



協働ロボット（コボット）が拓く生産と生活の革新 ～ 人間・ロボット共存の新時代～

佐藤 知正*

A Revolution for Manufacturing and Daily Life Based upon Co-Operational Robot with Human ～ A New Era of Human-Robot Co-Operation ～

Tomomasa SATO*

Abstract– This paper describes robot innovation in the field of manufacturing and our daily life realized by human co-operative robot (Co-bot). Firstly, the paper introduces the 1) “Robot Revolution” proposed by Japanese government. As a key component to realize the revolution, the paper also introduces 2) the history of the Co-robot in terms of widening the robot scope from individual robot to social robot. Secondly, the paper discusses the revolution in factories and at home by showing a) the image of new work- and life-style with robots, b) the problems to be solved and c) solutions. Finally, the paper concludes that the forming the community composed of not only robot hardware & software companies but also service providers and educational/public relation organizations is essential.

Keywords– robot revolution, human cooperative robot, daily life support, manufacturing

1. はじめに

昨年5月安倍首相のOECD閣僚会議での「ロボット革命」演説以来、ブームが再来し、ロボットはさまざまに注目され議論されている。少子高齢社会、工業製品の現地生産化、災害の多発など、課題先進国日本にとって、ロボット革命によって、産業と生活の革新が達成されることが希求されている。

この方向性において、欧州では“Co-operative Robot”が、米国では“Co-X”と称されているロボットが（ここで、Xは変数で、この変数XにWorker, Habitat, Defender, Explorerが入るとそれぞれ、協働産業ロボット、生活支援ロボット、軍事ロボット、宇宙探索ロボットとなる）、つまり、人と共存し人とともに働くロボットである“協働ロボット（コボット）”が、有力な手段としてとりあげられている。そこで本稿では、ロボット革命演説とそれ以降の動き、これまでに実現されてきた協働ロボットの研究の流れを紹介したのち、協働ロボット（コボット）が拓く革新的生産と生活の姿とその実現方策および、将来展開について、先のフォーラムの内容にその後の情勢

変化や展開を加えて述べる。

2. ロボット革命による生産と生活の革新

2.1 ロボット革命

[ロボット革命宣言] 安倍総理は、2014年5月6日、OECD閣僚理事会の基調演説で次のように述べた『サービス部門の生産性の低さは世界共通の課題で、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、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」を起こします。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。』
[日本再興戦略改訂] これが起点となって、2014年6月24日には、日本再興戦略改訂2014 - 未来への挑戦 - が出された。『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』具体的には、産

*東京大学名誉教授 東京都文京区本郷 7-3-1

*The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bukyo-ku, Tokyo

Received: 26 July 2015
Accepted: 14 August 2015

業ロボットの市場を現在の2倍とし、サービスロボットのそれを20倍にする。

[ロボット新戦略]その後、約半年間のロボット革命実現会議の議論を受けて、2015年1月23日に、ロボット新戦略(ビジョン・戦略・アクションプラン)がまとめられた。そこでは、ロボット革命で目指す三つの柱(戦略)が以下のように書かれている。

『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』

目を引くのが、『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推進を目指す』と書かれていることである。

[ロボット革命イニシアティブ協議会]2015年5月5日に、ロボット革命実現会議のフォローアップ体制として、また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される「ロボット革命イニシアティブ協議会」の設置が提案された。下記3つのWGが設置され、6月1日からWG1の活動が開始された。

- WG1:生産システム改革
- WG2:ロボット利活用推進
- WG3:ロボットイノベーション

2.2 ロボット革命の対象(課題先進国日本)

ロボット革命宣言が出された2014年の社会は、7785万人が働き、4195万人を支える社会であった。これが2050年には、4995万人が働き、4705万人を支える社会となる。絶対的な労働力不足、医療介護サービスの需要急増供給逼迫それに関わる国家予算の破綻が起きる。女性や高齢者の活用、仕事と家庭の両立などを考慮すると

