

# 7 未来 ロボットの可能性



五内川 拓史  
GONAIKAWA Hiroshi

株式会社ユニファイ・リサーチ  
代表取締役社長

10年先の未来ではロボットはどのように進化しているのだろうか。ロボットがどのように経済・社会・生活に関わってくるのだろうか。現状の研究成果や技術面・経済性を考慮して、現実的かつ大胆にロボットの未来を予測し、その可能性とアイデアを提示する。

## 想定する時間軸

将来、新しい技術がどのようにロボットを変え、またロボットがどのように経済・社会・生活を変えるかについて、いくつかのアイデアを素描してみたい。そのため、適切な時間軸を設定し、その範囲内で想定される技術トレンド及び経済性に鑑みて、議論を進める。

まず時間軸については、10年少々先の未来、すなわち2025年くらいを想定する。研究成果と実用化の間に10年程度のタイムラグがあると仮定すれば、2025年に商品化される技術シーズの多くは、現時点で一通り出そろっていると考えられる。一方、仮に時間軸を2050年にすると、現状では想定できないブレイクスルーを想定しなければならず、また現在一線の開発者が作る商品の範囲を飛び越えてしまうことになるので、予測が難しい。

また、考察の対象は、あくまで私たちの社会や生活へのインパクト、ということと考えていく。つまり、商業的な意図を持って生産され、一般に普及するロボットを対象として、その経済性についても考えてみたい。

## 技術進歩と経済合理性

そこで最初に、ロボット技術のトレンドを取り上げると、そのベースにITの急速な技術進歩があることは間違いないだろう。注目すべきは、計算

処理速度と通信速度の進歩である。例えば、計算処理速度はムーアの法則に従い、1年半～2年で2倍に増大する。もちろん、このムーアの法則は微細化限界に到達することで、2020年代頃に打ち止めになるとの説もあるが、これを打ち破るため、3次元積層、光計算デバイス、量子コンピュータまで様々な開発が進められている。こうしたブレイクスルーの有無は別としても、2025年までは現状と同じ速度での能力向上が期待できると想定する。

これに対して、ロボットの機構部分(アクチュエーターに代表される)は、計算処理や通信技術ほどの進化速度は見込みがたい。過去の事例からみても、例えば無人工場全体の生産性を2倍に引き上げるには10年単位の時間が必要とされている(図1)。これは

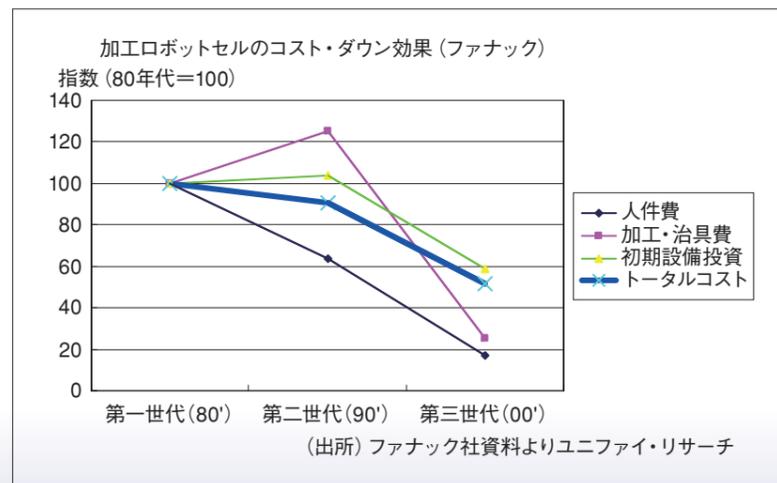


図1 無人工場の生産性向上

年率7%前後の改善であって、計算処理の年率40～60%の速度向上には、追いつかない(図2)。認識や分析能力の改善速度に比べると、リアルに対象物を操作する、あるいは自ら移動する、といった最終的な作業や動作の能力改善速度は、大きく見劣りするのである。

