



「次の次」と目されるロボット産業の将来とGoogleの戦略

執筆者

海部 美知（エノテック・コンサルティング代表）

🕒 記事のポイント

サマリー

現在、ロボット産業は、日本がリーダー的な立場にある伝統的な産業用ロボットが主流だが、米国では、それ以外の新しい分野のロボットに関する動きが多い。特に、シリコンバレーではGoogleが企業買収を積極的に行っている。その中でも、2013年後半のベンチャー企業の買収とロボット部門の創設は、同社のモバイル戦略同様にオープンソースOSの支配を目指しているもので、クラウドの「脳」の役割を拡大して事業化する大きな戦略の一環ではないか、と考えられる。

まとまった産業規模に至るまでにはまだ時間がかかると見られるが、通信業界の次のビジネスチャンスとみられる「Internet of Thing」のひとつであり、多くの裾野の広がりをもつ最先端技術の集中する分野でもある。

主な登場者 Google, Amazon, Apple, Willow Garage

キーワード ロボット、オープンソース、ROS

地域 米国

Title	“Next of Next Big Thing” Robotics Industry’s Future and Google’s Strategy
Author	KAIFU, Michi CEO of ENOTECH Consulting
Abstract	<p>Current robotics industry is dominated mainly by traditional industrial robots, in which Japan is in the leadership position. In the U.S., however, there have been many recent moves and deals in other types of robots. Particularly in Silicon Valley, Google has been quite active, with a series of acquisitions and a newly established robotics division, in the latter half of 2013. We believe that Google is trying to repeat their mobile strategy to dominate open source OS in robotics industry as well, and to extend the reach of their “brain” in the cloud.</p> <p>It is expected to take a long time and many iterations till the industry reaches the critical mass, but it is a part of the much-hyped “Internet of Things (IoT)” and can become a harbinger product that integrates wide variety of cutting edge technologies.</p>
Players	Google, Amazon, Apple, Willow Garage
Keywords	Robot, Open Source, ROS, IoT
Region	U.S.

1. 世界のロボット産業現状俯瞰

1-1. ロボット産業の分類

最初に、現在のロボット産業全体を俯瞰してみよう。

IFR[☞](脚注1) (International Federation of Robotics) では、ロボット産業を「Industrial Robot (産業用ロボット)」と「Service Robot (サービス・ロボット)」の二つに分類している。前者の産業用ロボットは、製造現場で使われているおなじみのもので、固定設置されてロボット・アームが定型的な作業を行うというものが一般的である。後者はそれ以外のロボットをすべて含んでおり、この中でさらに「プロフェッショナル・ロボット」と「コンシューマー・ロボット」の二つに分類されている。

【図表1】 ロボット産業の分類

大分類	中分類	小分類	2012年 出荷台数	2012年 出荷金額	内訳
産業用ロボット			約16万台	\$8.7 bil.	製造現場で使われる ロボット
サービス・ ロボット	プロフェッショナル・ロボット		約1.6万台	\$3.4 bil.	軍事および各種商用 ロボット (資源採掘、 医療、流通など)
	コンシューマー・ ロボット	ホームケア	約300万台	\$1.2 bil.	家電ロボット、ホビ ー・玩具など
ホビー・パーソ ナル					

出典：IFRをもとにENOTECH作成

1-2. 産業用ロボット

産業用ロボットの趨勢詳細については、ここではIFRの年次レポート[☞](脚注2)と、IFRなどの数字をもとにした経済産業省のレポート[☞](脚注3)を参照している。

産業用ロボットは1960年代から利用されており、メーカーもユーザーもほぼ確立した成熟産業である。上記のレポートによると、主要ユーザーの景気動向により、



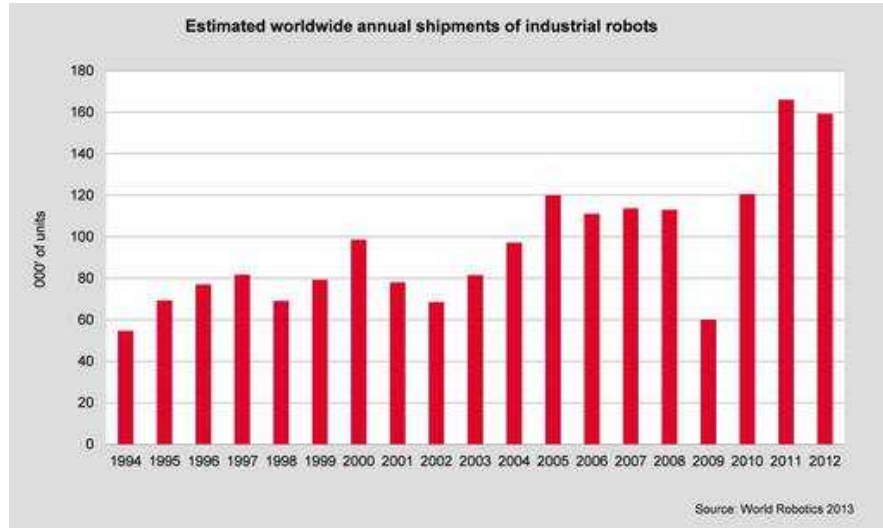
[☞](脚注1) 国際ロボット連盟。1987年に創設された非営利団体。 <http://www.ifr.org/home/>

[☞](脚注2) <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/>

[☞](脚注3) <http://www.meti.go.jp/press/2013/07/20130718002/20130718002.html>

年ごとの出荷状況はかなり変動するが、長期トレンドとしては成長を続けている。最近では、リーマンショック後の2009年に大幅に落ち込んだが、その後回復して2011年には過去最高の出荷数となった。

