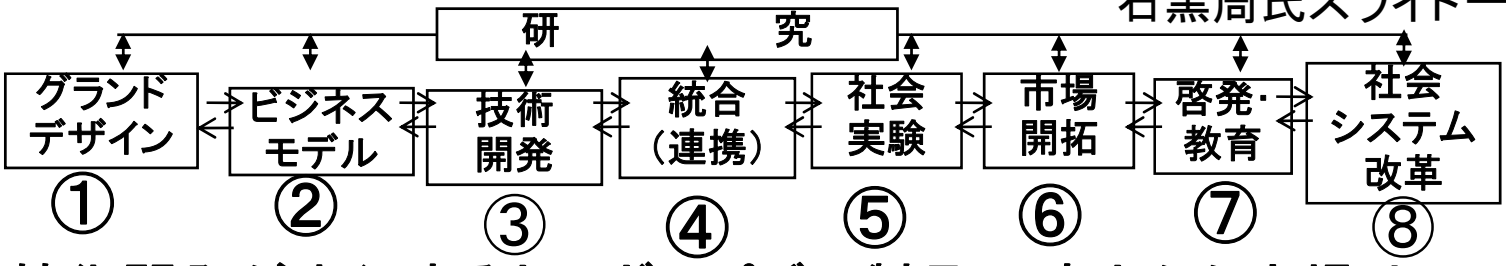
科学技術の研究開発
＋
科学技術の社会実装

の活動が希求されている。

ロボットイノベーション（ロボット社会実装）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）

石黒周氏スライド一部修正



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単純モノつ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。

提言：科学技術の社会実装のための新しい研究開発アプローチ
●社会共創ロボティクス●

提言

ロボット活用による社会課題解決とそれを支える先端研究の一体的推進方策 ～社会共創ロボティクス～

平成２６年（２０１４年）９月２９日

日　本　学　術　会　議

機械工学委員会

ロボット学分科会

日本学術会議機械工学委員会ロボット学分科会

委員長	佐藤　知正	（連携会員）	東京大学名誉教授
副委員長	川村　貞夫	（連携会員）	立命館大学総長特別補佐
幹　事	國吉　康夫	（連携会員）	東京大学大学院情報理工学系研究科教授
	新井　民夫	（第三部会員）	芝浦工業大学教育イノベーション推進センター教授
	福田　敏男	（第三部会員）	名城大学理工学部メカトロニクス工学科教授
	池内　克史	（連携会員）	東京大学大学院情報学環教授
	大西　公平	（連携会員）	慶應義塾大学理工学部教授
	岡崎　哲二	（連携会員）	東京大学大学院経済学研究科教授
	金子　真	（連携会員）	大阪大学大学院工学研究科教授
	川口　孝泰	（連携会員）	筑波大学大学院人間総合科学研究科教授
	西田　豊明	（連携会員）	京都大学大学院情報学研究科教授
	萩田　紀博	（連携会員）	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・知能ロボティクス研究所所長
	廣瀬　通孝	（連携会員）	東京大学大学院情報理工学系研究科教

社会実装アプローチの要点

科学技術開発とその社会実装活動を、
長期密着の社会活動としてコミュニティから行う

社会実装指向アプローチ

①社会共創（開発時からのユーザーFB）
②社会システムの再設計
③アジャイル（探索的）開発
④オープンイノベーション
（RTMなど、使えるものは使う）
⑤啓発・人材育成
（コミュニティ作り＋現地NPO等との協力）

コミュニティづくり、社会づくり
からの科学技術イノベーション

F編：ロボットイノベーションの実現

オリンピック/パラリンピックはきっかけ

高度成長時代　　1964年東京オリンピック

・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

高度成長時代　　2020年東京オリンピック

・“モノ”を輸出する時代から→“日本のきめこまかさ価値”を輸出する時代へ

➡“ロボット作業が入ったValueChain輸出”

例）

鉄道両輸出から

ロボッ協働
駅なか交通の輸出へ

来訪者にロボットのいる日常（生産・生活）をみてもらう

➡ロボットのいる生産生活地域ツアーを

日本の外貨獲得法の変遷

1970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

ロボットとのワークシェア、
ロボットのいるライフスタ
イルの普及

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

ロボット協働Value
Chainのリファイン

まち･ひと･しごとの創成三期

2025～　ロボット協働Value Chain
輸出の時代

地域の知恵袋としての地域の大学高専が主導する ロボットイノベーション地域共創プロジェクト構想

多様な地方に広く立地し，その地域の知恵袋となることが期待されている大学や高専の強い技術と地域性とを効果的に融合した『ロボットイノベーション地域創成プロジェクト』を立ち上げることを念頭に次の活動に取り組んでいる．

参加希望のかたは、佐藤までお声掛けください。

地域共創プロジェクトの基盤となる①各学校の持っている強いロボットなどの技術の共有化と，②これまでの社会実装プロジェクト活動によって蓄積してきた科学技術の社会実装手法の共有活動を実施する．具体的には，1)それぞれの参加校が得意とするシステム要素をモジュール化しそれらを持ち寄ることで，科学技術の基盤要素の共有化を図る．2)地域社会の課題を抽出し解決する社会実装手法を洗練させ，これら技術・手法を併せて共有できるようにする．加えて3)プロジェクトのコアとなり推進を支える新たなコミュニティを早期に構築する．

将来的に立ち上げるロボットイノベーション地域共創プロジェクトとは，ユーザとの協働によって柔軟に進める①アジャイル開発手法を積極的に取り入れ，②社会システムの再設計にも踏み込んだ研究開発が指向され，これを実現する③地域コミュニティ共創，および④オープンイノベーションの仕組みを構築するとともに，地域で活躍できる⑤人材育成・教育・啓発などに貢献する特長を備える．地域に根差し，地域に学び，地域を活かす学校オリジナルの活動を推進することで，ロボットの社会実装を図り，そこから得られる共通知識を地域共創プロジェクトをつうじて、新しいロボットのい実装工学体系として構築することも志向している．

文部科学省　大学間連携共同教育推進事業
KOSEN発 “イノベーティブ・ジャパン” プロジェクト参加高専