

# CIGS ワークショップ

## 「グローバル化・学際化の中で発展するロボット産業と日本の課題」

『ロボット産業の適用領域とその抱える問題点』

**【発表要旨】**

日時： 2017年12月18日

場所： キャノングローバル戦略研究所 会議室

## 【発表：本田 幸夫（大阪工業大学 教授）】

私の専門は、ロボットではなくパワーエレクトロニクスである。20年前にIEEEのパワーエレクトロニクス版を日中韓で立ち上げたが、その第20回大会が数か月前にオーストラリアで開催された。今回の議長国である中国のメンバーがメルボルン大学やシドニー工科大学の教授であるため、オーストラリアで開催されたのだが、日本人参加者はおらず中国人と韓国人だけであったのが、少し複雑な気持ちである。

今日は、「1.ロボット産業の適用領域」と「2.新産業創出の問題点」について、お話ししたい。

### 1.ロボット産業の適用領域

なぜ今ロボットが話題なのか。日本が米国に追いつけ追い越せで頑張った頃、三種の神器、更に新・三種の神器が普及し、日本は若さにあふれた時代であった。それを受けて、米国はITの分野へ進んでいき、現在再び強くなったわけである。実はその裏で、ものづくりも同時に地道に行っていた。

IT業界のメインは、私が働きだした頃はまだ大型コンピューターであったが、それからパソコン、ネットワークになって、最近はコンテンツである。10年ほど前から、サイバーフィジカルサービスということが学会で言われている。サイバーはIT、フィジカルはものづくり、これを組み合わせたロボットがITの次に来ると騒がれるようになり、ロボットが注目されるようになった。

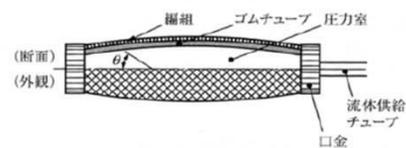
私は、ロボットを動かすモーターやドライバーの研究者であり、10年程前からロボットを研究しているが、ロボット研究者の夢は人間が創造主になって人型のロボットを作ることであり、子どものような夢を抱いているのである。

ソフトバンク傘下のロボット企業ボストン・ダイナミクスの人型ロボットAtlasは、人間のようにジャンプやバク転もできるということで、一月程前話題になった。しかし、10年前に東大でも同じような研究を行っていたのである。

## 生物型ロボットへの挑戦



- マッキベン人工筋
  - 1950年代終りにアメリカで開発
  - 1980年代にブリジストンが「ラバチューエータ」として商品化
    - 耐久性向上
  - FESTOがPMAとして商品化
    - ヒステリシスが比較的小さく抑えられ、制御性が向上

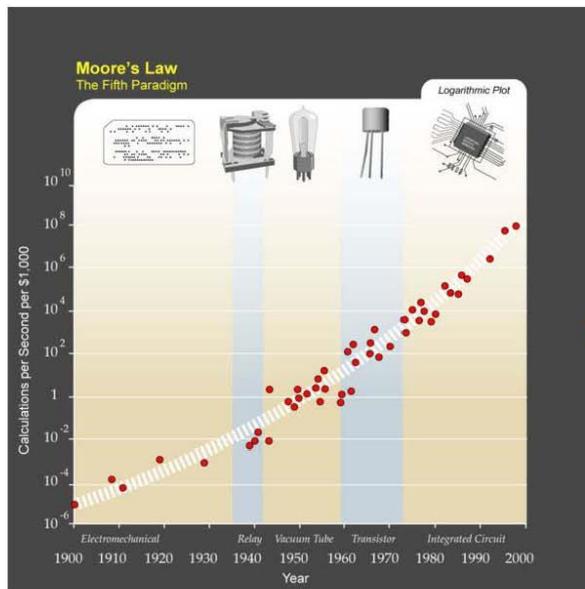


7

これは、ドイツの Festo 社の鳥とペンギンのロボットである。実は、泳ぐロボットを最初に作ったのは、日本の海洋工学研究所である。日本では、YouTube で公開して論文を書いたら研究は終わってしまった。Festo 社のロボットはどうか軍事技術に使われているようである。