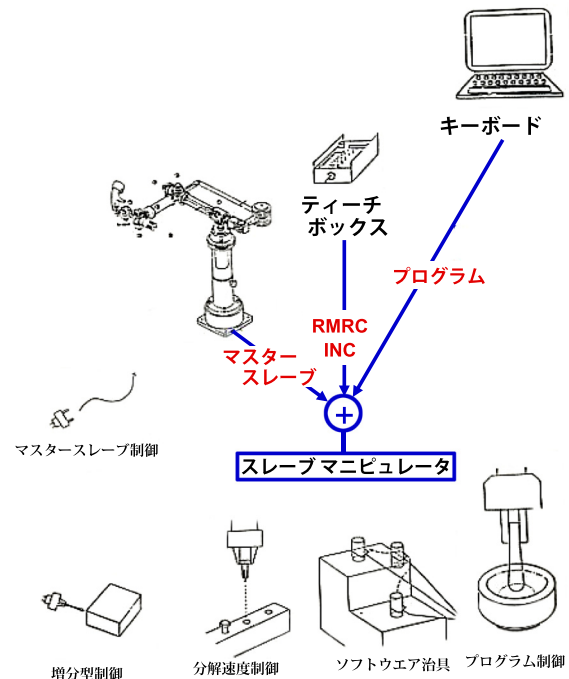


Fig. 1: 知的遠隔操縦システムにおける重畳制御

ワークシェア等の労働スタイルや、日常生活のライフスタイルのパラダイム転換、生産と生活の革新が必須となる。人とともに働くロボット、協働ロボットが、その技術的かなめになる。以下では、協働ロボット研究の歴史的流れを紹介したのち、生産と生活の革新の章にわけて議論する。

3. 協働ロボット研究の歴史(研究の流れ)

協働ロボットの研究の流れを、著者の研究経験に基づいて、概観すると以下のように整理される。

3.1 知的遠隔作業ロボット(技術指向アプローチ、個体ロボット)

1980年代に、協働作業ロボットの典型である遠隔作業ロボットが技術主導で研究され、その構成要素として、次のようなものが実現された。1) 従来の操縦ロボットで利用されていたマスタースレーブ制御方式に、増分型制御や分解速度制御、さらにソフトウェア治具と名付けられたプログラム制御などの種々の制御方式を、いつでも使いたい時に利用できるようにした“制御方式重畳型マスタースレーブマニピュレータ(Fig. 1)”。2) さまざまな物品の操作知識を蓄積した知識ベース、および、3) 人間の物体運搬の操縦行動をシステムが自動的に理解して物品のデータベースを管理する“操縦行動理解システム”。これらの要素より構成される知的遠隔作業ロボッ

部屋による行動認識と 人間行動のその場支援

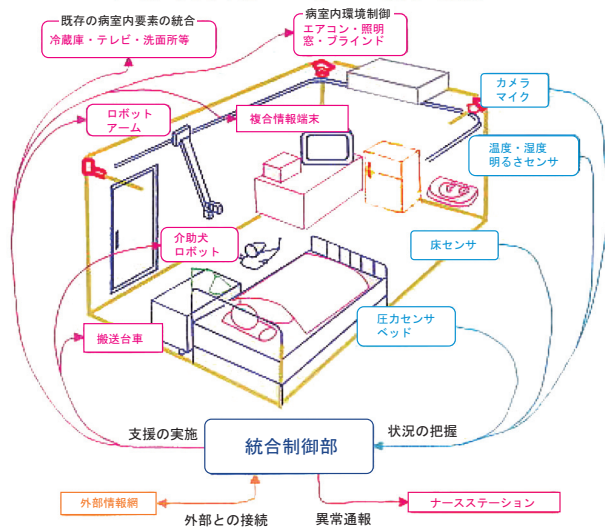


Fig. 2: ロボティックルームでできたもの

トが人と共同することで作業を進める姿が示された [1]。そのポイントは、実現された協働作業ロボットでは、複数の制御法が、いつでも作業特性に合わせて自由に利用できる点にある。例えば、即応性の求められる臨機応変な作業動作制御は操縦によって、その一方で、道具利用のような技能のいる定型的作業の制御は、あらかじめ準備されたプログラムによって制御される。さらに、水の入ったコップの運搬作業のような場合は、コップの水平姿勢を保つ部分動作はプログラム制御によって、また、コップの3次元的な動きは操縦が畳乗制御されることにより、水をこぼさずにコップを運搬することが可能となっている。このように、操縦制御、操縦と自律の融合制御、さらに、プログラム制御のようなさまざまな制御方策が、臨機応変に畳乗して利用できることが協働ロボットにとって使いやすさの点で重要と考える。