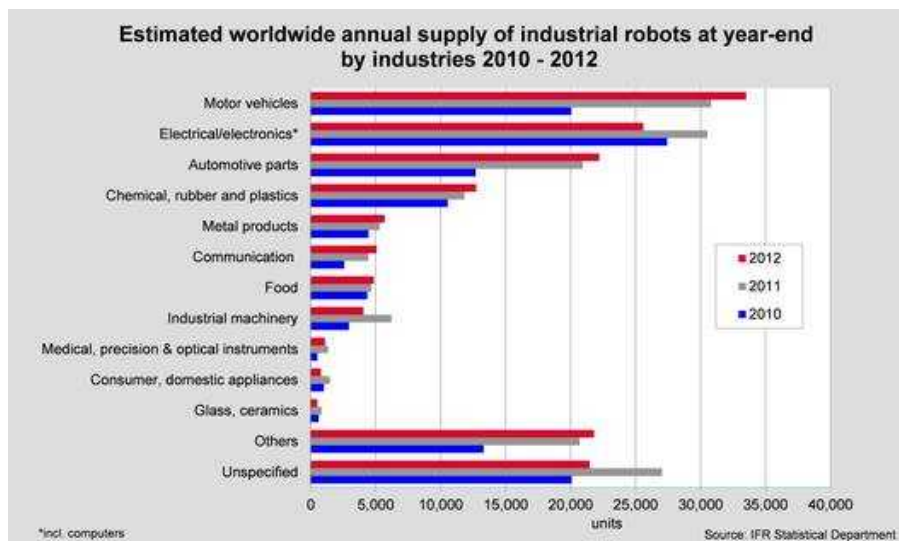
【図表 2】 世界の産業用ロボット出荷数推移



出典：IFR

産業用ロボット需要家の産業分類としては、自動車産業が最も大きく、エレクトロニクス産業がこれに続く。IFRでは、2012年の全体出荷数の前年比減少をエレクトロニクス向けの減少によると分析しており、これに対して自動車産業は2012年も前年比で成長している。

【図表3】 世界の産業用ロボット需要家別出荷状況



出典：IFR

用途別では、スポット溶接（2011年で全体の14.9%）とアーク溶接（12.7%）が圧倒的に多く、これに樹脂成形（6.9%）などが続く。（IFR/経産省による）

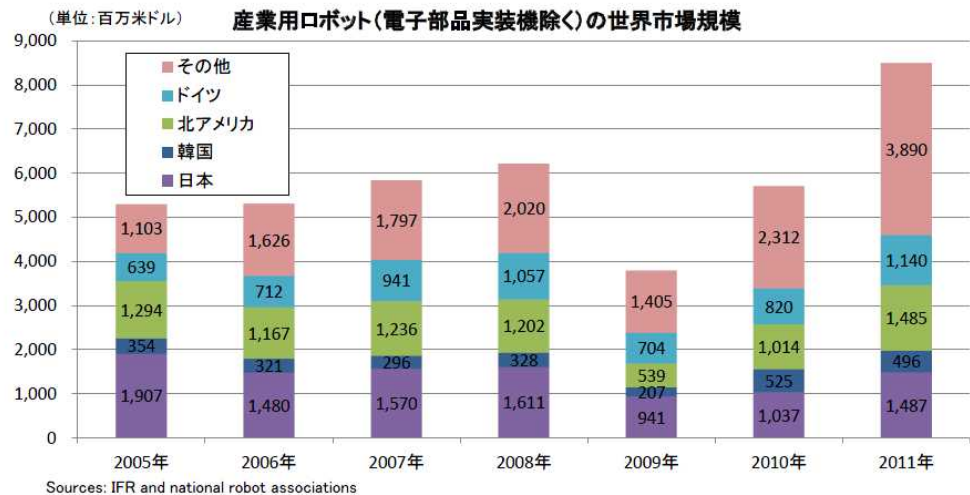
【図表4】 アーク溶接ロボット（Yaskawa Motoman）



出典：Yaskawa Motoman Robotics

国別の年次市場規模（需要）では、日本が世界トップを維持しており、これに北米・ドイツ・韓国が続いている（図表5）。

【図表5】 国別産業用ロボット年次出荷状況



出典：経産省・IFR

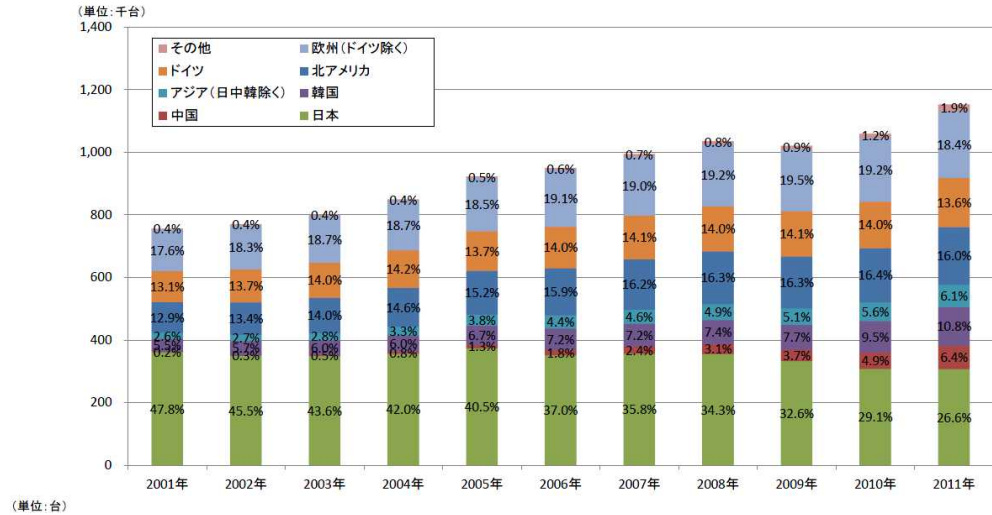
IFRの公開資料では「生産国」の統計がないが、経産省の日本国内生産と世界の需要を比較すると、金額ベースで日本企業は2011年で50.2%のシェアを持っている。

過去に出荷されたものを含む稼働台数でも日本は圧倒的にトップである。日本は2001年には世界の稼働台数の半分近くを占めていたものが、2011年には27%まで下がっているが、それでもまだ世界首位を維持している。（図表6）

