

社会・福祉シリーズ

サービスロボット

～高齢化する世界のニーズと日本の施策～

電機・機械・電子産業の成長や人手不足を背景に、生産現場では、日本の産業用ロボットが世界のトップに立っている。

世界は、将来、社会が高齢化して、働き手の数が大幅に減少する時代が到来する。少子高齢化が加速する日本では、安全な地球環境と豊かな暮らしを維持するために、サービスロボットが新しい経済成長の目標として提案されている。

家庭や野外で、手間のかかる家事や日常の煩雑な業務、困難で危険な仕事、暮らしでのコミュニケーションでは、様々なサービスニーズに応えてくれるロボットは、昔からの人間の夢であった。

日本は、ものづくり技術の強みを生かして、サービスロボットで、世界にイノベーションを起こそうとしている。

2010年10月



株式会社 旭リサーチセンター

東京都千代田区神田小川町3-7-5 神保町PR-EX

電話 (03)5577-6771 (代)

< 本レポートのキーワード >

サービスロボット、ロボットコンテスト、人材育成、高齢社会、人口ヒズミ、新成長戦略、
ライフ・イノベーション

(注) 本レポートは、ARCホームページ (<http://www.asahi-kasei.co.jp/arc/index.html>) から検索できます。

このレポートの担当

主席研究員 大島 正明

お問い合わせ先 03-5577-6775

E-mail ohshima.mg@om.asahi-kasei.co.jp

まとめ

世界の人口は2050年まで増加するが労働力人口や高度人材の人的資源は不足する。日本は、人口減少を補い経済競争力を維持するための戦略と政策が必要だ。 (p.1)

政府は新規市場と新たな雇用を生み出すため、日本の強みを生かしたグリーン・イノベーションとライフ・イノベーションによる新成長戦略を発表した。ライフ・イノベーションでは、ロボットで新しいサービス産業・ものづくりを創出する。(p.2~p.3)

国際経営開発研究所と世界経済フォーラムが発表した、国際競争力ランキングでは、日本の競争力は、アジア諸国に抜かれている。住みやすさについて評価したニューズウィーク誌のランキングでは、アジアで日本がトップに立った。(p.4~p.6)

少子高齢化が進行すると、50年頃まで日本の人口は急減し、高齢化率が40%を超え、働き手が大幅に不足する。限界集落が増え地域社会が消滅する。(p.6~p.9)

日本は、急激な人口構造の変化で単身世帯や未婚者が増加する。将来、住民の多くが社会で孤立する無縁社会の到来が懸念される。世界的に進行する高齢化で働き手が不足する高齢社会の先行モデルとして、日本の政策が注目されている。(p.9~p.11)

工場の生産現場で働く産業ロボットでは、日本が世界をリードしている。軍事、建設、医療など特殊分野では、多種のサービスロボットが導入されている。人の暮らしに役立つ掃除ロボットや搾乳ロボットが普及し始めた。日本では大手企業が、ロボットによるコミュニケーションや移動機能の技術開発に取り組んでいる。(p.11~p.14)

日本企業が開発した福祉介護ロボットは、デンマークなど高福祉を政策とする北欧諸国に輸出されるようになった。サービスロボットの实用化には、社会インフラの整備、導入促進、技術PR、人材育成で、国の支援が大きな役割を担う。(p.15~p.17)

日本には、からくり儀右衛門に代表される、緻密で巧みな技術製品のものづくりの伝統がある。日本が、サービスロボット技術で世界をリードするためには、人材育成が重要である。小学生や女子高生のロボット実習が試みられている。(p.17~p.18)

将来、日本がサービスロボット立国で世界に飛躍するためには、サービスの機械化、効率化を促進すること、早期の学習で日本のロボット技術の人材充実に図ることを、政策で後押しすることが重要になる。(p.18~p.19)

目 次

1 . はじめに	1
2 . 日本の強みを活かす新成長戦略	2
3 . 日本の競争力と豊かさの世界評価	3
4 . 高齢化する日本と世界の人口	6
5 . 高齢社会で日本の社会経済施策が注目される	9
6 . 期待されるサービスロボットの实用化	11
7 . サービスロボットのグローバル展開	15
8 . 日本のロボット人材育成	17
9 . おわりに	18
参考文献	20