Festo 社にはアリのロボットもある。おそらく軍用用だと思うが、人間の入れないマイクロの世界で、ドイツは研究を行っているのである。

## ロボット技術の進化とCPU性能の向上



$$P=2^{n/1.5}$$

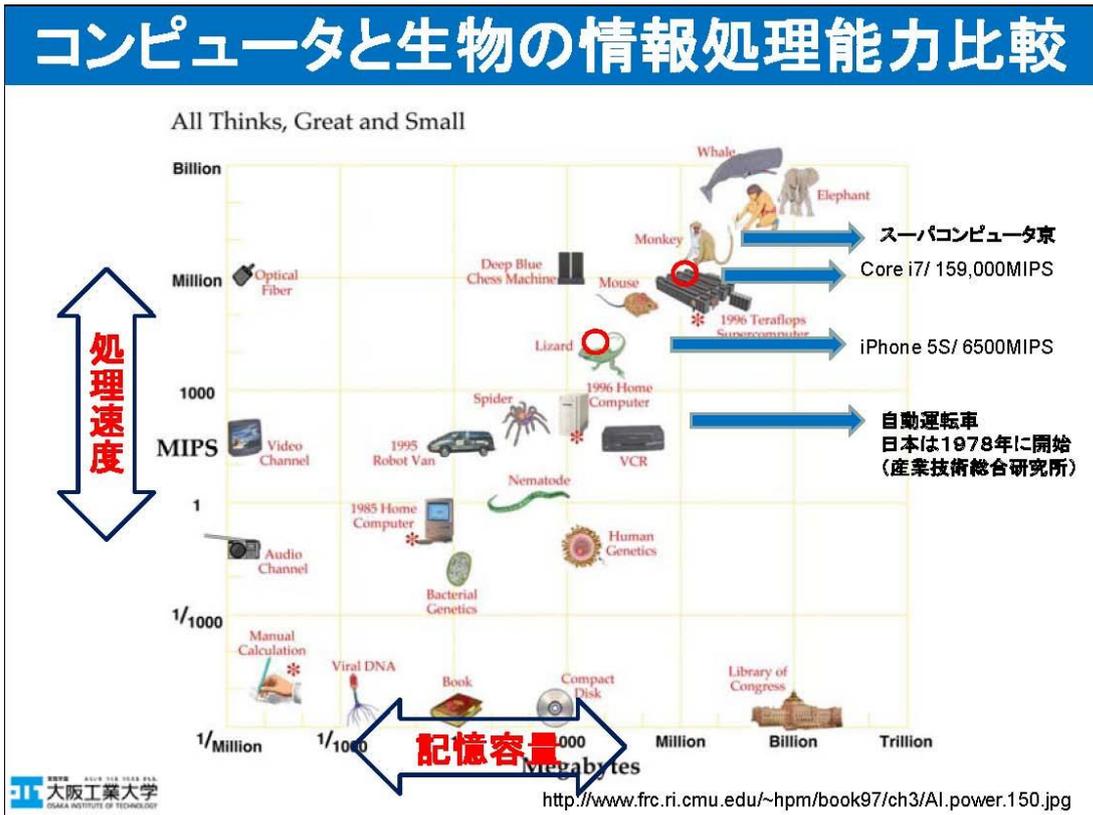
近年ペースはダウン

ムーアの法則は技術革新が支えていた

コンピュータの性能はどこまで進化をするのか

<http://spectrum.ieee.org/image/1527517>

ロボット技術の進化は、ムーアの法則が支えていた。この法則には根拠がないものの、当時は1年半でCPUの実装面積が半分になると言われていた。この図は、IEEEが作成したものであるが、リレーから真空管、トランジスタ、半導体への進化が、この法則を支えていたということを上手く表現している。