3.2 ロボティックルーム (ユーザ指向アプローチ, 環境ロボット)

技術指向アプローチでは不十分であるとの認識のもと、ユーザ指向の研究アプローチを指向して、部屋そのものをロボットとして、中にいる人間を支援する“ロボティックルーム”が1990年代に実験室において実現された [2]。これは、部屋の床、壁、天井、家具がセンサやアクチュエータとして機能する部屋で (Fig. 2 参照)、このロボティックルームの第一世代では、ユーザとしての病院での患者応用を念頭に、医者や看護師の意見を聞きながら、常時患者の呼吸をモニタしたり必要な物品をもってきてくれる“ロボティック病室”が実現された。ロボティックルームの第二世代では、家庭内利用を想定、床

や室内物品に取り付けられた500個強のセンサを備えた“センシングルーム”として、日常生活行動をモニタリングし、その結果にもとづいた行動予測支援や、行動異常検知支援機能が実現された。ロボティックルームの第三世代では、家庭での、物品搬送収納のような物理支援を可能とする部屋として研究がすすめられた。この一連の研究は、ユーザが欲しがらる支援を部屋の構成要素が協調して人に提供する環境型の協働ロボットである。この経験を通して筆者は、あらゆるものをインターネットに結合することで人に役立たせようとするIoTも、対象が単品のものではなく、ものどおしの連携支援や環境としての支援までも、射程にいれて追求することが重要であると考えている。

3.3 地域共創ロボット (社会実装アプローチ, コミュニティロボット)

技術指向やユーザ指向アプローチでは、技術に勝って産業化に後塵を拝することになるという認識を背景に、ロボットが地域社会に根差して実用化されることを第一義においたロボットの社会実装アプローチ研究を2010年以降進めている。つまり、ロボットを使う人、作る人、社会に広め人材育成する人が連携して、ロボット活用地域コミュニティを実現する研究がなされた [3] (コミュニティベーストロボティクス)。一つの出口として、東日本大震災で被害を受けた飯館村が計画的避難地域に指定された時に、昼間は避難義務のために無人にせざるを得なくなったふるさととしての村を、たとえ県外に避難した若い人にも、いつでも見てもらえるようにする“ふるさとモニタリングシステム”を実現した。これは基本的には、電柱の高いところにつけられたパンティルト付のWebカメラ群であり、そこからふるさとのシーニックポイントや、懐かしい風景を遠隔からでもモニタできるようにした。実際に地域の人に利用してもらったところ、夜は無人村になる村道の雪の状態を監視する目的や、自宅の水道が凍っていないことを確認する目的など、東京にいる我々には考えつかなかった利用法が案出された。研究者と現地の人との共創アプローチが有効なことを技術的にも、ユーザ獲得の上でも重要であることを痛感した。

これは、地域コミュニティを活動の場としてとらえたコミュニティロボットとでも位置づけられる協働ロボットである。将来的には、人やロボットの活動状況のログデータや社会センシングデータを収集蓄積することで、地域ビッグデータを構築し、それを情報基盤として、社会データマイニングによる新しいサービスやロボットの利活用をはかったり、さらにその社会効果を評価する技術も実現することで、社会共創ロボティクスという新しいロボット研究領域を切り拓くと考えている [3]。

4. 協働ロボットと人のワークシェア（生産革新）

本章と次章の第5章では、生産および生活の革新を、協働ロボットを社会に導入し、それを定着させることを第一義に考えるロボットの社会実装アプローチの観点から議論する。

4.1 生産の革新の必要性

[日本の製造業] 日本の製造業は、GDPの20%を占め、輸出額は全体の75%であり、技術立国日本の根幹をなしている。製造業就業人口は全就業の16%、998万人いる（2012年12月）。労働人口の減少、生産の海外シフト、国内市場縮小も影響し、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。生産の革新として、製造業とくに中小規模工場のリシヨア化、ベンチャー企業創出の為に、High Mix, Low Volumeのフレキシブル生産（変種変量生産）のイノベーションが焦眉の急となっている。

