



## ミニ特集「ロボット活用社会の 新潮流」について

平井 成興\*



最近色々な所でロボットが注目されている。もとよりロボット大国日本では、ことあるごとにロボットが様々な分野で注目され、数多くの期待が寄せられてきた。しかし、今回の注目度はこれまでにない大掛かりなものに見える。昨年9月には安倍首相の「ロボット革命実現会議」がスタートし、その報告を受けて今年の1月に経済産業省から「ロボット新戦略」が発表され、5月には200社・団体をあつめた「ロボット革命イニシアチブ協議会」が設立されるなど、政府トップダウンのかつてない規模でのロボット導入計画が始まろうとしている。

これに先立って、昨年8月、NEDO（新エネルギー・産業技術開発機構）からホームページ上で「ロボット白書2014」が公開された[1]。この白書には「社会を変えようとするとき、そこにロボット技術がある!」という極めて意欲的な副題が付けられており、ロボットとその応用に関する全く新しい展開が図られようとしている。

ただし、ここで言うロボットは、鉄腕アトムのようないわゆるヒト型をさすのではない。形はロボットに見えなくとも、外界の状況を捉える感覚機能、外界に働きかける動作機能、両者を適切に統合する情報処理機能を備えたシステム一般を指している。いわば機能のロボットというべきものである。

社会のさまざまな場面、工場、オフィス、病院、公共空間、家庭など人々が活動を行なっている多くの場面で人の活動を代行・支援することによりわが国の社会が抱えている数々の課題を解決し、より良い社会を実現していくことにロボット（技術）が大いに貢献できるという主張である。これがロボット活用社会の新潮流の意味するところである。

本号のミニ特集は、2月に行われた標記タイトル

での横幹技術フォーラムの講演の内容を、講師の方々に解説記事として再現していただいたものである。

フォーラムではこのロボット白書2014をまとめたNEDOのロボット戦略を始め、新しいロボットコンセプトや社会変革的なロボット活用などのトピックを取り上げ4名の講師にご講演をお願いした。今回の特集号ではこの中から新しいロボット活用の姿を事例的にご報告いただいた3件を取り上げた。

佐藤知正氏にご講演いただいた「コボット」は、人間と協調して働くロボットの新しいコンセプトを提案するもので、従来の人間協調ロボットの研究が制御技術のレベルであったのに対し、これからは社会での役割分担、社会からの受容性など、社会実装の視点も加えることが重要で、ロボット革命の実現にはこのような全体的な視点が欠かせないとしている。

北野幸彦氏にご講演いただいた「病院丸ごとロボット」は、単なる病院への運搬ロボット導入という話ではなく、病院の業務フロー全体、問題点、課題を現場の人々と共に分析し、その結果に基づき病院全体の効果的なロボット化を実現したところがポイントである。

萩田紀博氏にご講演いただいた「IoT研究開発とグローバル・イノベーション」は、ヒューマンインタフェースとしてのロボットに着目し、氏が推進してきたネットワークロボットの拡大版であるクラウドネットワークロボットのユーザインタフェースとして新しい活用法を提案するもので、見方を変えればネットワークロボットは最近注目されているIoT（Internet of Things）そのものであり、様々なサービスを創造する基盤としてイノベーションを促進することが期待されるというものである。

\*千葉工業大学未来ロボット技術研究センター副所長

これらの講演はいずれも、社会変革の視点からロボットの新しい活用法を提言した、とても興味深いものである。ロボットを社会に導入することが、単なる技術の問題ではなく、それを利用する環境、人々の仕事、暮らし、社会制度といった幅広い事物が関係していることもお分かりいただけると思う。

以下に、今回のフォーラムのきっかけとなったロボット白書の概要を紹介する。

### ロボット白書概要

本書は全体が7章で構成されている。以下に各章の要旨をまとめた。

#### 第1章 ロボットについて

まずロボットの定義であるが、日本ロボット学会が編纂したロボット工学ハンドブックには、学会の代表者によるものが多数掲載されている。概ね、感覚、知能、行動の3要素を備えた人間的な機械といったものとなっている。海外の研究者による意見として「人間や他の動物あるいは機械と連携して仕事をする、自動型あるいは半自動型の機械」のようなものも挙げられている。

実用的な産業用ロボットについては、JISにおいて「自動制御によるマニピュレーション機能または移動機能を持ち、各種の作業をプログラミングによって実行できる機械」とされている。