カーネギーメロン大学のハンス・モラベックは、コンピューターはどこまで進化するか、記憶容量を横軸、処理速度を縦軸とした上記の図で中高校生向けに説明している。

スーパーコンピューターはサル程度の能力であるが、あと何年か経てば手の平に乗るようになるかもしれない。Core i7 はネズミ位の情報処理能力を持っている。

この図で見ると、自動運転の実用化は分かりやすい。日本は、1978 年に自動運転を始めていたが、論文を書いたところ内部から批判が出た。現在の技術と同じであったが、道路の端に引かれた白線を見て動かしていたところ、日本中の道路に白線を引くのかと批判されたため、研究を止めてしまった。ところが、米国は研究を続けていたため、現在は米国が自動運転を推進しているわけである。

バク転ロボットのボストン・ダイナミクスは MIT 初のベンチャーであるが、Google に買収された後、今はソフトバンクの傘下にある。ロボット関係者は、Google がロボット事業を止めたということは、やはりロボットの運動能力は駄目だと言うが、Google が買収した時点ですぐに売ることが分かっていた。ロボット事業は出口が明確でないため、人工知能を事業化した方が良いという声もある。

## 2006年当時の技術開発の映像



私が 10 年前に実施した時速 30~40 km の自動運転の映像であるが、結構認識できている。当時でも、この程度のコンピューターの処理能力はあったわけである。今では、このソフトは無料でダウンロードできる。IoT の時代となり、速く認識ができるようになり、自動運転、金融、消費行動分析などにも、このような技術が使われている。

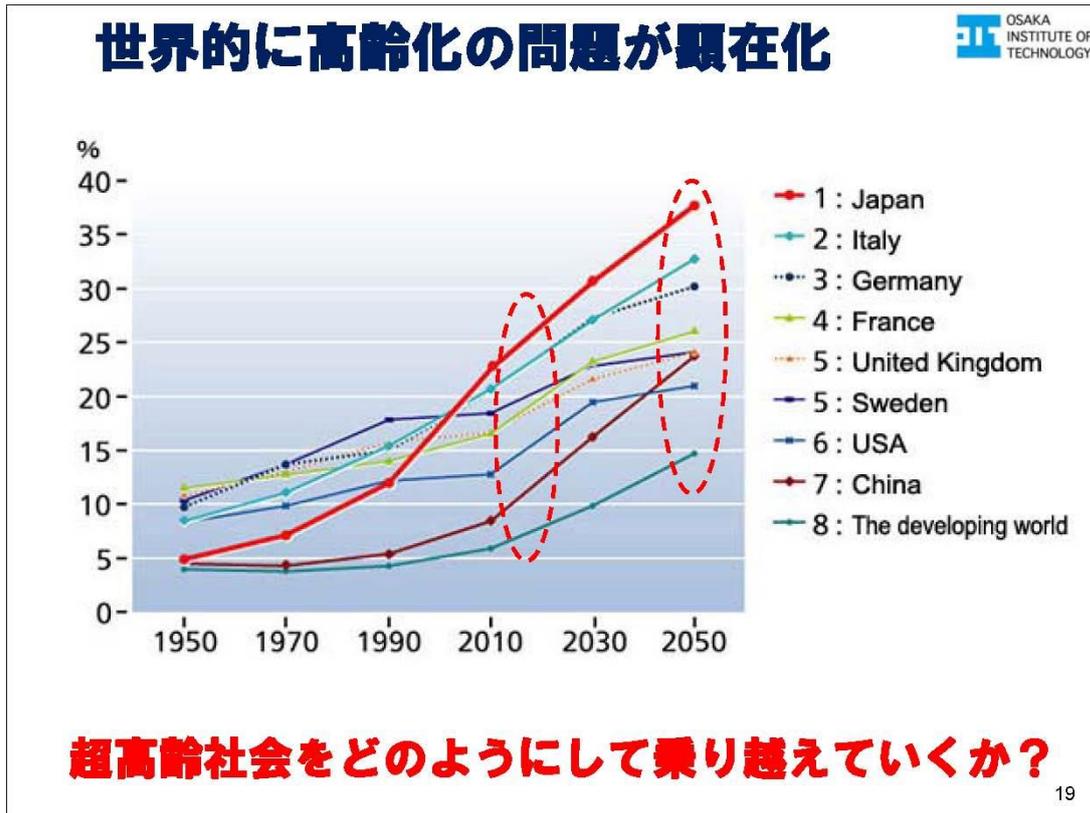
現在流行しているニューラルネットは、統計学を用いており、大した技術は使っていない。確率を求めているので、質の良い大量のデータがあれば、高い精度で認識することができるのである。ただし、統計なので 100% の精度ではない。そこが AI の問題点である。