これを経済合理性の側面から言い換えると、コストがITほどの速度では下がらず、価格が高止まりすることを意味する。価格が高ければ、IT製品・サービスほど爆発的な普及には至らない。ロボットアニメに描かれるような完成度をもって、鉄腕アトムやドラえもんがスマホと同等の価格で買える、とか、モビルスーツがバイク並の価格で手に入る、ということは、2025年まではまず起こらないと予想される。

そこで、2025年頃の商用ロボットは、IT技術をどこまで利用しきっているか、機構部やリアルなボディの価格の高さをどのような付加価値でカバーしているか、といった点を念頭におきながら、以下では複数のありそうな状況を試論として提示してみたい。

## 2025年頃の商用ロボットの姿

### ● ロボットの頭脳はクラウド上で処理される

いくら半導体技術が進むといっても、一体のロボットに組みこめる演算処理能力には限界がある。そこで、通信の遅延が極小化され、あるいは遅延が致命的でないオペレーションなら、ロボットの頭脳(データベースや分析処理など)はクラウド側に置いてしまうほうが合理的だ。ロボット側には、センシングと最低限の行動指示に必要な処理機能だけ残せば、ロボット本体価格を抑制できる。

### ● 人工知能の発展が鍵を握る

既に米国グーグルは、ディープラーニングと呼ばれる手法で、人工知能実証に革新を起こしつつある。これはビッグデータを階層化処理するもので、人間が行う概念導出の手法に接近できるという。これまで、人型のロボットは、消費者にとっての用途や効能が不明で、なかなか値段も低くなりづらいのが現状だった。しかし、新手の人工知能がクラウド側に搭載できれば、対人インターフェイスやコミュニケーションの挙動に改良の余地が生まれる。人型ロボットの娯

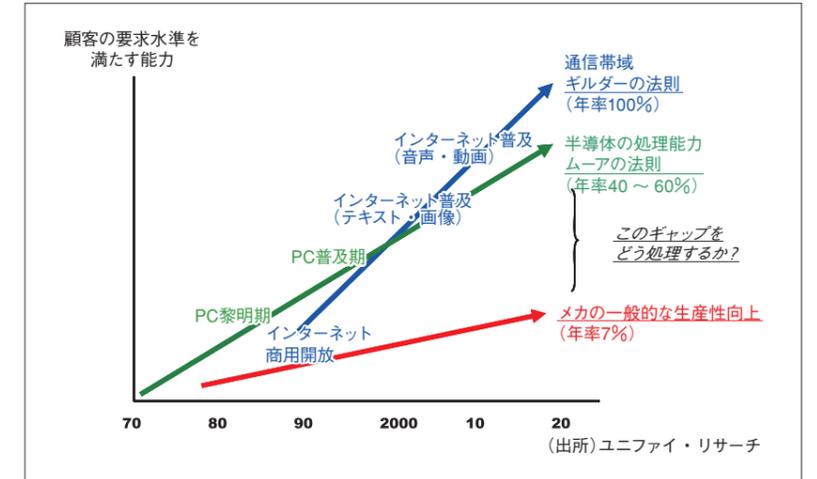


図2 要素技術ごとの生産性向上速度

楽性を高める余地が生まれるだろう。

### ● リアルタイム処理ロボットは新しい用途を生み出す

現在、ITのリアルタイム処理が最も威力を発揮しているのは、株式取引の現場においてである。今でも証券会社の高速自動プログラムは、1/1,000秒単位での取引を行っているという。これに比べれば、人間が出す売買注文など、スローモーションどころか静止しているようにしか見えない。こうした高速認識にロボット技術が対応すれば、高速移動・高速動作の分野でも様々なミス回避できるようになる。サイボーグ009の加速装置のようなものだが、衝突しない自動車、失敗しない手術器具等に応用が可能だ。

### ● 3次元プリンターの活用で産業構造は水平分業型に

3次元プリンター普及を用いれば、従来の部品加工で実現不能な複雑なデザインが、積層によって可能になる。ロボット作製についても、顔やボディ等の外装は、オーダーメイドが当たり前になるかもしれない。更に大きな変化は、経営事業モデルの変容だ。例えば、利用者側が自己負担で外装を作製するならば、メーカー側はその分の材料・在庫資金の負担を軽減できることになる。究極的には、ロボット開発会社はロボットの設計図だけをダウンロード販売し、部材は全て利用者が自己負担で部品会社から購入して組み立てる、ということもありうる。ロボット産業は構造的に、内部機構、ソフトウェア、外部デザインが分離した完全水平に移行し、またはそれらの統合を生業とするロボット・インテグレータ(RI)が登場するだろう。

