

2015年6月9日 全12頁

《実践》公共インフラ関連ビジネス・イノベーション経営

ロボット新戦略

ロボットオリンピックで金メダルは取れるのか（後編）

キラアアプリケーションを生み出す仕掛け創りが金メダルへの道

経営コンサルティング部
主任コンサルタント 弘中秀之

[要約]

- 倉庫内の商品ピッキング作業を効率化する革新的ロボットを開発した KIVA システムズ。2012年にAmazonに買収された同社のロボットは、起業家のアイデアとロボット開発者の技術がうまく結びついたイノベーションの実例であり、サービスロボットの成功事例のひとつと言えるだろう。
- ロボット革命を主導するような革新的なロボット（＝キラアアプリケーション）を生み出していくためには、分野や期限等の目標設定とあわせ、そのための仕掛け創りに重点を置く必要がある。本稿では、以下の3点を例示した。
 - ① ロボット開発者の技術と社会の課題を公開し、それらを“つなぐ／つなげる”ための仕組みや場を構築する
 - ② “つなぐ／つなげる”ためには、つなぎ役（目利き）が重要な役割を担う。この役割を機能させるために、現在組織等に埋もれている“志のある個人”の能力と活力を利用する
 - ③ 顕在化しているニーズだけではなく、“潜在ニーズ”を掘む
- ロボットオリンピックでの「金メダル」の本当の意味は、単にロボット競技会に勝つことではない。2020年には日本経済を牽引するシンボルとしてロボットが語られるようになってきていること、これこそがロボットオリンピックにおける「金メダル」ではないだろうか。

1. サービスロボットの成功事例

前編¹では、2015年1月23日に政府より公表された「ロボット新戦略」の概要とサービスロボットがロボット革命の鍵を握ることについて説明をした。本稿では、ロボット革命の鍵を握る新しいサービスロボットを誕生させるには、どのような課題があり、何をすればよいのかを考えたい。

話を進めるにあたり、サービスロボット誕生のモデルケースのひとつとして考えられる、Amazonが2012年に7億7,500万ドルで買収した米国のKIVAシステムズという会社の事例を見てみたい。同社は、倉庫内の商品ピッキング作業を効率化するロボットを開発している。特徴は、ロボットが倉庫内を動き回り、必要な商品が入っている棚そのものを作業者の前まで運んでくるという点である。人が商品を取りに行くという通常の流れとは全く逆の発想を基にして同社のロボットは生まれている。イメージをしにくいと思われるので、本ページ下の脚注2にKIVAシステムズホームページにある動画URLを記載した。²

Amazonは、発注された大量の商品を広大な倉庫の中からいかに効率的にピッキングするかという課題を抱えていた。この課題は人手によるピッキング作業の限界に起因したもので、これを新たな発想、新たな技術を使ったロボットにより解決しようとした。このロボットの導入により、ピッキング作業の効率化に加え、作業用通路スペースが不要になり、より多くの在庫保持が可能となる効果も得られる。Amazonの発表によると、2014年12月時点で全米10ヶ所の商品発送センターにおいて15,000台を超えるロボットが稼働している。³ その半年前の稼働台数は約1,000台であり、その後の6ヶ月で一気に導入が進められていることから、この革新的なロボットの導入効果の大きさをうかがい知ることができる。

KIVAシステムズが開発したこのロボットは、後で説明するロボカップで培った技術をベースにしている。その技術の開発者⁴が、技術に注目した起業家と組むことで、起業家のアイデアの商品化と事業化に成功した。Amazonの課題解決にも貢献している。これはサービスロボットの成功事例と言えるだろう。

この事例の特徴として、起業家自身が倉庫内の商品ピッキング作業の課題を認識してい

¹ 「ロボット新戦略 ロボットオリンピックで金メダルは取れるのか」(前編)

(http://www.dir.co.jp/consulting/theme_rpt/public_rpt/local-rev/20150330_009592.html)