「次の次」と目される
ロボット産業の将来と
Googleの戦略

【図表6】 国別産業用ロボット稼働台数推移

6. 主要国・地域の産業用ロボット(電子部品実装機を除く)稼働台数



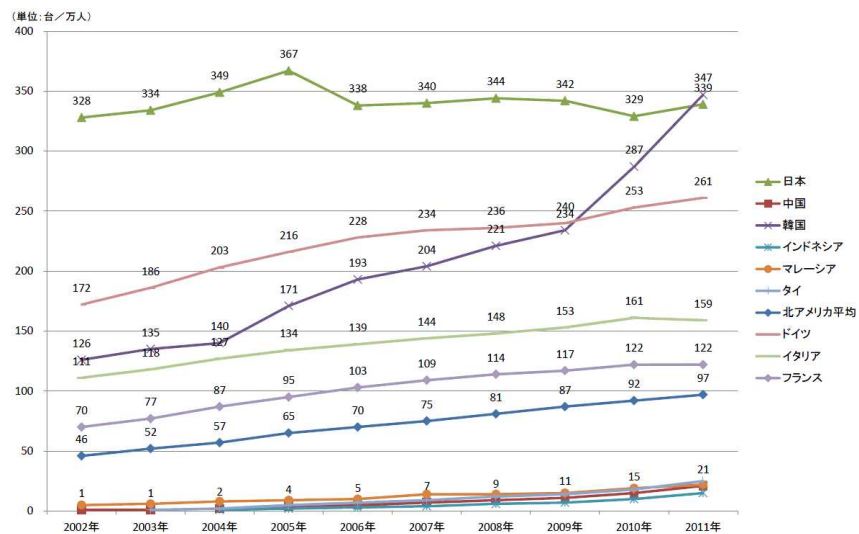
出典：経産省・IFR

一方、製造業従業員数一人あたりのロボット台数では現在は韓国が首位、日本が第二位となっている。(図表7)

近年は中国の自動車産業向けが急速に伸びており、今後の見通しとしては、中国市場の動向が今後の成長のカギと見られている。このため、今後2014~16年にかけて、世界全体で年率(CAGR)6%程度(欧米4%、アジア8%)の伸びを見込んでいる。

【図表7】 製造業従業員あたりのロボット密度推移

7. 主要国・地域の製造業従業員1万人あたりの産業用ロボット(電子部品実装機を除く)利用台数



Sources: IFR(国際ロボット連盟), national robot associations(各国ロボット協会), OECD STAN(経済協力開発機構Structural Analysis Statistics), national statistic offices(各国統計局), ILO(国際労働機関)
 ロボット密度: 製造業における従業員1万人当たりの稼働ロボット数。表中記載の国、地域のための数値。
 ※韓国の数値は2004年までは産業用ロボットの全タイプを含む。

出典：経産省・IFR

Statista[®] (脚注4) によると、産業用ロボットの世界の主力メーカーは、日本の安川電機とファナック、ドイツのKUKAとABBなどであり、日本とドイツが強い分野である。

1-3. サービス・ロボット

上記のように、産業ロボット分野は産業構造がはっきりしており、主要プレイヤーの顔ぶれも固まっている。しかし、サービス・ロボットは広い範囲をカバーしており、メーカーの顔ぶれもまだ細分化状態で、ビジネスモデルもまだ確立していない。国別統計もきちんとしたものはないが、一般的にサービス・ロボットでは日欧よりも米国が先行していると見てよいだろう。[®] (脚注5)

ベンチャーや大学の研究チームも多く、イノベーションの余地が大きいため、最近シリコンバレーで買収などの動きが多いのは、主にこちらのサービス・ロボットの分野である。

サービス・ロボットの中でも、プロフェッショナル向け（業務用）とコンシューマー向けは単価が大きく異なり、産業としての性格が全く異なるため、IFR統計ではこの2つは分けて記述している。

プロフェッショナル向けでは、軍事用が最大で、その他フィールド（鉱業・農業など）、ロジスティクス（運搬・倉庫など）、医療（手術など）、その他各種用途で使われている。一般にいう「ロボット」のイメージとは異なるが、医療現場などで使われるモバイル・テレプレゼンスも、プロフェッショナル・サービスロボットの一つと扱われている。

これらは、それぞれの分野の専門性が高く、ロボット専業ではなくそれぞれの分野のメジャー・ベンダー（例えば軍用ならばボーイングやロッキード・マーティンなど）がロボットも提供していることが多い。専業メーカーとしては、例えば医療分野で手術用ロボットのIntuitive Surgicalなどが知られている。



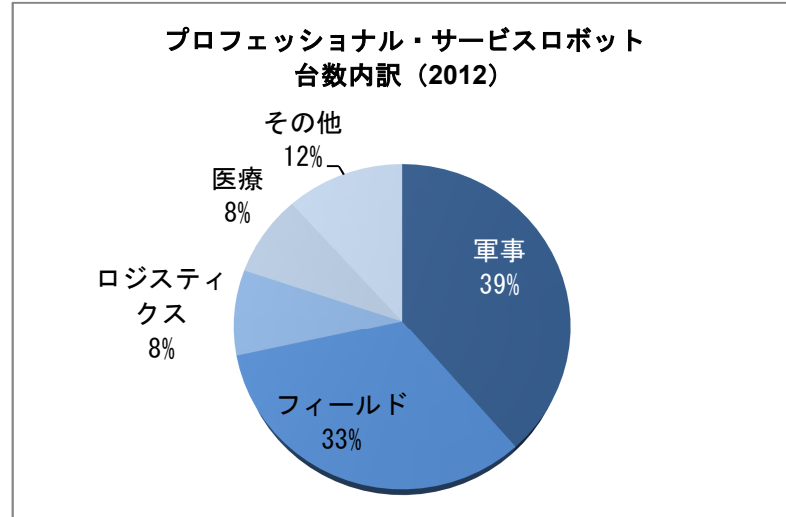
[®] (脚注4)

<http://www.statista.com/statistics/257177/global-industrial-robot-market-share-by-company/>





[®] (脚注5)

<http://blog.robotiq.com/bid/33839/10-Differences-Between-Industrial-and-Service-Robots>

【図表8】 プロフェッショナル向けサービス・ロボットの分布



【図表9】 プロフェッショナル向けサービス・ロボットの用途

用途	内訳
軍事	無人航空機 (unmanned aerial vehicles/UAV、droneとも呼ばれる、右写真) が最大分野で、台数ベースの90%近くを占める。このほか、無人の潜水艦、戦車、小型UAVなど。 
フィールド	採掘・採石 (右写真、Robotic Drilling SystemsのSeabed Rig)、運搬、農薬散布、農産物収穫、家畜監視など各種。 
ロジスティクス	製造現場・倉庫などの自動運搬車両 (右写真、KIVA Systems) が60%を占める。 
医療	ロボット介助手術 (右写真、Intuitive Surgicalのda Vinci Si) ・セラピーが80%を占める。一台あたりの単価が高いことが特徴で、台数ベースでは8%程度だが、金額ではプロフェッショナル・サービス・ロボット全体の売上の44%を占める。 
その他	建設・解体、清掃、検査・メンテナンス、救助・安全、モバイル・ロボット・プラットフォーム、水中システムなど

