安全性を考慮してシステムを社会実装するために

How to Implement the System Considering its Safety

大 場 光太郎^{※1}

Kohtaro OHBA

We proposed and suggest the new viewpoint to implement the physical systems into the human societies. What human needs is not the physical system itself, but the service system which includes the physical system. Furthermore, “the social system” should be also designed to define what kind of services will be required for human society, and the specification for the physical systems.

Keywords : System Design, Service System, Social System

キーワード：システムデザイン、サービスシステム、社会システム

1. はじめに

二次産業において先行して、高度成長時代の大量生産を背景に、工場内のロボットシステムが大量導入され、業務分析や“カイゼン”が工場内で進められ、国際競争力強化に繋がってきたことは周知なことである。昨今、第一次産業や第三次産業分野において、ロボット利活用への社会的な期待が高まり、過去に大学や産総研において試作レベルのロボットは世の中に数多くあるが^{1) - 7)}、実際に期待に応えられるようなロボットは数少ないというのが現状である。

多くの場合が、ロボットという“モノ”に固執するあまり、本来何のため“コト”であるか、を見失った議論が行われることがしばしば見受けられる。

「ロボット」という言葉は、何かしら人々に（特に日本人に）夢を与え続け、多くの人々がその夢の研究に身を投じさせてきたのは事実である。夢を夢としてだけで終わらせないために、これからの若い方々が、ロボットのようなシステムを安全性を考慮しながら、実際に使われるようになる（社会実装）するために、何が本当の課題であり、どのようにその課題を解決すべきなのかについて、筆者の経験から記したい。

2. ロボットとは

まず初めに、多くの議論が陥りがちである、「ロボット」という“単語”と“物理的な実態”にとらわれるあまり、本当に何が必要とされているのかを見失う、ということについて議論するために、ここでは最初に、ロボットの定義について述べたい。

残念ながら、世界的にロボットの定義はなく、個人

的には、センサ・処理システム・アクチュエータの三要素を含むものをロボット、ロボット要素、知能システムとしたい。しかしながら、この定義は物理的な定義であり、他方にはロボットサービスとして、何を実際にやって欲しいのか、何をやればその対価としてビジネスモデルが描けるのか、の議論が曖昧なまま、モノが作られてしまう傾向が見受けられる。

今一度、ロボットを作ることだけに目を留めたSIerの議論に陥るのではなく⁸⁾、ロボットはあくまでも道具の一つとして割り切り、“ロボットで何をやりたいのか”、というサービスを主体的に見ることが、ロボットによるサービスを実現し、社会に定着させることができる早道なのではないか、と感じている。

このような視点を変えた考え方は、例えば、かのドラッカーが、「企業の目的とは？」の問いに対し、「利益を求めるのではなく顧客創出である」と返したのと同じである。先に利益追求を行うと顧客は逃げるが、顧客創出を主にするとお金はついてくる、という発想である⁹⁾。

3. 何のために

そもそも、何のためのロボットか？という疑問について考える際に重要な視点は、「ユーザーはロボットというモノが欲しいのではなく、ロボットが提供するサービスが欲しい」ということである。サービスを提供してくれるのであれば、手段的にロボットであっても人間であっても、はたまた、仮想空間の情報操作で実現しても、ユーザーは手段を意識はしていないということである。昨今の若者の車離れと同じで、昔は自動車に憧れ、特定の自動車がステータスシンボルとして保有することが自己満足につながった時代は終わり、公共交通機関が十分に発達している場合には、自動車

2015年5月18日受付

※1 国立研究開発法人産業技術総合研究所

図1 俯瞰的システムデザイン

を持つよりも公共交通機関を利用したほうが“安価”，“快適”，“便利”，“高速”，“安全”であるということに，気づき始めたのではなからうか．そうすると自動車の設計手法も，今までのようにモノとしての視点から，コトを提供する道具としての視点からの設計を余儀なくされているようである．

何のため，という問いに対して，「理念」を持ったもののづくりが求められているような気がする¹⁰⁾．

4. 俯瞰的システムデザインの重要性

前述のように“モノとしてのシステム”，さらには“サービスシステム”，人を含んだ社会をマクロに考えると，社会自体が一つのシステム“社会システム”^{11), 12)}であるという考えも可能である．つまり，社会の中でモノとしてのシステムが果たすべき役割，人の役割，サービスの役割を明確にして，社会制度の中にモノを取り組むことで，各ステークホルダーがどのような利益とデメリットを得る可能性があるのかを，俯瞰的に社会をシステムとして捉えたデザインを行い，法制度や社会インフラ，さらにはモノとしてのシステムはどうあるべきかを総合的にデザインすることが重要なのではなからうか（図1）．