1 . はじめに

日本では、この約20年間、経済の低迷が長引いている。また、財政赤字の拡大が止まらず、少子化・高齢化が進行することで社会保障支出の増大が続くことから、将来への不安が高まっている。世界では、発展途上国は経済成長が続いているが、先進国は停滞している。また、グローバル・ガバナンスが必要な地球環境や人権、健康などの問題では、国際的な合意形成が難航しており、人間の安全保障上の大きなリスク要因となっている。

国際的な経済競争の多極化と、急速に進展するグローバル化の中で、日本は、産業競争力を高めて経済成長を維持することで、豊かな社会を実現しようとしている。そのためには、政府が目指す経済成長の中長期の基本施策は、日本の社会経済の長期予測データと世界の重要課題の展望データと、釣り合いがとれていることが求められる。

中長期の社会経済と安全保障にかかわる重要データとして、グローバルな人口問題がある。世界規模の災害・疫病や戦争など特別の要因がなければ、人口変動は中長期予測で精度の高いデータが得られている。ヒトは平均寿命が長く、人口は変動率のべき乗で長期的に積算されるため、わずかな変動の積み重なりで総人口が大きく動くことになる。現在の人口変動率が2050年まで続くと、毎年1%増加では約1.49倍、1%減少では0.67倍になる。

国連は人口統計報告書で、世界の人口は09年の約68億人から増加し、50年には80億人を超えるとしている。同時に、日本を含む24の先進国と13の発展途上国で人口が減少するとしている。また、世界全体で高齢化が進行し、50年には60歳以上の人口が22%に達し超高齢化社会となる。バングラディッシュなどの後発発展途上国全体で出生数は急速に下がっており、15歳から65歳までの労働力人口は25年までに約6～6.8億人が減少する。高齢者一人当たりの労働力人口は、09年の9人から50年には4人に減少する。

一方、労働力不足や高齢化の対策として、73の国が移民による現状の人口政策を維持し、8カ国が移民を増加するとしている。また、国際競争力を高めるために、47の先進国と19の開発途上国が、国の政策として高度人材の移民拡大を表明している。

中長期で国の社会経済を支える人材資源が世界的に不足する中で、日本は人口の高齢化と労働力人口の減少を新しい経済成長で補い、豊かさ手に入れようとしている。そのためには、新たな人材資源を確保する国家戦略と、経済競争力を維持する産業政策が求められる。

サービスロボットが、人手に頼るサービスを軽減し、人を助けて労働の質と可能性を高めることになれば、日本は、人材資源を移民だけに頼らずに明るい未来を展望できそうだ。

2 . 日本の強みを活かす新成長戦略

日本政府は6月22日に、強い経済、強い財政、強い社会保障を一体で実現する「新成長戦略」を閣議決定している¹⁾。「新成長戦略」では基本方針として、日本の強みを活かす成長分野への展開、アジア市場などフロンティアの開拓、IT利用や人材育成など成長を支えるプラットフォームの充実が示され、重点政策目標として7つの戦略分野が示されている。

強みを活かす成長分野の戦略では、グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略と、ライフ・イノベーションによる健康大国戦略に絞っている。

(1) グリーン・イノベーションとエネルギー・地球環境への貢献

グリーン・イノベーションでは、日本の高度な環境・エネルギー技術の普及・促進のための政策を展開することと、再生可能エネルギー・原子力の効果的な利用を支援すること、住宅・オフィスのゼロエミッション化を推進すること、老朽建造物の建替え・改修で緑の都市化を促進することを目的としている。

グリーン・イノベーションにより、世界全体で、日本の総排出量に匹敵する13億トン以上の温室効果ガスを削減できるとしている。また、2020年までに50兆円以上の環境関連新規市場と、140万人の環境分野の新規雇用が見込まれている。

(2) ライフ・イノベーションと生活支援ロボットの開発・実用化

ライフ・イノベーションでは、世界一の健康長寿国を支えている日本の医療・介護・健康関連産業を、成長牽引産業として位置づけている。ライフ・イノベーションの政策として、医療・介護の人材活用と施設・サービスの基盤を強化すること、医療・介護と連携した健康関連サービス産業の普及や雇用を支援すること、革新的な医薬品、医療・介護技術の研究開発・実用化を促進することを目標としている。また、ドラッグラグ、デバイスラグを解消し、医療の国際化を推進することでアジアなど海外への展開を考えている。