出典：いずれもIFRをもとにENOTECH作成、写真はWikimediaおよび各社ウェブサイト

【写真1】アザラシ型癒やしロボット「PARO」
話しかけたり撫ぜたりすると反応する。アニマルセラピーの代替として使われ、認知症の症状緩和などに役立つとされる。





撮影：2014年
CES ブースにて
海部美知

コンシューマー・ロボットでは、ホームケアロボットとホビー・パーソナルロボット分野に分類でき、IFRでは前者が2011年で\$697mil.、後者が\$524mil.と、ややホームケアが多いと推計している。ホームケアロボットでは、現在のところ圧倒的に「掃除」の仕事をするものが多い。また、Googleが最近買収した自動サーモスタットのNest社（後述）のようなものも、一見ロボットのようには見えないが、ホームケアロボット事例の一つに数えられている。

後者のホビー・パーソナルロボットは、人間と直接やりとりをするもの、例えば高齢者や障害者向けの介護ロボットのようなものをいう。実用化が期待されているが、まだ本格的な市場規模には至っておらず、第三章に述べるアメリカの障害者介助ロボットのように、種々の研究が試みられている。またもう少し身近な例として、日本の知能システム社のアザラシ型癒やしロボット「PARO」はすでに世界各地で販売されて実績をあげている。コンシューマー・ロボットの事例を図表10に示す。

コンシューマー向けは、プロフェッショナル向けよりもさらにプレイヤーの数が多く、市場シェアの数字も入手できないが、ほぼ唯一のメジャープレイヤーと認識されているのは、掃除機ロボットRoombaで知られるiRobotである。（ただし、iRobotは軍事用ロボットの売上も大きく、その他プロフェッショナル向けロボット各種も提供している。）同社は2012年で年間162万台のホームロボットの売上がある。（同社財務発表による）

【図表10】 コンシューマー向けサービス・ロボットの用途

用途	内訳
ホームケア	床掃除（右写真、iRobotのRoomba）、芝刈り、窓清掃、プール掃除、自動サーモスタット、自動ペットトイレなど。 
ホビー・パーソナル	スマート玩具、教育用ロボット／キット（右写真、LegoのMindstorm）、ホビーロボット／キット、パーソナル・ロボット、娯楽ロボットなど。 

出典：いずれもIFRとMyriaをもとにENOTECH作成、写真は各社ウェブサイト

2. ウェブ・IT企業の動きとGoogle

2-1. 動きの多いウェブ・IT企業

これまで見たように、ロボット産業は全部の分野を合わせても世界の年間売上が120億ドル程度と、Google一社の売上のせいぜい1/5程度の規模であり、まだまだニッチな産業である。IT技術の趨勢としても、種々の部分で未成熟であり、メジャーになるとしても「次の次」程度、早くとも今から10年以上先、と見る向きが多い。

しかし、ここ数ヶ月の間に、シリコンバレーを中心とするウェブ・IT企業によるロボットに関する戦略的な動きが急速に多く報じられるようになっている。

なお、前章で見たように、ロボット産業に関するレポートなどでは、一般的なイメージである産業用ロボットやヒューマノイド・ロボット以外の技術や製品が含まれていることが多い。ここでは、ロボット産業分野のコンサルタント、ダン・カラ氏^⑥（Myria社）による下記の定義をベースとして考えることにする。

- Mechanization（機械化） — Act
- Automation（自動化） — Sense + Act
- Robotics（ロボティクス） — Sense + Think + Act


2-2. 最近の動き

最近のウェブ・IT系プレイヤーのロボット関連分野での目立つ動きをまとめると、図表11のようになる。

【図表11】 ウェブ・IT系プレイヤーのロボット関連の最近の動き

企業名	時期	内容
Google	2013年中（報道は12月）	ロボット関連企業8社を買収（詳細は後述、買収額非公開）し、Andy Rubin氏をトップとするロボット部門の設立を発表
	2014年1月13日	自動サーモスタットのNest社を買収（買収額 \$3.2bil.） 
	2014年1月26日	人工知能（AI）のDeep Mind社を買収（買収額 \$500mil.以上）

^⑥（脚注6）2014年1月8日、CESでの講演「Sizing and Seizing Consumer Robotics Opportunity」より引用。以下同氏の発言引用はこれと同じ。

Amazon	2012年3月20日	搬送ロボットのKiva Systems社を買収（買収額 \$775mil.以上）	
	2013年12月1日	小型無人飛行システム（octocopter/drone）を使った配送システム「Prime Air」構想をテレビ番組の中で紹介	
Apple	2013年11月13日	2014年中にサプライチェーン・ロボット/自動システムに\$10.5bil.投資する予定と財務資料の中で開示	
	2013年11月24日	3DセンサーのPrimeSense社を買収（買収額 \$350mil.程度と推測）	

出典：各種報道をもとにENOTECH作成

2-3. シリコンバレーの立ち位置

米国のロボット産業は、ロボット研究の盛んな大学のある地域に、大学からのスピノフのベンチャーや研究機関を中心として集まっている。こうした産業クラスターの中では、マサチューセッツ工科大学（MIT）のあるボストン周辺が最も組織だっているとされる。これにカーネギー・メロン大学のあるピッツバーグと、スタンフォード大学のあるシリコンバレーが続く。（カラ氏談）

軍事・産業向けのメーカー、例えばRoombaのiRobot、Amazonが買収したKiva Systems、Googleが2013年に買収したBoston Dynamicsなどは、いずれもボストン近郊に立地している。

これに対し、シリコンバレーはハードウェアでビジネスとして成功している企業というよりも、ソフトウェア・デザイン・要素技術などのベンチャーが目立つ。後述するオープンソース・ソフトウェアのWillow Garage、手術用医療ロボットのIntuitive Surgicalなどはスタンフォード大学からのスピノフであり、シリコンバレーにある。