Singularity (技術特異点) は起こるのかと言われているが、私は起こると思っている。

技術の進展に伴い、ロボットの適用領域は急速に拡大している。2001 年当時、2010 年にはロボットの領域は 3 兆円市場になると予想されており、人と共生する方向へ進みサービス・ロボットが立ち上がると見込んでいた。日本は、早い時期から取り組んでいたのだが、現在は非常に苦勞している。

スイス ABB は、ロボット技術をものづくりに活用している。最近は、経済産業省が動いて、人とロボットが共存できるような事業促進を開始したが、何に使えば良いか分からないのが、今の段階である。

日本では高齢化問題が顕在化してきている。現在は 40 歳から 65 歳の人口がピークだが、2050 年には 65 歳から 85 歳の人口がピークになると予測されている。人口予測は当たるようなので、恐らくこのような人口動態となるであろう。



世界的に高齢化が問題となっているが、やはり中国は異常なスピードで高齢化が進んでいる。

高齢化を解決する手段として、経済産業省と厚生労働省では、介護ロボットに大きな予算をかけ、この5年間で結構良いものができている。

## 開発されたロボットの事例



Robotic Bed (Panasonic)



ROBOHELPER SASUKA (Muscle)



Robot Suit HAL for Care Assist (Cyberdyne)



Muscle Suit for Care Assist (Kikuchi)



Transfer Assist Device (Fuji Machinery)



(Yaskawa)



(RT Works) (Azbil)  
(Imasen Engineering)  
(Kawamura Cycle)



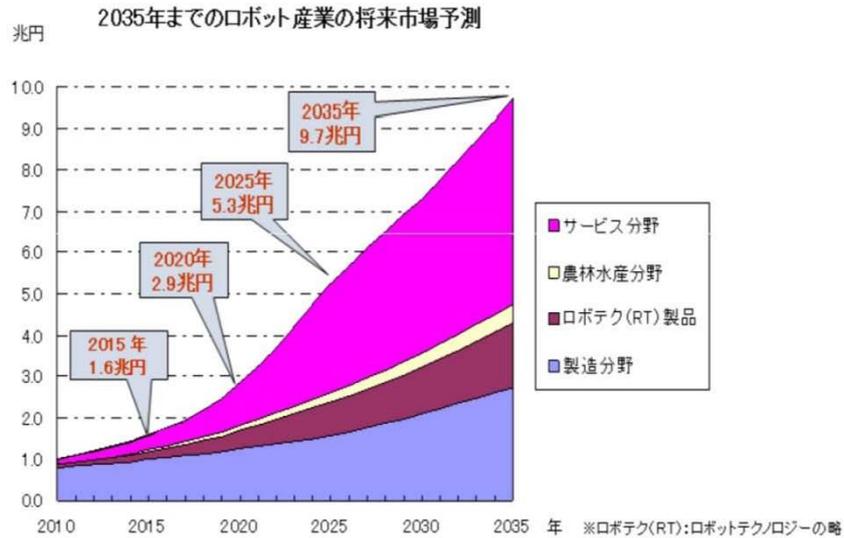
Toileting Aids (Toto)  
(Okada seisakusyo)