[米国のモノづくり回帰宣言] 2011年6月24日に、オバマ大統領は、政権の新政策として、CMUで、Advanced Manufacturing Partnershipを発表した。予算総額\$500 million（約400億円）で、産業界・大学・政府の連携を促す枠組みで、注目すべき点として、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）する政策を打ち出したことである。その中で、先に述べた、人の近くで人とともに働くロボット（“Co-X” robot）の開発を目指すことがうたわれている。日本では、軍用主導ではなく、ロボット化自動車、ロボット化住宅、ロボット化個人機械などの民生主導を目指すべきであろう。

4.2 生産革命（協働ロボットによる変種変量生産）

[生産の革新の方向性] 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（コボット）”の積極的導入を通して生産様式の革新を目指すべきである。

[生産分野におけるブルックスの挑戦] 元MIT AIラボの所長であったブルックスは、ルンバを実用化に成功した後のトライとして、Rethinkという会社を興し、中小規模工場へのロボット（Baxter）導入を試みている。彼は、1兆7千億円の市場を形成する10人から500人の工場への導入（10万社）を当面のターゲットとし、17万社存在するといわれている10人以下の三ちゃん工場などもその射程にいられて、協働ロボットの実用化、事業化を推進している。具体的には、22,000ドルのロボットハードウェアとネットワーク結合されたロボットシステムにより利用情報を収集しそれに基づいたプログラム改良による事業を展開しようとしているように見える。このような市場は、大規模、大量生産を対象としてきた従

来のロボットメカからみれば、手切れの悪い世界であり、この試みが成功すれば、まさに革命的である。

[マニピュレーションによるプロセスイノベーション] 中小規模の事業所では、多くの作業が人手で実施されている。このような人が実施している作業のロボット化や、協働作業化を念頭にプロセスイノベーションを引き起こすことが重要である。プロダクトイノベーションと双対をなすこのプロセスイノベーションは、生産のやりかたを、人手のみでなく、協働ロボット導入により変革することで実現される。そのためには、ロボットマニピュレーションに関する研究を実施する必要がある。具体的には、1) 様々なマニピュレーション（下記、マニピュレーションの世界を参照）に関わる科学技術の研究開発、2) それを可能にするセンサ、アクチュエータとロボット、ロボットシステムの研究開発、さらに、3) マニピュレーションスキルに関するデータベースの蓄積とその活用に関する研究開発、4) 開発したマニピュレーション技術によるプロセスイノベーションの実現研究をすすめる必要がある。

[ロボットマニピュレーションの世界] 以下に、高瀬國克氏が、極限作業ロボットの研究成果（昭和60年度研究成果の概要 p.13）に整理したリストに加筆したものの一部を示す。これは、国語辞書からマニピュレーションに関連する動詞を引き出し、レベル分類したものであり、一つ一つの動詞に相当する作業をロボット化したり、それを極めることが、プロセスイノベーション実現となっている宝の宝庫リストである。

レベル1（ロボットのジャンルに相当するレベルで、これからのロボット研究分野を示している）: Produce（生産する → 産業ロボット）、Build（建てる → 建設ロボット）、...など、ロボットの応用の広さが理解される。

レベル2（加工を加える動作で工作機械が対応する）: Grind（研磨する → 分子レベルでみがけたらレンズ会社のコアコンピータンスとなる）、Weld（溶接する）、...

レベル3（柔軟物を扱う作業（両手作業に相当）: Wire（配線する → ワイヤハーネスのハンドリングは重要な課題）、Bend（曲げる）やFold（折る） → 板金作業などは作業ノウハウのかたまり作業で、ロボット化されることでそのノウハウの収集蓄積を可能としそれらを活かしたValueChainを構築することが、Industry4.0対策として重要と考えている。

レベル4（集合体（液や粉）を扱う動作）: Spray（散布する → 塗装ロボットして自動車分野では重要な役割を果たしている）、Mix（まぜる → 粉体を扱え

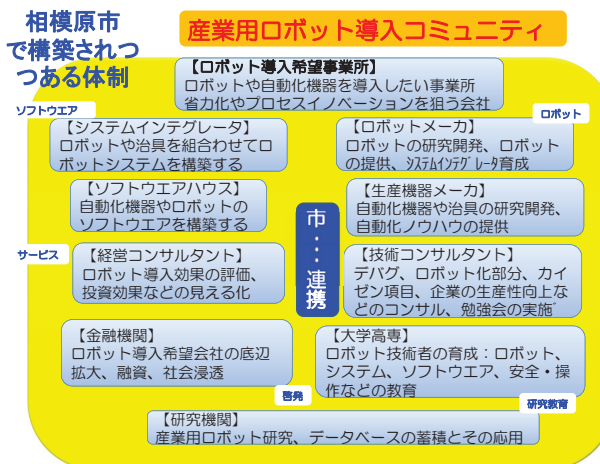


Fig. 3: 生産の革新を実現する社会体制

るロボットというのは、理論的にも応用的にも将来展開する)...