近年ロボットの進化をもたらした背景要因はいくつかあるが、カラ氏は下記の6つの要素を主要なものとして挙げており、多くがシリコンバレーのウェブ・IT技術と密接な関連がある。特に、センサーやアクセルロメーターなどの数量拡大と低コスト化をもたらしたモバイル端末・ウェアラブル装置や、クラウド・ロボティクス（「脳」部分をロボットの中ではなく外のサーバー側に置き、通信により動作指示を行う）などの技術では、多くの研究者と技術者がシリコンバレーに集積している。

- ロボットのOS（後述）
- ムーアの法則によるコンピューティング低コスト化

- センサーの低コスト化
- クラウド・ロボティクスの発達
- アクセロメーターなど要素技術のコモディティ化
- パーベイスブコンピューティング・通信（特に無線）の発達

Nestの買収額\$3.2bil.は、プロフェッショナル・サービスロボット産業全体の年間市場規模とほとんど変わらない。Googleの参入は、商売にならないためにこれまで学術活動の域を脱せなかった米国のロボット業界に、桁違いの資金が流入することを意味している。現在ロボット業界に携わる業界人は、一般に歓迎するムードが強いようである。(カラ氏談)

こうした背景により、今後ますます、ロボット分野におけるシリコンバレーの重要性が高まっていくのではないかと推測される。

2-4. Googleによる一連の買収

2013年12月に報道されたように、Googleは複数のロボット関連企業をそれ以前の半年ほどで買収している。上記にリストしたように、AmazonとAppleもロボット分野での動きが見られるが、現在のところロボットを製造現場や配送に使おうという「ユーザー」の立場にとどまっている。これに対し、Googleは自らがロボットのプラットフォームを作り提供するという動きと見ることができる。

一連の買収の内容は、図表11のようになる。

このうち、7と8を除く6社は、サンフランシスコおよびシリコンバレー近郊にある。従業員数で最大のBoston Dynamicsは1992年設立で従業員数80人ほどいるが、それ以外は数人~数十人程度の比較的新しいベンチャー企業である。日本のShaftも含め、利益があがっているものはないため、事業の買収ではなく、「タレント・バイ」と呼ばれる人の獲得を目的とした一種の「人材採用活動」と考えられる。

この後に買収を発表したNestは、すでに製品が広く販売されており、買収金額も大きい。しかし、同社は製品そのものだけでなく「デザイン・UI」面で高い評価を受けており、その前後の一連の動きとも合わせ、これもサーモスタットの事業自体や「ホーム・オートメーション」分野への興味というよりは、サービスの背後にある「データ収集・解析技術」や「デザイン・UI」の人材を獲得することが目的である、との見方も強い^(脚注7)。



^(脚注7) <http://twit.tv/show/this-week-in-tech/443> による

同様に、その少し後に買収が発表された**Deep Mind**社も、AI分野の人材確保が目的と見ることができ、直接的には本業である検索技術への応用が可能だが、ロボットを含む**Google**の今後に向けての戦略の一環であるとも見られる。

【図表11】 2013年中に**Google**が買収したロボット関連企業

	企業名	内容
1	Industrial Perception	Willow Garage （後述）傘下。ロボットの視覚とアームの技術を持ち、大きさの異なる荷物を認識して積み下ろしができるロボットアームの開発。
2	Meka Robotics	ヒューマノイド・ロボットの開発。 Willow Garage との合弁会社（下記）をもつ。
3	Redwood Robotics	Willow Garage 、 SRI （Stanford Research Institute）、上記 Meka の合弁会社。ロボットアームの技術開発。
4	Holomni	Willow Garage 出身の技術者がオーナー。全方向車輪の技術。
5	Bot & Dolly	映画「ゼロ・グラビティ」などの撮影で使われたロボットアームの技術。
6	Autofuss	Bot & Dolly の姉妹会社、広告・デザイン。
7	Schaft	日本の東大からのスピンオフ。ヒューマノイド・ロボットの開発。
8	Boston Dynamics	MITからのスピンオフ。動物の動きをモデルとした四足歩行ロボットの開発。同社の「 Big Dog 」ロボットが不整地で軍事物資を運搬するビデオが有名になった。

出典： Venture Beat[®]（脚注8）およびその他各種報道をもとにENOTECH作成

2-5. Willow Garage・ROS・Googleの関係

【写真2】 Sutable Technologiesの移動テレプレゼンスBEAM



図表11の1~4は、いずれも**Willow Garage**という共通項をもっていることがわかる。

Willow Garageは2006年設立のスタンフォード大学からのスピンオフで、オープンソース・ソフトウェアの**ROS**（Robot Operating System）の開発・普及を目的としてベンチャーを傘下で育てるインキュベーターである。**Google**とは、初期の頃から



®（脚注8）

<http://venturebeat.com/2013/12/04/all-hail-the-googlebots-heres-a-look-at-the-7-robot-companies-google-just-acquired/>

資金面と人材面の両方で関係が深い。

傘下には、今回Googleに買収された2社のほか、移動テレプレゼンス・システム Beamを提供するSuitable Technologies、ROSの普及・配布を目的とした団体Open Source Robotics Foundation（OSRF）など、数社・団体がある。

同社はROSを搭載した研究用ロボットPR2も2010年に製品化した。PRはpersonal robotの略であり、現在主に大学や研究機関で使われている。

【写真3】 Willow Garage の研究用ロボット PR2



出典:いずれも各社ウェブサイト

Willow Garage社は、2013年7~8月にかけて、ROSの推進をOSRFに、従業員の大半とPR2の開発をSuitable Technologiesに移管して、現在は既存PR2のメンテナンスなどを残し大幅に活動規模を縮小した。

Googleが傘下の2社を買収した正確な時期は不明だが、2013年後半であると考えられ、上記のようにWillow Garageを3つに分解したうちの一つをGoogleが引き継いだ格好になっている。

なお、サンフランシスコ地区の残る2社は互いに関連会社であり、こちらもGoogleと人材面でつながりがある。

2-6. Googleの狙い

Googleのロボット企業買収の目的については公式に発表されておらず、「消費者向け製品でなく、エレクトロニクス産業の製造ラインで使われる産業用ロボットや、Amazonと競合するようなもの」ではないかといった推測が報道されている⁹（脚注9）。