² KIVAシステムズのロボット動画：<http://www.kivasystems.com/resources/videos>

³ 2014年12月1日 Amazon Press releases「Amazon Unveils its Eighth Generation Fulfillment Center」(http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=176060&p=irol-newsArticle_pf&ID=1993497)より

⁴ 当該開発者は、前編第6章のドローンの事例の中で紹介した現スイス連邦工科大学チューリヒ校のラファエロ・ダンドレア教授 (<http://raffaello.name/>)。ロボカップのスウェーデン大会(1999年)、オーストラリア大会(2000年)、イタリア大会(2001年)、福岡大会(2002年)において当時所属したコーネル大学のチームを率い連続優勝に導く等の実績を有し、現在もドローンを始め様々なロボットの研究・開発に取り組んでいる。

た物流ビジネスの専門家でもあった点が挙げられる。起業家のアイデアとロボット開発者の技術がうまく結びついたことによりイノベーションが起き、革新的なロボットが生み出された。

このようなイノベーションが次々と起き、革新的なサービスロボットが生み出されてくるような世界がロボット革命の目指す理想的な姿であろう。そのような世界を目指すにあたり、どのような課題があるのだろうか。実際のロボット開発現場を訪ね、解決のヒントを探した。

2. ロボット研究・開発現場の現状と課題

以前、災害時に活躍するロボットを研究・開発する大学や研究機関を訪ね、筆者がインタビューをした際、ロボットを開発しても事業化が難しいという課題を聞いた。このような特殊なロボットは市場が小さく、納入先は消防や自衛隊等に限られる。例えば、消防の場合、採用は全国一斉ではなくその単位は地域で区分されている。また、限られた予算の中、他の必要な機材等も多くある。このため、ロボットを受注できてもそのロットは小さく、事業化や収益化になかなか結び付かず、継続的な開発を行うことが難しいということであった。

この話からは、需要の少ないロボットを開発するのみでは、ロボット革命の実現には力不足ということが推察される。その他の課題も含め、もう少し詳しい情報を得るため、ロボット研究、開発現場の最前線で活躍する千葉工業大学未来ロボティクス学科の林原靖男教授のもとを訪ね、大学におけるロボット研究、開発現場の実際と抱える課題等について話を伺った。

林原教授は、日本におけるロボット開発を先導している技術者のひとりである。林原教授率いるチームは、昨年（2014年）のロボカップ ブラジル大会（図表1）のヒューマノイド（人）型ロボットサッカーの部において優勝。ヒューマノイド型のリーグは三リーグあるが、その中でも、技術開発で最も先行していると言われるキッドサイズリーグでの優勝の他、スローインやドリブル等を競うテクニカルチャレンジ部門でも優勝し、全リーグの中から投票で選ばれる総合優勝にあたるルイ・ヴィトン・ヒューマノイドカップ（図表2）も手に入れるなど輝かしい成績を残している。

以下に、林原教授へのインタビュー内容を掲載する。インタビューでは、はじめにロボットに関する理解を深めるために、開発するロボットの特徴を伺った。その後、大学におけるロボット開発現場の状況や課題、林原教授のロボット開発に懸ける思い等について幅広く話を伺い、サービスロボット誕生につながるヒントを探った。

ー開発するロボットの特徴、概要についてー

特徴として、開発するロボットが自律型である点を強調したい。ロボカップでは、サッカーという常に状況が変化する競技において、それを自動的に認識して、正しい判断を下すことが求められる。それをヒューマノイドという、つい最近までは二足歩行するというだけで世の中を沸かせた技術の上に構築しなければならない。

常に変化する状況についての認識は、人間と同じように頭部に搭載したカメラに映る画像のみを用いて行い、かつそれをリアルタイム処理する必要がある。また、自己位置推定やナビゲーション、プランニング等の知能に関しても解決すべき課題は多い。このような現在十分に解決できていない課題が複合する中で、これらの課題を一つひとつ解決していく必要がある。その意味で、ロボカップに出場させるロボットを開発することは、ロボット開発の中でも最難関の課題と考えている。