このようにロボットの定義は様々で、それを論じる立場によるところがある。たとえば、この白書では、感覚、知能、行動の3要素を備えた機械といった工学的な定義をベースとしつつ、この定義に矛盾しない程度にロボット技術を取り入れたもので、さらにそれをロボットと呼ぶことで価値創造が可能となるものと極めて広範囲なとらえかたを提言している。これは、ロボット技術の応用的展開を促進するという本書の目的を表現したものである。

ロボットの代表的な事例として以下のものが挙げられている。

- (1) ロボットスーツ HAL
- (2) 掃除用ロボット ロボハイター
- (3) セラピーロボット パロ
- (4) 災害対応ロボット Quince

(5) ロボットカー Google Car

(6) 病院丸ごとロボット

これらは新たなコンセプトで開発され、すでに実用化あるいは実用化に近いものでロボットの新しい分野開拓として期待されているものである。

#### 第2章 ロボット利用の意義・必要性・取りまく環境

当初、わが国でのロボットは自動車や電子機器の製造業用を中心に発展してきた。単純作業の置き換え、製造効率の高度化、製品の品質向上や安定化などが積極的な導入の要因であった。また人が容易に近づけない環境での作業でも積極的に活用されてきた。新しい製造分野としては、最近では食品・薬品・化粧品といういわゆる3品産業が注目されている。このように対象物や作業が複雑化するため、今後、作業教示や画像処理利用などの知能化が重要な課題とされている。

一方、製造業以外での利用はあまり進まずにきたが、最近になって公共施設やオフィスを対象とした掃除ロボットによるサービス分野での市場が開け始めた。さらに医療、福祉、農業などへの利用も少しずつ進みつつある。

社会的な課題として、超高齢化社会に突入したわが国ではロボットサービスの必要性がますます高まると考えられる。いわゆる介護作業、介護支援作業に加え、施設での案内、情報提供、家庭での生活支援など幅広いサービスが考えられる。これらサービスロボットの開発によって健康を長く維持して、就労期間の延長、自立的な暮らし、社会参加などを可能とした超高齢化社会の実現が期待されている。

その場合、コストパフォーマンスを考慮しつつサービスロボットを活用して行けるようにするためには様々なサービスを統合利用できるようなプラットフォーム作りが欠かせない。また、多様なサービスに対応したロボットを作れるような人材教育も重要な課題とされている。ロボットは機械、電気、情報などを総合した技術の結晶であり、そのため幅広い知識に加え、課題発見能力、自己解決能力を涵養するPBL（Project Based Learning 課題解決型学習）などによる構成論的な教育に適している。その実現に当たっては異分野コミュニケーション

ン，社会実装の視点，シニア人材活用の3つがポイントとされている。

### 第3章 産業用ロボットの現状と課題

1970年代のオイルショックにより，生産能力の拡大から生産効率への転換を迫られた日本の製造業は，産業用ロボットの導入により大きな成功を収めた。この初期のロボット導入は，日本の技術者達の進取の気性に支えられたものと考えられている。一方でロボットの要素部品であるACサーボモータ，エンコーダ，コントローラプロセッサ，減速機などの性能向上でもおおきな成果をあげた。対象作業としては，自動車産業における溶接用途が主役であった。これは現在も変わっていない。

1990年代のバブル経済崩壊とともにロボット市場は足踏み状態となった。

2000年初頭のITバブルでは電子デバイスのスクリーン製造プロセスでのロボット需要が発生したが短期間で終わった。しかしアジア新興国への工場シフトなどに支えられ2005年にはロボットの生産台数はピークを迎えるが，これは国内製造業の空洞化と対をなす事態でもあった。

2008年から2009年のリーマンショックではロボット生産も大きな落ち込みを経験するが，すぐに回復して2011年には過去最大の出荷台数となった。これも海外需要の急回復によるもので，ロボット産業はますます海外需要依存産業となっていることをあらわしている。

今後の課題として，国内製造業の活性化が望まれ，そのためにはこれまで実現できなかったような難しい作業のロボット化やこれまで使えなかった製造分野でのロボット適用に果敢に取り組むことが必要である。また海外のロボットメーカーとの競争激化はさけられず，システムインテグレーションなどの付加価値能力を高めることが重要となってきた。

### 第4章 生活とサービス領域のロボット化事業について

ここでは産業用ロボットとフィールドロボット(第5章参照)が対象としていない領域を，生活とサービス領域と呼び，一般の人たちの生活に関わる製品やサービスにロボット化が取り入れるよう

な事業を取り上げている。ロボット産業を，単にロボットを作ることだけのものではなく，市場で求められる製品やサービス，それらの事業化のプロセスなどをロボット化することで生まれる産業としている。