しかし、上記のような経緯と、ロボット部門を率いるアンディ・ルービン氏の経歴や考え方を併せて見ると、Googleが狙っているのは、モバイルでオープンソースOS（Android）をGoogleが支配する体制を築いたのと同じパターンをロボットでも再現しようということではないか、と筆者は推測している。ロボットではROSを軸として、オープンソースによるOS技術の急速な進化とGoogleの支配による「事業化」を同時に進めよう、ということである。カラ氏も同様の見解であり、さらに将来的にはAndroidとROSの連携関係もありうると述べている。

これまでのロボット産業は、伝統的な「垂直統合型」であり、ソフトウェアも各メーカーの独自方式でハードウェアとがっちり結びついている。これをレイヤーごとに切り離し、OSを多くの人や企業の間で共用可能にし、ひとつの開発成果を他の人もすぐに再利用可能にすることで、コストを下げ、開発の速度を上げることがで



⁹（脚注9）

http://www.nytimes.com/2013/12/04/technology/google-puts-money-on-robots-using-the-man-behind-android.html?_r=0

きる。

さらに、「脳」部分をクラウドに置き、自身のセンサーや経験だけでなく、他のソースから得られた多くの情報をベースにより賢く行動を判断する「クラウド・ロボティクス」が次第に現実的になっている^④（脚注10）。Googleは現在の主要事業である「検索」を超える「次」の仕組みを継続的に模索しており、それはおそらく、クラウドにある「脳」を使って実際にアクションを起こす、という進化であると考えることができる。例えばGoogle Nowでは、過去にクラウドに蓄積されたユーザー情報とリアルタイムのデータをかけあわせて、検索する前にユーザーが欲しそうな情報を見繕って表示する。

それをさらに一歩進めると、ユーザーが情報を見てアクションを起こすのではなく、情報をもとにユーザーが希望するようなアクションを機械が自動的に行ったり（ロボット）、環境を変化させたりする（サーモスタット）、ということが考えられる。ウェアラブル（Google Glass）や無人自動運転車などの試みも、それぞれが単独の事業としてではなく、Googleが持つ「クラウド脳」へのIN（ウェアラブルによるデータ収集）とOUT（自動車の運転）という大きな仕組みの一例であり、ロボットは（INもあるが）主にOUT側に関わる事例の一つ考えることができる。ウェアラブルや自動運転車と同様、ロボットも個別の事業ではなく、「クラウド脳」を使ってアクションを起こすという大きな戦略の一つであり、その戦略の実現化状況次第では、将来さらに別の事業が加わったり統合されたり、あるいは別の形に変わっていったりする可能性もあると筆者は考えている。

2-7. アンディ・ルービン氏の思想

アンディ・ルービン氏は1992年にAppleのスピンオフであるGeneral Magic社でモバイルOSのMagic Capの開発を担当した。同社は、ソニー、パナソニック、モトローラ、AT&Tなどがパートナーとなり、これらの企業が共用できるOSを開発しようという、当時としては画期的な思想を持っていた。その後同氏は1999年にDanger社を設立し、これも当時としては画期的であった、PIM（Personal Information Management、電話帳・カレンダーなどの個人情報管理）を端末ではなくクラウドに置くという思想を実現し、同社のSidekickという端末は米国のティーンの間で一世を風靡した。2003年にAndroid社を設立し、クラウドを軸に据えたモバイルOSの開発・事業化をさらに発展させ、その後Googleに買収された。

同氏はロボット・マニアとしても知られており、Android社の名称は、同氏のApple



^④（脚注10） 機器のほうには、たとえば、衝突せずに進むといったような、センサー情報に基づいて動作する（アクチュエータを動かす）ための指令を出す「脳」の役割が残る。

時代のニックネームが語源とされている^④([脚注11](#))。また同氏は、ここ数年、オーディオ機器などのモバイル以外のハードウェアへのAndroid展開に力を入れてきた。

上記のようなGoogleの「進化」の方向性の中で、彼は今度はハードウェア展開の延長として、得意なロボット分野で、GoogleのクラウドをベースにしたオープンソースOSをやろうとしている、と考えると自然である。

3. ウェブ・IT勢のロボット参入の意義

3-1. 裾野／エコシステムの形成

ロボット産業は、ロボット自体の販売もさることながら、モバイル（移動）、マニピュレーション（アーム操作）、ソフトウェア、AI／ビッグデータなど、多くの分野に応用可能な技術が生まれる、すなわち広い「裾野／エコシステム」を形成する可能性を持っている。例えば現在の自動車産業のように、金額的に大きな産業エコシステムを形成できるかどうかはまだなんともいえないが、技術開発面では多くの最先端要素技術が関与しており、技術的な裾野の広がりが期待される。

定型的な作業を大量にこなす産業用ロボットではなく、特に介護など個人のきめ細かなニーズに合わせるタイプのロボットでは、それぞれの作業やユーザーごとに垂直統合的な仕組みを作ってはコストが膨大になる。要素技術をモジュールとして組み合わせ、モバイルプラットフォーム上に種々のアプリを載せてパーソナライズできるようになれば、開発・製造コストを下げることができ、価格が下がってより多くの人が使えるようになり、さらに技術開発と低コストが進むという好循環を産む可能性がある。

当然ながら、ロボット技術にはプラスだけではなく懸念もある。2013年11月には、米国連邦航空局（FAA）がプライベート・ドローンの規制扱い全般とプライバシーに関する今後のロードマップを発表したが、これに伴ってドローンによる個人情報の収集の可能性とその扱いについての議論が沸き起こった。例えば国防高等研究計画局（DARPA）では、小型のハチドリの形をしたスパイボットをすでに開発しており、ロボットによる政府のスパイ行為の可能性が多くの人に知られるようになった。筆者が著書「ビッグデータの覇者たち」で紹介したように、米国では「ビッグデータのプライバシー問題」として最も激しい反応を起こすものが「政府によるプライバシー侵害」であり、今のところ具体的な問題がなくても、メディアや識者が反応しやすい。まだ早い段階であり着地点は見えないが、今後いろいろ議論されていく分野である。



^④([脚注11](#)) <http://graphs.net/android-history.html>

3-2. Willow Garageの介護ロボット研究最前線

こうした従来とは違うロボットの使い方をめざす中で、現在どういった研究がされているかの一例として、前章で紹介したWillow GarageとPR2ロボットの事例を紹介しよう^④（脚注12）。