社会システムをデザインすることは，一つのライフスタイルや文化をデザインするに等しく，社会そのものを変えうるものと確信している．事例としては，SONYのウォークマンを作った方々は「SONYはウォークマンを作ったのではない．音楽を携帯する文化を作ったのだ」と言われていた．文化を作るために必要

図2 生活支援ロボット安全検証センターと試験装置（EMC，衝突試験装置）

な道具，モノがウォークマンであったという考えである．

敢えて苦言を呈させていただければ，現在の日本の教育の中で，よく言われる上流設計のできるエンジニアの育成がされていないのは，工学，法学，経済学などの現在の学問体系の縦割りの中でのみ議論が繰り返されてきたためではなからうか？

もともと現在の学問ですら，黎明期には体系化されず，俯瞰的な議論を行いながら進歩してきたものであり，視野の狭い「木を見て森を見ず」人材育成が今の社会の不安定さを生み出す一つの要因のような気がしている．

図3 産業技術の変革

ロボットが導入される社会を俯瞰的に考え、社会システムとして捉えると、ロボットというモノではなく、対象であるヒトのことを深く考えることになる。人と人のつながり“コミュニティ”を考えながら、社会システムを回す一つの歯車（道具）としての位置づけを明確にしなが、システム設計することが求められている^{13) - 16)}。

5. 実際に使うために

世間一般に、ロボットといわれているものの多くは、その機械的な要素を含むために、人間への危害を与えることが容易に想定される。先述した、ロボットサービスの定義とも密接に関係するが、その安全性を評価するためには、どのようなサービスをロボットという道具で実現し、ビジネスができるか、そのために、どのような環境を想定し、どの程度のリスクとベネフィットが想定されるのかを予め見積る必要がある。

例えば、自動車は現在、社会に認知され、そのベネフィットの高さのゆえに、万が一の場合のリスクについては、ライセンス制度、自賠責保険、任意保険、さらには、道路交通法が整備され、社会インフラとしての道路、信号、高速道路やETCなどと、進化し続け、現在では自動運転技術が期待されている（自動運転にビジネスモデルがあるかどうかは甚だ疑問ではあるが）。

片やロボットは、人間とは隔離された産業用のロボットとして高度成長期の道具として発展し、企業内の限られた空間でその進化を遂げてきたものであり、そのロボットが檻を破り社会に出るためには、自動車の

図4 認証事例

歴史と同じ過程を経なければ社会実装は難しい^{17) - 19)}。

図2に示す茨城県つくば市にある「生活支援ロボット安全検証センター」²⁰⁾は、平成21年から25年間の5年間のNEDOの“生活支援ロボット実用化プロジェクト”の一環として、18の試験装置などが整備されると同時に、認証プロセスの手助けとなる、チェックシートやリスクアセスメントのひな形などが公開されている。NEDOプロジェクトの成果としては、機械安全

産業技術総合研究所「製品の安全性イメージに関する調査」(2010年11月実施)

図5 リスクとベネフィットのバランス

規格のC規格の一つとして、平成26年2月にISO13482が正式に発行し、ドラフト版での認証と合わせると、図4に示す合計6件のJQA（日本品質保証機構）での認証実績を有している（2015年9月時点）。

平成25年から29年の5年間の経産省の“ロボット介護機器開発・導入促進事業”に引き継がれ、現状は生活支援ロボットから、ロボット介護機器にスコープを絞った安全性の評価手法などの研究を継続している。同時に、センターでは、“ロボット介護機器開発・導入促進事業”に関わっていない企業からも、見学や技術相談にも応じており、必要とあれば依頼試験や認証を受けることも可能な体制となっている。

6. 産業技術の変革

先に、ロボットの導入には安全の評価が重要であることを述べた。図3に示すロボットは、二次産業においては、産業革命における大量生産自動化のために大きな役割を占めてきたが、現在、高齢社会になり多品種変量生産に対応するため、第二の大きな産業技術の改革が起ころうとしている。その一例が、ヒューマノイド型ロボットの導入である。

同様に、一次産業や三次産業においても、高齢社会におけるその産業技術の変革が求められている。一次産業においては、自動トラクタや植物工場などの大量生産化で、これはある意味では二次産業の産業革命期と同じである。しかしながら、今後20-30年で求められるロボット技術は、恐らく「高齢社会対応型農業」であり、ロボットをその経済性から導入するのではなく、“食の安全”や高齢者でもできる農業をアシストするか、六次産業化に資する技術が求められてくると考