事業のタイプとして次の4通りが考えられる。

- (1) 既存製品をロボット化した製品の開発・販売で，例として自動操縦自動車が挙げられる。
- (2) サービスプロセスのロボット化によるサービスイノベーション事業で，先進的警備サービスが挙げられる。
- (3) ロボット技術を活用したトータルソリューション事業で，病院丸ごとロボット化が挙げられる。
- (4) サービスロボット開発・販売事業で，セラピー用ロボット「パロ」が挙げられる。

用途あるいはターゲット市場としては，1)日常生活，2)エンタテインメント，3)生活福祉，4)教育，5)医療，6)施設・オフィス，7)ホテル・外食，8)モビリティ，9)都市空間，などが想定されている。

関連する技術はおおよそロボットに関わる全てであって，特に先端的な技術の活用が期待される。

この生活とサービス分野の産業化推進に当たっては，新しいタイプのロボット活用が多いことから，さまざまな法令が関連しており既存の規制との折り合い調整，場合によっては規制緩和の必要性もある。

### 第5章 フィールドロボットの現状と課題

フィールドロボットは，屋外で活動するロボット，遠隔操作機械が含まれる幅広い概念のものである。以下，分野ごとの現状概略を述べる。

建設・土木分野では，いわゆる従来の建機に加え，ビル解体作業の自動化システムなどが使われ始めている。

社会インフラ保全ロボットでは，橋梁やトンネルなどの点検用が開発されてきたが，人による作業を想定した従来の現場には導入が難しい。国土強靱化構想では建設段階からのロボット化を想定した設計が必要とされている。

プラント保全分野では，老朽化したプラントの点検作業が問題となっている。しかしながら社会

インフラと同様、ロボット化を想定していない設計のため導入は進んでいない。

農業分野においては従事者の高齢化が特に深刻である。そのためさまざまな作業用ロボットの開発が盛んに行なわれている。外国の大規模農場では農機の自動化が盛んであるが、日本では耕地面積の狭さが普及阻害要因となっている。一方、農業分野は経済性追求だけの視点ではなく、食料安全保障や国土保全システムの一環として捉える必要もある。

災害対応ロボットは、東日本大震災以降、着目されるようになった。しかしながら、日本では災害対応ロボットの定常的な市場がなく、軍事用ロボットを水平展開している欧米諸国とおおきな違いがある。国や社会維持の観点での政策的市場育成が必要と考えられる。

原子力分野では、放射性物質の操作や高放射線環境下での作業用として遠隔操作技術を始めとして、さまざまなロボット技術が利用されている。これからは福島第一原発の廃炉作業へのロボット技術の投入が求められている。

フィールドロボットの今後のありかたとして、定常作業と非常時作業のデュアルモード化による経済性向上、災害対応など社会的必要性の高いロボットの継続的活用組織の実現、過疎社会の問題解決への無人自動車などの活用など、社会創造の視点が望まれる。

## 第6章 ロボットを社会実装するために

従来のフォアキャスト型＝積み上げ型のロボット開発とは異なり、最終形態に求められる要求事項を明らかにした上で、個々の要素に求められる要求事項を決めていくというバックキャスト型と

いう、従来とは大きく異なった手法をとることがロボットの社会実装の手助けになると考える。

本章で「街づくり」の事例をいくつか取り上げたのも、RT（ロボットテクノロジー）要素の組み合わせが得意なシステムエンジニアが「街づくり」に係ることで複雑に入り組んだ問題を整理するとともに、社会的な問題解決の歯車としてロボットやRT要素が入り込むことがロボットの新しい社会実装プロセスとなると考えたからである。

今後、社会に実装されるサービス形態を考えたうえで、日本の得意とする匠の技を利活用できるような産業構造の実現が求められている。

## 第7章 まとめ

本白書のポイントを各章ごとにまとめる。

第1章ではロボットの基本的なことから解説を行った。第2章ではロボット利用の意義、必要性、取り巻く環境について、多方面の視点からまとめた。第3章では、日本の製造業の変化と製造業用ロボットの発展形態をたどりつつ、今後のロボット産業の課題と期待を述べた。第4章では生活とサービス領域のロボット化事業を取り上げ、ロボット化の分類と事業の事例をまとめた。第5章ではフィールドロボットについて、経済性向上、危険回避、新しい社会創造などの視点から論じた。第6章では、ロボットの社会実装には従来のフォアキャスト型ではなく将来のあるべき姿からのバックキャスト型手法の必要性を論じた。

## 参考文献

- [1] NEDO ロボット白書 2014, [http://www.nedo.go.jp/library/robot\\_hakusyo.html](http://www.nedo.go.jp/library/robot_hakusyo.html)