ただし、構成している部品にそれほど特殊なものはない。まず重要な部品として、OSにLinuxを採用した一般的なPC（ボード）、ロボット用に市販されているサーボモータ（角度を制御するモータ）、センサーの3つが挙げられる。その他、ロボットのフレームとなる板金、ネジやベアリング等の小さな機械要素部品も必要である。市販品を選択することもできるが、最高の性能を追求するために、板金とPC周辺の電子回路は独自に開発している。

ーロボット開発の難しい点はー

これら部品を組み合わせ安定して動かすためには、多くの知識と経験、試行錯誤が必要になる。また人工知能の研究・開発もロボカップに参加するうえでの重要な課題であり、ソフトウェアの開発には多くの時間を必要とする。人工知能はピラミッドのような階層構造になっており、ひとつの部品（アルゴリズム）を入れ替えると、その影響が全体に波及する。このためロボットを完成させるためには、気の遠くなるような開発・検証作業を行わなければならない。それを助けるのが、ハードウェアのメンテナンスによるデータや経験値の蓄積である。ひとつのロボットを完成させるには、年間合計1,000時間以上ロボットを動かす続け、データを採取し解析することが必要となる。これを丹念に真面目に行ってきたことが、今年のロボカップ優勝という結果に結びついた理由と考える。

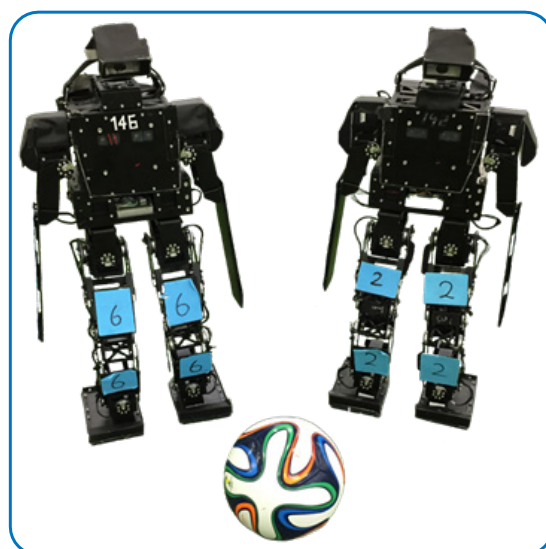
ロボカップについて

サッカーを中心競技とするロボットの競技会。1997年の第1回名古屋大会以降、世界各地で毎年開催され、2014年の第18回ブラジル大会は、40ヶ国、約3,000人が参加する規模にまで拡大。「2050年にサッカーの世界カップチャンピオンに人型ロボットで勝つ」ことが目標に掲げられ、その過程で生み出される技術を現代社会が求める課題解決に還元することも謳われている。

ロボカップでは、新しく開発された技術が無償公開するという原則があり、翌年の大会では、前年の大会の優れたロボット技術を取り入れることができる。このため、優れた技術を開発しロボカップで優勝しても翌年も安泰ということはなく、常に技術を前進させることが求められる。この仕組みが、休む間もない激しい開発競争を生むと同時に、開発速度を加速させているという。

現在の競技レベルを見ると「2050年にサッカーの世界カップチャンピオンに人型ロボットで勝つ」という目標達成までの道のりは長く、解決すべき課題はまだ多い。しかし、大会発足当初より暫くの間、ロボットが二足歩行を行うこと、さらには二足歩行でボールを蹴ることが困難を極めた時代からの進歩を考えると、その目標達成は夢物語ではないかもしれない。