レベル5 (状態変化を伴う動作 (マニピュレーションサイエンスの対象となる): Insert (挿入する → これまでどれだけ数多くの論文が出されたのかわからないくらい研究者にとって興味のつきない分野), Pack (つめる → Pick&Pack 作業は, Pick&Place と同様, 応用範囲の広い作業である), Arrange (配列する), Combine (結合する), Deposit, Pile (積む), ...など深みのある研究分野である。

レベル6 (単なる動作 (サーボレベル)): Push (押す), Pull (引っ張る), Turn (まわす) → これらをコンプライアンス制御で使いこなせることがこれからのマニピュレーションの中心課題になると考えている。

4.3 生産の革新の実現方策 (社会実装アプローチ)

[社会実装アプローチ] 上述の作業をこなす産業用ロボットを社会に導入する方策としては, a) 標準的に利用できるプラットフォームロボット供給会社と, b) ソフトウェア作成企業, c) サービス事業者をステークホルダーとして持つ社会体制が有効と考えている。このようなプロセスイノベーション実現をめざし, 相模原市では, Fig. 3 に示したような, ロボット関連のハードウェアメーカー, ソフトウェア会社, サービス業者および人材育成啓発団体からなる社会体制が構築されつつある (各ステークホルダーの役割の説明は 5.3 に詳述する)。このようなコミュニティ作りからロボットの実用化をはかるアプローチが有効と考える。

5. 協働ロボットによる新ライフスタイル (生活の革新)

5.1 生活の革新の必要性

[生活の革新] 核家族化がすすんだ高齢社会にあつては, 家族に病人や介護すべき人がでると, 家庭は崩壊の危機に直面する。災害大国日本は, インフラの老朽化もすすみつつある成熟国でもある。これらを克服して安心安全な生活を確保するためには, 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必須であり, これは, 先進諸国共通の課題でもある。

5.2 生活革新への課題と解決策

[個人機械と中小小企業の水平分業体制] 超高齢日本の高齢者が欲しがらるモノ, サービスの特徴を考えてみよう。福祉関連では, 高齢者のニーズは, 人により, また同じ人であっても, 時期によって大きく異なる『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)』なのである。これが, 大量生産に向かない個人機械としての福祉ロボットひいては生活支援ロボットの困難性をもたらしている。きめ細かにユーザのニーズに対応する中小やベンチャー企業がロボットをカスタマイズする役割を担い, 対象者である高齢者との接点 (フロントエンド) に存在し, カスタマイズする元のプラットフォームロボットをバックエンドに存在する大企業が提供するという大企業と中小企業の水平分業体制が, 従来の垂直体制に代わって求められる。

[セーフティネットワーク喪失社会] 現在, 個人金融資産 1,300 兆円のうち 60 歳以上がその 54.0% を所有し, それ貯蓄として塩づけされている。高齢者の貯蓄目的 (3 つまでの複数回答可) を調査すると,

- ・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 [4] による)

となっている。これは, 今の高齢者のもつ, 病気や老後などの備えに対するセーフティネットへの危機感を表している。農耕時代においては, 大家族がセーフティネットの役割を果たしてきた。これに対し, 産業社会になり核家族化が進み, 教育や医療, 福祉などが外注されるようになった。そのメリットは, 専門的サービスが受けられることであるが, 個族と表現されるようなセーフティネットが崩壊する状況も現出しつつある。情報化時代に適した, セーフティネットが高齢者の周囲に構築されること, そこを中心に塩漬けにされた資金が循環することが望まれる。