ヘンリー・エヴァンズ氏はシリコンバレー在住の企業エグゼクティブであったが、2002年に40歳の若さで重篤な脳梗塞のために全身の自由を失った。脳の活動は従来どおりなのに、当初は目だけしか動かせなかった。リハビリで頭と指を少し動かせるようになり、家族の支えや種々の支援技術により、eメールでのコミュニケーションが可能となった。

【写真4】PR2、エヴァンズ氏（ロボットの向かって左、車椅子）と Robot for Humanity チーム



出典：Willow Garage ウェブサイト

ある日、エヴァンズ氏はテレビ番組でPR2を使ったジョージア工科大学（ジョージア・テック）の研究のことを知り、Willow Garageとジョージア・テックのチャーリー・ケンプ教授にメールを送って、自らが「実験台」となることを申し出た。

「Robot for Humanity」と名づけた、アメリカ大陸の西と東をつないだこのプロジェクトは2010年に始まった。最初にエヴァンズ氏と彼の妻がロボットにやって欲しいと思ったことは、「痒いところを搔くこととヒゲを剃ること」の2つであった。エヴァンズ氏が「こういうふうにロボットを動かしたい」という仕組みを提示し、ジョージア・テックでそれをもとにシステムを構築した。これにより、ヘッド・トラッカー（頭の動きを感知するセンサー）とコンピューターを使い、エヴァンズ氏は10年ぶりに顔を搔くことができた。

ブラウン大学のチャド・ジェンキンス准教授も参加して作ったソフトにより、今度はジョージア・テック側でケンプ教授がじっと座り、エヴァンズ氏が遠隔コントロールで電動カミソリをPR2に操作させ、ケンプ教授のヒゲを剃る実験にも成功した。ケンプ教授は、「遠隔コントロールでこうした微妙な動きをロボットにさせたという事例は、あったとしても非常に稀と思う」と述べている。何度かの練習を経て、エヴァンズ氏はロボットで自分のヒゲを剃れるようになった。

2011年のハロウィーンには、地元のショッピングモールで、子供たちにロボットを使ってキャンディを配った。引き出しのタオルや冷蔵庫の中の食べ物などを、ロボットに取らせて持ってこさせることができるようになった。ジェンキンス准教授とエヴァンズ氏が、それぞれ同じ場所にある2台のロボットをリモートで操作してボールを蹴らせ、サッカーゲームができるようになった。

PR2の他にも、カメラを装着したホビー・ドローン（ホビー用小型飛行機器）を飛ばせて庭を見て回ったり、遠隔でブラウン大学のキャンパスを散策したりするこ

^④（脚注12） <http://www.willowgarage.com/blog/2012/07/27/robots-humanity>
https://alumni.stanford.edu/get/page/magazine/article/?article_id=67460

とができるようになった。

2013年10月のTEDTalks[®] (脚注13) では、上記で紹介したテレプレゼンスロボット BEAM 経由でエヴァンズ氏が舞台上に登場し、合成音声でこれまでの経緯を紹介して、実際に遠隔でホビー・ドローンを操作する実演も行った。

この講演の中で同氏は、「人間は誰も、なんらかの障害を持っています。例えば、時速80kmで走りたいと思ってもそれはできません。それを克服するのに、自動車を使います。私のように別の障害を持っている人でも、技術を使って、できなかったことができるようになる、場合によっては普通の人ができないことすらできる、という可能性をみなさんに知っていただきたいと思います」と述べている。

こうしたロボットやシステムが、自動車のように、多くの家庭で身体障害者や高齢者に身近に利用されるようになるまでの道のりはまだ長い、一つの方向性を示している。

3-3. 「現代のベル研」

このように現在は、産業用以外のロボットはまだ早期の研究段階か、または限られたニッチ向けのものが多く、すぐに広く普及したり利益につながったりするだけのコスト構造まで至っていない。そんな中で、ここまでロボットに積極的に取り組んでいる新興IT系プレイヤーは今のところGoogleだけである。

このように、完成に長い時間を要する技術に人と資金を投入し、その成果が自社のみならず広く利用されて、社会に大きな影響を与えた存在として、かつては旧AT&Tベル研究所や、ゼロックス・パロアルト研究所 (PARC) などがあった。現在のGoogleは、ベル研やPARC並の時間軸での研究に投資できるだけの余裕もあり、ロボットを含む「クラウド脳」への種々の取り組みを見ていると、この分野での「現代のベル研」となっていく可能性がある」と筆者は考えている。

実際にその研究成果が実用に供されることはまだ先としても、Nest買収で見られるように、Googleは多額の投資をこの分野に対して行う用意があると考えられている。この資金流入をあてにして、シリコンバレーでロボット技術ベンチャーへの投資がこれから一気に勢いを増すことが予想される。



[®] (脚注13)

http://www.ted.com/talks/henry_evans_and_chad_jenkins_meet_the_robots_for_humanity.html

3-4. IoTとの関わり

こうしたロボット産業の流れが通信と深く係るのは「Internet of Things (IoT)」または「M2M (Machine to Machine)」とよばれる分野である。

先進国ではすでに携帯電話回線契約が飽和を超え、スマートフォンへの移行によるARPUの積み増しもほぼ一巡した中、かねてから「次」のフロンティアとしてIoT／M2Mが期待されている[☞](脚注14)ことは周知のとおりである。

2014年1月のCESではIoTの具体的なサービスとして、「自動車」と「ウェアラブル」の2つが大きく取り上げられた。通信キャリアという立場からすると、直接の回線契約につながりづらいウェアラブル(電力やチップ機能の制約から、スマートフォンとBluetoothなどでつながる周辺機器にとどまる可能性が高い)よりも、売上につながりやすい「スマート・カー」のほうが関心が高いと見ることができる。ベライゾン・AT&T・スプリントの米国主要キャリアは、いずれも主要自動車メーカーとの提携、プラットフォームの整備、法人営業部隊の増強など、自動車シフトを敷いている。

ベライゾンが数年前に「Share Everything」という料金プランを開始し、一本の契約の中にスマートフォン・タブレット・WiFiホットスポットなど複数の端末を含めて、決まったデータ量をシェアできるようにした。これにより、使用頻度の低い端末でも独立の高額な契約をする必要がなくなり、他のキャリアもこれに追随している。この料金プラン移行の目的は、非音声／データオンリー／IoT端末を追加しやすくするためと言われており、次のIoT端末として期待される大物は自動車であると考えられる向きが多い。