(図表1) ロボカップ出場ロボットとブラジル大会の会場風景



写真：千葉工業大学工学部 林原研究室提供

ーロボットを研究した学生の就職先や企業の採用動向はー

最近、ロボット開発者を採用ターゲットとする企業が確実に増加していると感じている。ロボットの開発やその活用を今後の事業戦略の中に取り入れている企業が増加しているのであろう。身近なところでは、自動車分野、建築分野、農業分野が多くなっていると感じている。学生の就職先としてはIT分野が一番多いが、ロボット関係のベンチャー企業を立ち上げる学生もいる。

また、海外の企業もロボット開発者の採用に意欲的であり、人工知能のプログラムを担当していた大学院生が、現在、海外のベンチャー企業のインターンシップに参加している。このような動きから、今後、国内外でロボット産業が成長、拡大していくという大きな流れを肌で感じている。

ーロボットの研究開発を続けるうえでの課題はー

サービスロボット産業の中で重要となるのは、日本が得意とする個々の部品の優秀性もさることながら、さまざまな状況を瞬時に判断して自律的に動くという機能である。自律性にこだわる理由がここにある。その中で、自律型ロボットの世界大会であるロボカップで世界のトップをとれたことは意義深いと考えている。

8年間をかけてようやく1位になれたが、これにこだわる理由が本チームにはある。2011年の東日本大震災に遡るが、当時計画停電により電源も確保できず、開発がストップし、一時は大会不参加も考えた。日本中が大変なときに、緊急性を要しないロボット開発を続けても良いのかという逡巡があった。このとき学生が言った言葉が今でも忘れられない。「今我々が出なければ、日本が震災に負けたことになります。日本の技術力を世界にアピールするためにも出ましょう」。目が覚めた。2011年は2位であったが、それ以降ロボカップのどこかの部門では1位を取り続けた。そして、2014年に総合優勝にあたるルイ・ヴィトン・ヒューマノイドカップ(図表2)を獲得し、世界のトップに立つことができた。負けてはいけないという気持ちがメンバーを突き動かした。

世界のトップを取った今、これを維持するための技術開発と人材育成が重要であると考え一方、もっと社会への直接的な技術還元を行いたいと考えている。ロボット新戦略等で挙げられている重点分野以外にも、ロボットで世の中を変えられるような分野はたくさんあるはずである。その中には我々の想像もしない分野もあると思う。しかし、自分の持つ技術が具体的にどのような分野においてどのようなニーズと組み合わせることで、社会貢献につながるキラーアプリケーションを生み出すことになるかがわからない。この点が大学でロボットを純粋に研究・開発する者としての課題であり、悩みのひとつである。

以上、林原教授へのインタビュー内容を抜粋して掲載した。この中で、「自分の持つ技術が具体的にどのような分野においてどのようなニーズと組み合わせることで、社会貢献につながるキラーアプリケーションを生み出すことになるかがわからない」という点に注目したい。前編でも紹介したラファエロ・ダンドレア教授⁵も、キラーアプリケーションを探するために、研究成果をインターネット等で公開し、世界中の人からアイデアを求めている。これらのことは、開発する様々な技術と社会的課題を結びつけ、キラーアプリケーションを生み出し社会へ貢献することが難しい課題であることを表している。

(図表 2) 林原教授とロボカップ優勝記念盾



写真：千葉工業大学工学部 林原研究室提供

3. キラーアプリケーションを生み出すためには

では、ロボット革命を主導するような革新的なロボット (=キラーアプリケーション) をどのように生み出すか。ロボット開発の対象とする分野や期限等の目標設定とあわせ、そのための仕掛け創りに重点を置く必要がある。本章では、以下の3点を例示したい。

(1) “つなぐ/つなげる” 仕組みや場を構築する

はじめに、林原教授へのインタビューも踏まえ、ロボット開発者の技術と起業家のアイデアの結びつきという点から考えたい。ロボット開発者が、自らが保有する技術を使い解決できる社会的課題を認識し、その解決に向けロボットを開発する。もしくは、社会的課題を認識する企業が自らロボットを開発し、その課題を解決する。このようなことができ