[バラバラサービス] 高齢社会における中心課題に, 次の課題がある『高齢者は, 自身の生活に関して, 膝が痛いなどというように自己の問題点は明確にわかるが, ど

ロボット実用化を可能とする社会体制

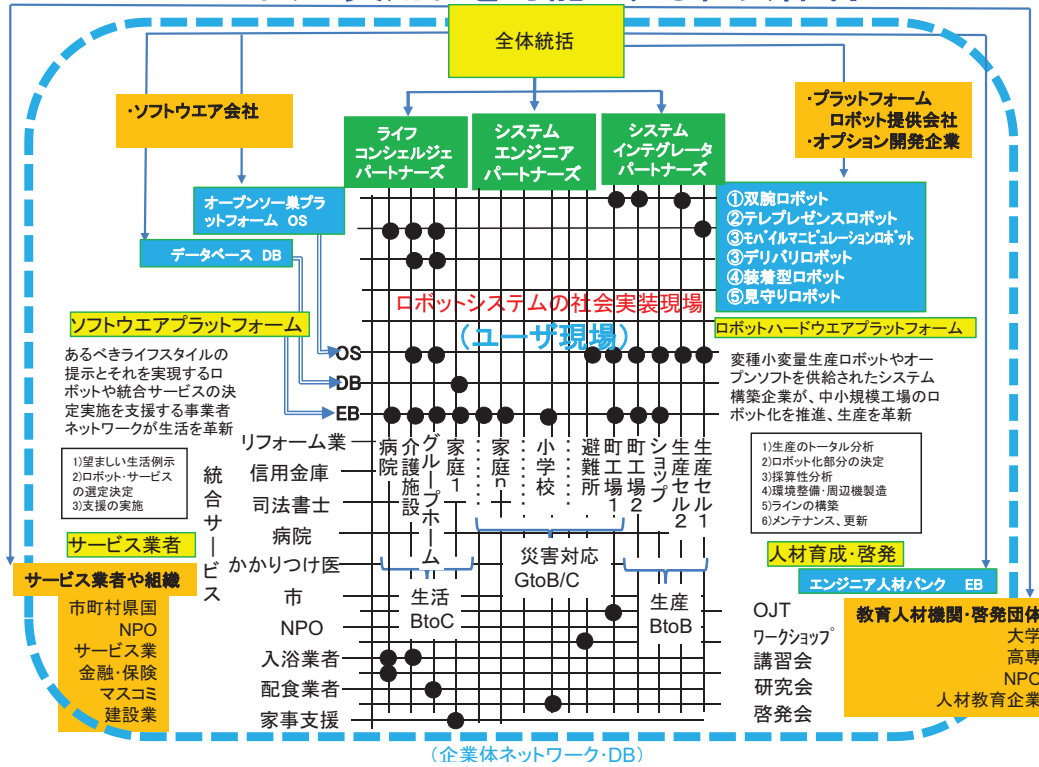


Fig. 4: ロボット実用化のための社会体制

のような機器（福祉機器展のパンフレットには4万点を超える機器が記載されている）や対策（訓練や治療）が自分に有効なのかを把握することに困難を覚えている。さらに、一個の人間としての総合的視点からの配慮と対応を求めているが、現状の専門家、例えば、医者は医者、ケアワーカーはケアワーカーとしての、専門的であるが縦切りの配慮や対応しかとってくれないことが多い。つまり、何が有効なのかを提示してもらいたい、全体を見通した統合サービスが受けられない、ということに困っている。これらの課題に対しては、つぎのような解決策が有効であろう。対課題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→解決法①：ありうる生活の例示と、その実現成功例の提示システムの実現。対課題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おり、全体が把握できない→解決法②：ワンストップサービスの提案、実施システムの実現。対課題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→解決法③：最初はSNSなどのネットワークできっかけがつけられ、最終的には顔が見える関係において、セーフティネットを構築する仕組みの実現。

5.3 生産と生活革新の実現方策（社会実装アプローチ）

[概要] Fig. 4に、これまで述べてきた生産と生活の革新を、協働ロボットにより実現する社会の仕組みを図示する。同図の複数引かれた縦の線は、生産や防災生活の場（ユーザーフィールド）を示しており、これらの場をとりまくように、協働ロボットのハードウェアやソフトウェア、それによるサービスや教育啓発活動によって、これらの個々の場を支援するコミュニティを表している。この協働ロボットコミュニティを形成することが、生産と生活の革新の実現であると考えている。