例えば、ベッドが自動的に車いすになるロボットが開発されたが、実用化はなかなか進んでいない。

1985年にドラッカーは、日本だけはロボット技術で超高齢社会を乗り切るのではないかと考えていたが、実用化が進まず、世界中から追いかけている状況である。

## ロボット産業の将来予測

期待を持たせる絵を描くのはうまいが……



総合科学技術会議:「ロボット総合市場調査報告書」(2007年)から

経済産業省が作成したロボット産業の将来予測であるが、予測通りにはロボット産業は伸びていない。サービス分野のロボットが大きく伸びると予想していたが、産業ロボット以外は立ち上がっておらず、産業ロボットですら伸びていない。市場規模はまだ1兆円を超えていないはずである。予測はなかなか当たらないということを実感している。

2.新産業創出の問題点

## 出口戦略がない国家プロジェクト

タスク	ユース	パーソナル	ホーム/コミュニティ	ビジネス/パブリック	研究開発
セキュリティ			防犯カメラ、監視カメラ、防犯カメラ、防犯カメラ	防犯カメラ、防犯カメラ、防犯カメラ	防犯カメラ、防犯カメラ
運搬/片付け			掃除機、掃除機、掃除機	掃除機、掃除機	掃除機、掃除機
家事	掃除		掃除機、掃除機	掃除機、掃除機	掃除機、掃除機
	その他		掃除機、掃除機	掃除機、掃除機	掃除機、掃除機
介助/介護		介護ロボット、介護ロボット	介護ロボット、介護ロボット	介護ロボット、介護ロボット	介護ロボット、介護ロボット
コミュニケーション 見守り/		見守りカメラ、見守りカメラ	見守りカメラ、見守りカメラ	見守りカメラ、見守りカメラ	見守りカメラ、見守りカメラ
教育/エンター テインメント (トイロボット)		教育ロボット、教育ロボット	教育ロボット、教育ロボット	教育ロボット、教育ロボット	教育ロボット、教育ロボット
企業 プロモーション				企業プロモーション	企業プロモーション

**国は研究開発の支援はするが、  
事業化・産業化の支援は非常に弱い**

日本の問題点は、研究開発は支援するが、商品化で負けていることである。例えば、ホーム/コミュニティ用のお掃除ロボットとして、事業として成功したのは、結局、ルンバだけである。日本は、事業化・産業化の支援が非常に弱い。

日本には乗り越えるべき大きな課題が2つあると考えている。1つは、事業リスクとして絶対安全を担保しなければ商品化できないということである。パナソニックや日立など日本企業が開発していたお掃除ロボットは、2006年頃には家に持ち込んでも機能できるレベルになっていた。ところが、絶対安全を守ることができない。

そこで経済産業省を中心に取り組み、ISO13482 というパーソナルケアロボットの安全規格を日本主導で発行させた。日本が ISO を発行させたことは、非常に大きな成果であったと思う。

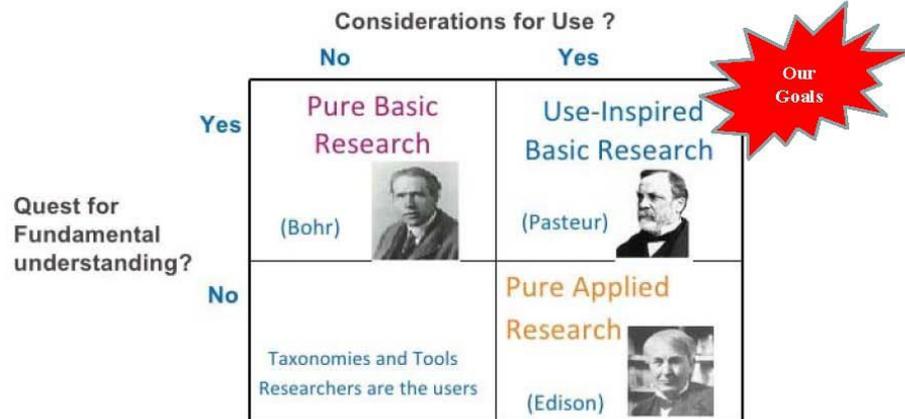
しかし、規格はできたが実用化できるのかというところで足踏みをしている。英国の失敗とドイツの成功の例として、自動車産業が立ち上がった際、自動車は絶対安全を守れない危険なものだということで、1865年、英国は街中での車の走行は時速3km以下に規制し、赤旗を持った人が先導しなければ走れないという赤旗法を定めてしまった。