⁵ 脚注 4 も参照。

れば課題は解決する。しかし、現在これができていないことで課題となっているのであろう。たとえこのようなことができるロボット開発者や企業が存在したとしてもその数は限られるはずである。また、このようなことができたとしても、ロボットの専門家はビジネスの専門家ではない、あるいはその逆のビジネスの専門家はロボットの専門家ではないため、開発スピードの面での課題が残る。

これらを解決するためのヒントが、前述した KIVA システムズの事例に隠されているように思われる。それを以下の3点に単純化し、整理してみた。

- ① ロボット開発者が保有する技術を分かりやすく公開し、広く認識してもらう
- ② 企業や社会が解決できない課題を具体的に公開し、ロボット開発者に認識してもらう
- ③ 技術と課題のつなぎ役（目利き）が①と②の橋渡しを行う

上記①および②を実施することのみで、これが好循環し、社会変革につながるロボットが次々と創出できれば素晴らしい。しかし、①および②だけでは、十分な成果が生まれないう可能性が残る。

これを補うために、③の技術と課題のつなぎ役、つまり目利きが重要な役割を担うことになる。米国では、この役割を起業家やベンチャーキャピタルが担っている。KIVA システムズの事例は、起業家自身が倉庫内の商品ピッキング作業の課題を認識していた物流ビジネスの専門家でもあった点が特徴であり、その起業家がロボットの技術を見て事業化を思いついた事例、つまり②と③の役割を兼ねた人材が、①の人材と組んだ事例となる。ロボットの専門家と課題を認識するビジネスの専門家が組むため、商品化のスピード面でもベストな組み合わせと言える。

このように技術と課題を公開し、それらを「つなぐ／つなげる」ための仕組みや場を構築することが、キラーアプリケーションを生み出す仕掛けとして重要になると考える。

（２）“志のある個人”の能力と活力を利用する

（１）で述べた仕組みや場が構築され、その上で、米国のように日本でも起業家やベンチャーキャピタルがつなぎ役（目利き）の役割を担うことができればよい。しかし、日本では歴史的に起業やベンチャーキャピタルの分野で米国をはじめとする海外諸国に後れを取っていると言われている。では別の方法で、つなぎ役（目利き）を生み出すことができるか。例えば、その役割に官や民の組織から選ばれる人材の他に、志のある個人の力を最大限利用する方法もあるのではないか。米国と比較し、日本では起業する人が少ないということは、起業家としての才能を持ちながら大企業に埋もれる優秀な人材が多数いるという考え方ができる。逆にこれを強みとして活かし、そのような人材に、①で公開するロボ

ット技術の活用法や、③のつなぎ役（目利き）としてのアイデアを、所属する企業の枠を超えて提案してもらおう、ということである。（1）で述べた仕組みや場は、これを実現するために必要となる。最初は匿名で提案できる仕組みもよいであろう。そこにベンチャーキャピタルが資金を提供する。このようなことも一案である。

上記のような取り組みは、オープンイノベーションに関する取り組みのひとつにあたると思われるが、ポイントは、「志のある個人」にある。これからは、現在組織等に埋もれている個人の能力や活力を利用し、日本の「稼ぐ力」に結びつけることが重要になると考えるからである。過去、オープンイノベーションへの取り組みは、何度となく叫ばれてきたがあまり成功したとの話は聞かない。その理由は、イノベーションを起こせてこなかった企業がその原因を取り除くことなく、イノベーション実現に向けた取り組みを繰り返しているためではないか。

今、イノベーションを起こしていると言われる Apple や Google、Amazon のような企業は、オープンイノベーションのような考えを一部門で実践しているのではなく組織全体がそのような考え、企業風土で成り立っているのであろう。片や、外部と連携する風土がない企業が、風土変革に対するトップの強いリーダーシップも無く、一部門でオープンイノベーションに取り組もうとしても、良い成果を得られる可能性は低い。これからは、このような旧態依然の企業風土を有する組織にイノベーションを期待するのではなく、このような組織に埋もれる志のある個人の能力と活力がイノベーションを起こすことに期待したい。