[コミュニティを構成するステークホルダーの役割] 同図の複数引かれた横の線は、上述のコミュニティを構成するステークホルダーがユーザに提供できるモノやサービスや活動を表している。具体的には、ステークホルダーは、ロボットメーカーやソフトウェアを提供するベンダー、サービスを提供するサービス業者やサービス組織、および人材育成、啓発を図る学校、研究組織等から構成されている。

ロボットメカは、双腕ロボット、テレプレゼンスロボット、モバイルマニピュレーションロボット、デリバリロボット、装着型ロボットなどのプラットフォームロボットや、そのオプションをユーザに提供する。その一方で、ソフトウェア会社は、オープンソースソフトウエ

アやデータベースを供給する。同図の信用金庫や司法書士団体、入浴業者などのサービス会社は、サービスを通じて、ユーザのいる場へのサービス実施とともに、必要なロボットを導入する役割を果たす。最後のステークホルダーである大学や高専、産業人材育成機関は、協働ロボットやそれによるサービスの社会に対する宣伝、啓発、教育の役割を果たす。

すべてのステークホルダーが、ネットワークで結合されて、そこからの情報が収集され、そのデータベースがきめこまかなロボットサービスのノウハウの蓄積場所となれば、新しいサービスを生み出したり、新しい価値や付加価値の創成が可能になると考えている。この協働ロボット社会実装の仕組みの具体的実現形として、産業用ロボットに関して、Fig. 3 に示す体制が相模原市で、また災害対応と生活支援ロボットでも同様の体制が南相馬市で実現されつつある。このようなロボットを社会実装することを第一義とし、その中で、技術（シーズ）やユーザの要望（ニーズ）が、洗練されてゆくアプローチ、社会実装アプローチが、将来的に重要になると考えている。

6. 結論

本稿では、まずロボット革命宣言とそれ以降の経緯を紹介し、ロボット革命の中心的な役割を果たす人との協働ロボット（コボット）の研究の歴史を、1) 技術指向アプローチの個体ロボット、2) ユーザ指向アプローチの環境型ロボット、および 3) ロボットが社会に定着することを第一義に考える社会実装指向アプローチに分類して概観した。次に、協働ロボットが可能にする革新的生産と生活の姿、その実現方策と将来展望を述べた。筆者は、人との協働機能を進化させたロボットである人間協働ロボットのハードウェアとソフトウェアが、その社会実装の仕組みと一緒にあった時に、人間ロボット共存の

新時代を切り開くと考えている。その社会の仕組みとは、a) ロボットのハードウェアプラットフォーム、b) ソフトウェアプラットフォーム、そして、c) ロボット運用によるサービス業者と、d) 人材育成・啓発を構成要素とし、それらがネットワークで結合されていて、きめ細かなサービスを可能とする社会システムである。

このようなコミュニティづくりから始めるロボット社会実装活動が、コミュニティベースロボティクス、社会共創ロボティクスとして将来実を結ぶことを確信し、その実現の日が近いことを祈念しつつ筆をおきたい。

参考文献

- [1] 佐藤知正, 松井俊浩, 平井成興: 人間との共同作業を特徴とする遠隔作業ロボットシステム, 日本ロボット学会誌, 9 巻 5 号, Oct. 1991.
- [2] T. Sato and T. Mori: "Robotic Room: Its Concept and realization," Intelligent Autonomous Systems IAS-5, IOS Press, pp. 415-422, Jun. 1998.
- [3] 日本学術会議機械工学委員会ロボット学学科会, 第 22 期提言 "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 ~" 2014 年 9 月.
- [4] 森宮勝子: 高齢者世帯の貯蓄・負債動向分析, 日本消費経済学会年報 (2001 年度), 2001 年.

佐藤 知正



1948 年 9 月 22 日生。1973 年東京大学産業機械工学科卒業。1976 年同博士課程修了。電子技術総合研究所, 東京大学先端技術研究センター, 東京大学大学院工学系研究科を経て, 現在, 同大学フューチャセンタ推進機構に所属。東京大学名誉教授。知的遠隔操縦ロボット, 環境型ロボット, 地域ロボットなど, 知能ロボットの研究に従事。日本ロボット学会, IEEE 会員。