2010年の筆者のレポート(脚注13参照)にあるように、自動車はすでに米国M2M市場の売上の大半を占めている大きな事業でもあるため、これは自然な動きである。ただし、従来の枠組みを大きく変えるほどのブレークスルーになりうる新規のアプリケーションは今のところまだはっきり見えておらず、業界の期待が近い将来現実になるかどうかは未知数である。

ロボットは、それよりもまださらに先の「次の次」であり、通信事業者にとってはまだ先の長い話である。しかし将来的には、Googleの目指す「クラウド脳」との通信を前提としたロボットが実現して多く利用されるようになり、それが無線通信で行われるようになる時代が、いずれは到来することになるだろう。

従来の「通話・メール」を主目的としたネットワーク設計やサービス・料金プラ



[☞](脚注14)

筆者による『「M2M」が無線通信の次のフロンティアである理由』(KDDI総研R&A2010年12月号)を参照。<http://www.kddi-ri.jp/RA/rplist.html?category=report&id=1462>

ンは、現在徐々に「データ通信」をメインとした考え方に変わりつつある。ロボットがネットワークにつながる時代には、現在とはかなり異なる通信ニーズとなり、ネットワークもそれに合わせたものになっていくだろう。

4. まとめ

筆者の『シリコンバレーの自動車ハッカソンの状況』(KDDI総研R&A2013年8月号)で報告したように、シリコンバレーでは少し以前からハードウェア・ブームが到来している。一方で、スマートフォン・ブームを牽引してきたAppleが、新しい魅力的な製品が出ないということで批判され、Googleはいったん買収したモトローラを売却した。従来のアプリ・ビジネスの興隆を支えてきたスマートフォン・タブレットという舞台装置がそろそろ成熟の域に達し、新たなイノベーションが望めなくなってきたということ、多くの人が感じていることの証左である。

とはいえ、今回のハードウェアへの流れは、1950~60年代に冷蔵庫やテレビがそれぞれ単品として発達して普及した時期のハードウェア・イノベーションとは異なり、その背後に通信機能が備わり、単独ではなく、サーバー側の「クラウド脳」や他の機器と連携して動くものが指向されているのが特徴である。ウェアラブル・スマートカーという今年の話題アイテムも、こうしたIoTの事例である。

そんな中で、種々の技術の粋を集めたロボットが急速に注目を集めるようになってきたことは自然な流れであると見える。

かつてモバイルにおいても、2000年代前半まではシリコンバレーは世界の中で傍流的な存在であった。しかしその後、AppleとGoogleがモバイル・ムーブメントの中心となり、資金も人もここに集まるようになった。今後、Googleが同様のことをロボットで起こせるのかどうか、引き続き注目される。

📖 執筆者コメント

筆者はかねてから「通信景気は10年周期」があると唱えている。通信の設備技術はだいたい10年ほどのサイクルであり、新しい技術の設備に入れ替わると、一気に設備のキャパシティが多くなり、通信容量の供給過剰状態が発生して料金が低下する。こうした節目の時期には、拡大したマージンを狙って新規参入が多く発生し、安くなった素材を利用して新しいサービスやアプリケーションが百花繚乱し、ベンチャーが活躍したり大型M&Aが起こったりして、株式市場も活性化する。

これまでのサイクルをそのまま適用すると、固定通信では2015年、モバイルでは2017-8年あたりが節目となるが、技術革新が最近ではモバイルに集中しており、設備更新のサイクルが少し短くなっているため、2015年は素通りし、LTEがやや早く展開して、2016年あたりになんらかの節目が来るかもしれないと筆者は考えている。

米国の通信事業者は、モバイルの新世代ネットワーク設備がほぼ面的展開を終了

した時期に、強力な新しいサービスや端末をぶつけて、加入者の新ネットワークへの移行を促進しようとする。前回は2007年にiPhoneが登場し、スマートフォンへの移行により、ユーザーを新しい3Gネットワークに誘導した。

もし2016年頃にその節目が訪れるとすると、その時期になんらかの大型のモバイル機器が登場するかもしれない。さすがにロボットはまだその次程度と思われるが、これまでのハードウェア・ブームの流れからすると、「電話端末」ではない、新しいハードウェアが次世代ネットワーク移行の役割を果たすかもしれない。それはスマート・カーなのか、スマート家電の大家なのか、はたまた何か全く別のものかもしれない。

現在までに種々試されている「スマート家電」は、「スマホで設定できる洗濯機」や「レシピを表示する冷蔵庫」など、多くは「できることをやってみた」というだけだ。主婦でもある筆者のユーザー感覚からすると、本当にユーザーのペイン・ポイントを改善するものではなく、かえって設定に手間がかかってしまうようなものが多く、まだまだ賢くない。Googleの本格参入により、ヒューマノイド型のロボットでなくても、例えばNestのような、いちいちスマホで設定しなくてもよい、クラウド脳を持った、本当に賢い家電がようやく登場するかもしれない。今から楽しみである。

【執筆者プロフィール】

氏 名： 海部 美知

経 歴： 本田技研、ペイン・アンド・カンパニーを経て、1989年よりニューヨークのNTT米国現地法人にて、米国事業立ち上げおよび海外投資を担当。1996年、米国の携帯電話ベンチャー、ネクストウェブ・テレコム社に移り、事業開発ディレクターとして、電話事業者との戦略提携を担当。1998年独立してエノテック・コンサルティングを設立、1999年にシリコンバレーに移り、現在に至る。日米双方の業界インサイダー、およびシリコンバレーのインサイダーとしてのユニークな経験・人脈を生かし、通信事業専門の経営戦略アドバイス、市場調査分析、提携斡旋などを行っている。取り扱い分野は、携帯電話、ブロードバンド、ネットビジネス、デジタルメディア、通信機器など、通信事業全般と周辺分野まで広範囲にわたる。一橋大学社会学部卒、スタンフォード大学経営学修士(MBA)。著書に『ビッグデータの覇者たち』(2013年講談社現代新書)、『パラダイス鎖国 忘れられた大国・日本』(2008年アスキー新書)がある。

WEBサイト：<http://www.enotechconsulting.com>

Blog：<http://d.hatena.ne.jp/michikaifu/>

Twitter：<http://twitter.com/MichiKaifu>