現代の日本人は気質的に今の仕事を辞め、起業しようとする人材は少ない。しかし、このような人材の中にも、支援がある程度受けられるならば起業することを厭わない人たちが一定数は存在すると思われる。このような人材の能力と活力を利用する仕組みができればイノベーションが起きる確率も高まるであろう。もちろん、企業のイノベーションに向けた取り組みを否定するものではなく、これからも積極的な取り組みを進め、個の力と組織の力を総合し一連の活動に厚みを持たせていくことも重要だ。

（3）潜在ニーズを掴む

別の視点からも考えてみたい。日本では、商品開発では先行しながら液晶テレビや DVD プレーヤー、太陽光パネル等のように短い期間にシェアを奪われ、結果として「稼ぐ力」を失っていったものが多い。その背景には、デジタル化の進展、部品のモジュール化、受託生産を行う海外巨大 EMS（Electronics Manufacturing Service）企業の出現等が挙げられる。

しかし、本質的な課題は、iPhone のようなライフスタイルや関連するビジネスの仕組み

を根本から変えるような製品、ブランド価値の高い製品を生み出せていないことにあるのではないか。iPhone は、革新的な技術を開発し、その技術を搭載したからヒットしたのではない。徹底的に磨き抜かれたデザインや操作性、斬新なアイデア等により、ブランド価値を高め、ライフスタイルを劇的に変える製品に仕上げることに成功したこと。これが、爆発的なヒットにつながった理由だとも言われている。

翻って、ロボット開発については、今まで様々な施策が策定、実行されてきたにもかかわらず、革命を起こすような成果は得られていないのではないか。その理由のひとつには、当然、技術水準やコスト等の課題がある。しかし、利用者の潜在ニーズを掘り起こすような試み、ブランド価値、それを形成する機能的価値や、保有し使用することで感動や楽しさ、満足を生み出す情緒的価値に訴えるような試みができていなかったという理由もあるのではないか。

顕在化しているニーズをロボットで実現することも重要なことだが、それだけではなく、潜在ニーズをいかに掘り出して具現化するか。このような視点が必要だ。このためには、技術力だけでなく、アイデアやそれを考えるために必要となるマーケティング力、デザイン力、データ分析力等が必要となる。

さらに、iPhone のような製品を作り上げるために、世界を変えるような製品を作りたいと考える熱い思いをもった人材が集まり、アイデアや技術、資金等それぞれの持つ得意分野を提供し合い、結びつくというような視点も重要となろう。

米国をはじめ海外諸国のロボット開発スピードは加速している。前編でも触れたように日本の優れたベンチャー企業が海外の企業に買収され、また優秀な技術者が流出しているという現実もある。本章で例示したような仕掛けを創り、キラーアプリケーションが生まれやすい環境を整備することは、日本に優秀な技術者をつなぎとめ、世界の優秀な技術者を引き付けるという意味でも大切である。

4. ロボットオリンピックでの金メダルとは

林原教授のインタビューの中で次のような話もあった。

「2007年にマイクロソフト社の元 CEO であるビル・ゲイツ氏が、『ロボット産業はいま、30年前のコンピュータ業界とほぼ同様の形で発展しつつある。』⁶と述べたように、IT産業に見られたような爆発的な拡大が、サービスロボット産業にも押し寄せる可能性があると考えている。それは Google 等の動きを見ると、みんなが思うほど遠い未来ではないようにも思える」。

⁶ 「A ROBOT IN EVERY HOME」(SCIENTIFIC AMERICAN January 2007) の中で述べられた内容。

ロボット産業が30年前(=1977年)のコンピュータ業界と同様な経過を辿って発展していくとすると、2007年のビル・ゲイツ氏の発言時から8年が経過した現在は1985年頃のコンピュータ業界と重なる。MAC OS(1984年)やWindows(1985年)が開発された時期である。ロボット産業に置き換えれば、様々なロボットOSが登場し⁷、まさにデファクトスタンダード化の争いが始まらんとする頃になろう。