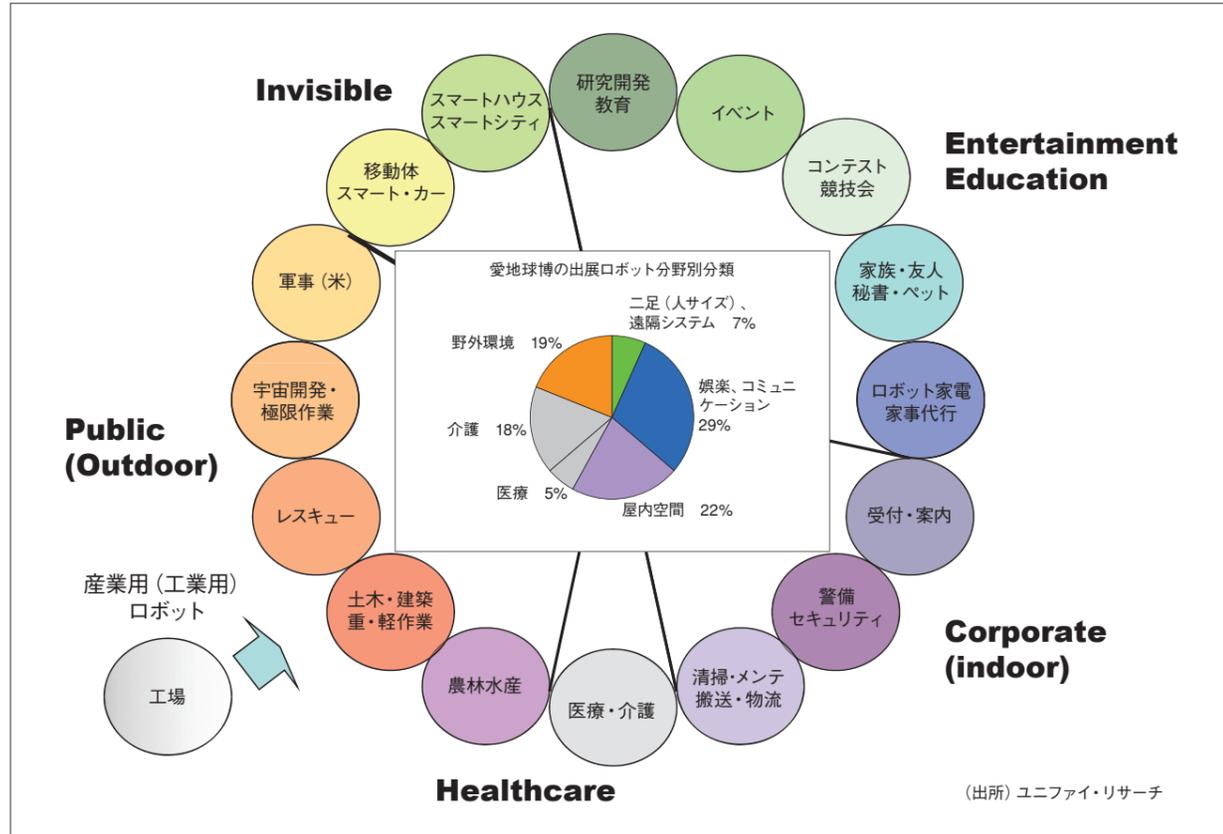


図3 ロボットの適用分野

● ロボット技術はあらゆる産業に染みこむ

単なるIT技術とロボット技術の大きな違いは、出力の機構部の制御にある。従って、ロボット技術は、既存産業に存在している移動体(例えば車両)や資本財等を、ますますロボット化する方向に押し出すと思われる。従来製品の移動や作業を、自動化したり遠隔操縦したりすることが可能になっていく。結果、ロボットの適用分野は広がり、工場に加えて、小売・サービス・物流のバックヤードや、医療・介護、農業、公共インフラ、自動車から都市計画までが対象になりうる(図3)。ただし、その場合、経済統計上の項目では、ロボット産業ではなく既存産業に付加価値が計上されてしまう。例えば、ゴミ箱がロボット化し(図4)、廃棄物を肥料に再処理してくれるとすれば、既存の日用品・消費財に分類されるかもしれない。ロボットの定義、経済統計の見直しも必要になるだろう。