えられる。そういう意味では、かゆいところに手が届く、個別対応型の産業技術であり、今までの集約化とは大きく異なる産業構造を目指す必要があると考えている。

このような新たな産業構造を考える際には、前述の安全性を考慮し、図5に示すようなリスクとベネフィットのバランスを考えながら、社会的なシステムとして俯瞰的なデザインのできる能力を有する人材が非常に大きな役割を果たすが、残念ながら現時点で、日本ではこのような人材が十分に育っているとは言い難い。想定内の対応は“リスクアセスメント”であるが、想定外のリスクへの対応能力は“レジリエンス”といわれる。答えのない実際に社会的課題を、課題を有する現場で、現地の人と話し合いながら、社会的な課題を解決する「共創」を、教育の現場で実践することこそが、このレジリエンス能力を高める方法ではないか、と考えている。

筆者たちは、2011.3.11の東日本大震災に際し、被災地気仙沼に出向き、“気仙沼～絆～プロジェクト”²¹⁾を行いながら、現地の人との対話の中から、この共創モデルを見出したものである。

7. 最後に

最後に、今回の発表が、農業分野における本当の課題を探り出す一つのヒントとなり、来るべき高齢社会に対応した農業の発展に資することを期待する。

参考文献

- 1) 日本ロボット工業会：21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書, 2001

- 2) 日本ロボット工業会：21世紀におけるロボット産業高度化のための課題と役割に関する調査研究－ロボット産業の長期ビジョン－, 2000
  - 3) 日本ロボット工業会：マニピュレータ, ロボットに関する企業実態調査報告書, 2007
  - 4) 経済産業省：「次世代ロボットビジョン懇談会」報告書, 2004
  - 5) 経済産業省：新産業創造戦略, 2004
  - 6) 経済産業省：ロボット政策研究会報告書, 2005
  - 7) 総合科学技術会議：ロボット総合市場調査報告書, 2007
  - 8) 谷江和雄：ロボット市場を立ち上げるために, 東芝レビュー, 59-9, pp.9-14, 2004
  - 9) P.F. ドラッカー：マネジメント, ダイヤモンド社, 2001
  - 10) 野中郁次郎：知識創造企業, 東洋経済新報社, 1996
  - 11) 横山禎徳：東大エグゼクティブ・マネジメント課題設定の思考力, 東京大学出版会, 2012
  - 12) 前野隆司, 他：システム×デザイン思考で世界を変える 慶應SDM「イノベーションのつくり方」, 日経BP社, 2014
  - 13) Unlocking the future, 1988, L.Branscomb議会証言2001, C. Wessner, OECD講演資料
  - 14) みんなの党横浜市会：民間企業(山万)が地域を経営する街～ユーカリが丘 調査報告書～, Webページ, <http://www.minnano-yokohama.com/wp-content/uploads/2013/01/20121029ooiwareport.pdf>
  - 15) 山崎 亮：街の幸福論, NHK出版, 2012
  - 16) 山崎 亮：コミュニティデザイン, 学芸出版社, 2011
  - 17) OMGでのロボット技術の国際標準化活動(OMG)の紹介, Webページ, <http://staff.aist.go.jp/t.kotoku/omg/omg.html>
  - 18) ロボット技術国際標準化会議参加報告, Webページ, <http://www.nedo.go.jp/content/100105101.pdf>
  - 19) 知的財産推進計画2012, Webページ, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/120529/siryou01-2.pdf>
  - 20) 生活支援ロボット安全検証センター, Webページ, <http://robotsafety.jp/wordpress/>
  - 21) 気仙沼～絆～プロジェクト, Webページ, <https://www.youtube.com/watch?v=TvQN1bWYlIk>
- .....

著 者 紹 介

大場 光太郎

1991年東北大学大学院博士課程修了。博士(工学)。2009年より独立行政法人産業技術総合研究所知能システム研究部門副部門長, 2015年より研究開発法人産業技術総合研究所ロボットイノベーション研究センター副研究センター長, 現在に至る。最近では人間生活環境下で実際に使えるロボットを目指し, ユビキタス・ロボットなどの研究に従事。IEEE, 日本機械学会会員。現在, 筑波大学 連携大学院 教授, 芝浦工業大学 連携大学院 教授, 東京大学大学院情報学環 客員准教授も兼務。(日本ロボット学会正会員)

連絡先: 〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1国立研究開発法人産業技術総合研究所ロボットイノベーション研究センター
Tel.029-861-7264 fax. 029-861-5989
Email k.ohba@aist.go.jp