そしてロボットオリンピックが開催される2020年に相当するのが、コンピュータ業界で言えば1990年頃となる。この頃に、Windows3.0(1990年)、MAC OS System7(1991年)の販売が開始されている。その後、1990年代半ばにかけてのWindowsNT(1993年)、Windows95(1995年)のリリース、MAC OSの進化が、インターネットの急速な普及につながった。その後も新しい技術は生まれ続け、今やこれらが“ITインフラ”、“ICTインフラ”と呼ばれ、あらゆるビジネスや生活に欠かせないものとなった。ロボットも、今後このような発展過程を辿りながら“ロボットインフラ”と違和感なく呼ばれる時が来であろう。この進化の過程と重ね合わせると、2020年は、2025年以降にロボットが一気に普及する鍵となる技術が登場する時期になると考えられる。ロボット開発の今後の展開を追う上で、このような視点も面白い。もっとも、技術進化のスピードは加速しており、これらの時期が早まることも考えられる。

ロボット革命の実現は、『日本再興戦略』改訂2014の主要な戦略のひとつであり、「日本の『稼ぐ力』を取り戻す」ための試金石でもある。ロボット革命を実現することができなければ、ロボット産業、特に今後大きな可能性を秘めているサービスロボット分野において、日本の企業が世界の中の一部品メーカーとしての定位置を確保するに留まる可能性もでてくる。

2020年まで残された時間は多くない。しかし、今までロボットに関して世界をリードしてきたのは、間違いなく日本である。優れた技術者もいる。2020年のオリンピック・パラリンピックが東京で開催される頃にロボット革命が実現し、サービスロボットを含むロボット産業がその後の日本経済を牽引する代表的な産業として、またシンボルとして語られるようになってきていること。ロボットオリンピックにも「金メダル」があるとすれば、その本当の意味は、単にロボット競技会に勝つことではなく、このようなことだと考える。

—以上—

⁷ ロボットOSとは、Linux等のコンピュータOSの上に乗るミドルウェアイメージのソフトウェア。

参考文献

- 『『日本再興戦略』改訂 2014 ー未来への挑戦ー』日本経済再生本部（2014年6月24日）
- 「ロボット新戦略」ロボット革命実現会議（2015年1月23日）
- 「NEDO ロボット白書（2014）」独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
- 「2012年 ロボット産業の市場動向」経済産業省製造産業局産業機械課（2013年7月）
- 「ロボット革命実現会議」配布資料 内閣官房
- 「次世代ロボットビジョン懇談会」配布資料 経済産業省製造産業局産業機械課
- 「東大ベンチャーがグーグルの手に 突きつけられた日本の成長課題」週刊ダイヤモンド(2014年1月17日)
- 「グーグル、ロボット事業に参入 東大発VBを買収」日本経済新聞記事（2013年12月5日）
- 「ロボティクス 第3部 飛び回る無人機」日経産業新聞特集記事（2014年11月11日ー2014年11月17日）
- 千葉工業大学工学部未来ロボティクス学科ホームページ [URL]
<http://www.it-chiba.ac.jp/faculty/eng/robotics/index.html>
<http://www.robotics.it-chiba.ac.jp/>
- 西淀川経営改善研究会（NKKグループ）ホームページ [URL]
<http://www.nkk-kyousei.com/>
- RoboCup ホームページ [URL] <http://www.robocup.org/>
- Kiva Systems ホームページ [URL] <http://www.kivasystems.com/>
- Open Source Robotics Foundation ホームページ [URL]
<http://www.osrfoundation.org/>
- Robot Operating System (ROS) ホームページ [URL] <http://wiki.ros.org/ja>