● 公共インフラでMEMS型ロボットセンサーが活躍する

福島第一原発事故以降、レスキューロボット実用化の機運が高まっている。ただし、大規模災害は毎日

発生するわけではない。稼働率を考慮すると、非日常のレスキューよりも、日常的な点検・予防・修復の需要が大きい。そこで必要になるのが、公共インフラへのセンサー設置だ。その際、センサー自体をロボット化すれば、単発の情報収集に留まらず、センサー自体が移動して多地点の環境情報を収集する、自らの動きで災害事故に対する修復機能を持つ、等の機能が期待できる。例えば、地震が生じたときに、その



図4 ゴミ箱のロボット化



図5 地震の揺れを吸収するスマートソイル

動きを相殺する方向に動く「考える土」スマートソイルができれば、建物どころか地盤そのものを免震化できる(図5)。2025年にはMEMS(Micro Electron Mechanical Systems)によって物理的な動作を加えられたロボットセンサーが市場に普及する可能性がある。

● ロボット技術は次の技術連鎖を誘発する

先に、2025年、ロボット技術で衝突しない車ができること述べた。しかし話はそこで終わらない。一つの技術の普及は、次なる技術の採用を連鎖的に誘発する。自動車事故が無くなれば車体を頑丈にする必要も無くなる。素材がより軽いものになり、それに合わせて生産方式がプレス加工から成形に変わり、省エネ促進と環境負荷の軽減が達成され、自動運転で免許が不要になる…というように、次の2050年に向け、ロボットを起点にまた新たな技術サイクルが加速する可能性もある。

● ロボットのセキュリティーが必要になる

SFでは、人型ロボットたちが次第に人間らしくなり、ついには「ロボットに人権を認めよ」運動が始まる、というのがお決まりのパターンだ。しかし頭脳がクラウド側に置かれるなら、個々のロボットに人格など存在しようもない。現実的にも、ロボットには物財としての権利保護、クラウド側ではハッキングへの対応が先行するだろう。セキュリティーに関しては、



図6 ロボット教師のイメージ

抑止技術をどう実装するか、法的な手当がどのようになされるか、更なる議論が必要になってくる。

● ロボット文化が生まれる時

人型ロボットがあまねく普及し人間の家族や友人の位置を占める、というロボットアニメの日常は、まだ想定しにくい。ただし、私見ではあるが、もしロボット文化なるものが、現状のホビーの域を超えて定着するとすれば、それは人とロボットの双方向にティーチング(教示)が発生する時ではないかと思う。本来なら双方向コミュニケーションが必要なのだが、コミュニケーションは定義が難しい。実質的に人がロボットに指示しているだけ、あるいはロボットが自動設定で人間に対応しているだけなら、そのロボットはまだ道具にすぎない。ロボット教師(図6)まではいかなくても、ロボットに教えるーロボットに教わる、という関係が生じて初めてロボットが社会文化の一部を為すのではないだろうか。

以上、アイデアはアトランダムだが、この予測のうちのいくつかは将来生じてくることは十分ありうると考えられる。そのためには、ロボット開発だけでなく、ロボット・エバンジェリズム(伝道)やロボットマーケティングの取組がきわめて重要になることも付記しておきたい。

<注>  
本稿に挿入した図は東京大学・野村證券共同研究「未来プロデュースプロジェクト」(『図説50年後の日本』三笠書房)、「ロボット・イノベーション」日刊工業新聞社、いづれも筆者が執筆及びプロジェクトに参画より再録