一方、ドイツは速度無制限のアウトバーンを作った。その結果、ドイツと英国の自動車メーカーが現在どうなったかは、ご存じの通りである。このような例を日本が学んでいるかという、なかなか難しいところである。

2つ目の課題として、日本ではイノベーションを起こすのは難しいということである。思いつくところでは、カラオケとウォークマンくらいである。

## Use-Inspired Basic Research is needed

### Stokes' Pasteur's Quadrant

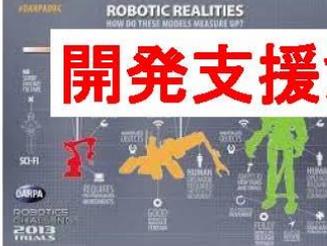


Adapted from Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation, Stokes 1997, p.73

ロボットは人と協調するのがとても難しい。なぜ米国はそれがうまく出来ているのか。プリンストン大学のストーク教授によると、学問的な功績の大きいボーアの原子モデルを学んでも、日常生活では役に立たない。一方、エジソンは学歴もなく学問的レベルは低かったが、その発明は世の中に役に立っている。イノベーションを起こすには、パスツールのように両方の側面がある発明をしなければならないということである。

## 世界的技術を生み出しているDARPA

(米国防総省 国防高等研究計画局)



### DARPAが生み出した技術

- GPS
- インターネット
- 音声認識 (Siri)
- 手術ロボット Davinci
  
- MEMS  
(微小電子機械システム)
- 無人飛行機
- 炭素複合材
- ステルス技術
- 
- 
-

## 開発支援だけではなく政府調達も

32

米国では、DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency : 国防高等研究計画局) が、そのような形で技術開発を行っている。彼らは、軍事技術を商用に流用するといったように、学問的に価値の高い発明を世の中の役に立つためには、どうすればよいかということを考えて実践している。また、ベンチャーに対する支援は、軍事調達ではなく政府調達で行っている。

## 日本の問題は軍事調達ができないからなのか？



資料：本川達雄「ゾウの時間 ネズミの時間」  
(中央公論新社, 1992)より藤沢作成

33

これは本川先生の本であるが、大陸にいるゾウはひたすら大きくなり、ネズミはひたすら小さくなる。

ところが、島国ではゾウは小さくなりネズミは大きくなるようである。日本では、エリートが相対的に小さく、庶民のスケールは大きい。

私は4年前、大阪工業大学梅田キャンパスへ移り「健康寿命を延ばす」を研究テーマにした。

介護は誰も嫌なので、ロボット技術によって、いつまでも元気な高齢化社会を実現しようということで、社会実証によりビッグデータを取ろうとした。

ところが、ロボットを持ち込んでテストしたところ、理事長以下から反対を受け、研究が十分にできない状況となってしまった。何か始めようとする、先に進められない日本の状況が不思議で仕方ない。

「なかなか決められない日本」という状況は、私の大学にもある。学生には“Leap before you look”（前に跳ぼう）と教えている。これは、スタンフォード大学でME310というデザイン志向を生み出した場所で掲げられたキャッチフレーズである。学生が前に動くかどうかは、私の責任といえる。