ライフ・イノベーションにより、新しいサービス産業・ものづくり産業が成長することで、これからの超高齢社会に対応した持続可能な社会保障システムを構築できるとしている。こうした医療・介護・健康関連サービスでは、20年までに約50兆円の新規市場と284万人の新規雇用が見込まれている。

ライフ・イノベーションの技術開発では、先端医療技術、情報通信技術の利用とともに、ものづくり技術を活用した医療・介護ロボット、高齢者用パーソナルモビリティや生活支援ロボットの研究開発・実用化が期待されている。

すでに経済産業省、厚生労働省、国土交通省、総務省は、複数の分野でサービスロボットの技術開発、実用化支援プログラムを発表している。(参考資料参照：最近、公表されたわが国のサービスロボット推進施策)

3. 日本の競争力と豊かさの世界評価

新成長戦略では、日本が強い技術・サービス分野で、ライフ・イノベーション、グリーン・イノベーションを実現し、経済・財政・社会保障の不安を打開しようとしている。国民が国の将来と暮らしに自信を持つことを目指しているが、現在の日本は世界では、どのように評価されているのだろうか。

(1) アジア諸国に追いつかれた日本の競争力

スイスの国際経営開発研究所 (I M D) の国際競争力年鑑は、統計データや独自アンケートをもとに、経済状況、政府の効率性、ビジネスの効率性、社会基盤の整備状況の4分野を採点している。10年5月に発表された世界58カ国のランキングでは、日本は経済状況や社会基盤の評価が下がり前年の17位から27位に順位を下げた²⁾。1位シンガポール、2位香港、3位米国となった。アジアでは、台湾8位、マレーシア10位、中国18位、韓国23位で、順位を上昇、維持している。日本の下には31位のインドが迫っている (図 1)。



- | | | |
|--------------|--------------|------------------|
| 1 シンガポール(3) | 6 スウェーデン(6) | 18 中国(20) |
| 2 香港(2) | 7 カナダ(8) | 23 韓国(27) |
| 3 米国(1) | 8 台湾(23) | 26 タイ(26) |
| 4 スイス(4) | 9 ノルウェイ(11) | 27 日本(17) |
| 5 オーストラリア(7) | 10 マレーシア(18) | 31 インド(30) |

図 1 世界競争力年鑑ランキング 順位、国名 (前年順位)

出典：国際経営開発研究所 (I M D) 2010年5月より作成

欧州諸国も、財政の悪化やインフラの劣化、労働市場の非効率さなどで順位を下げて
いるが、ドイツ16位、英国22位、フランス24位は日本の上位にあり、スイス、スウェー
デン、ノルウェイはトップ10に入っている。

また、10年09月にスイスの世界経済フォーラム（W E F）も、2010 - 11年版グローバ
ル競争力レポートを発表している（表1）。調査は経営者へのアンケートが中心で、スイ
スが1位を維持し、2位スウェーデン、3位シンガポールである。4位米国は順位を落
としたが、5位ドイツと6位日本、27位中国は順位を上げた。15位以内にはフィンラン
ド、オランダ、デンマーク、ノルウェイが入っている。

日本は、政府債務残高では最下位だが、民間のものづくりの力が高く評価された。

表1 世界競争力レポートランキング 順位、国名（前年順位）

1 スイス(1)	6 日本(8)	11 香港(11)
2 スウェーデン(4)	7 フィンランド(6)	12 英国(13)
3 シンガポール(3)	8 オランダ(10)	13 台湾(12)
4 米国(2)	9 デンマーク(51)	14 ノルウェイ(14)
5 ドイツ(7)	10 カナダ(9)	27 中国(29)

出典：世界経済フォーラム（W E F）2010年9月9日より作成

（2）日本は住みやすさで国際ランキングの上位

米ニューズウィーク誌は、10年8月に世界保健機関（W H O）、国連開発計画（U N D P）、
世界銀行のデータから、健康、教育、生活の質、経済、政治の5分野を評価して、世界
の住みやすい国ベスト100ランキング（The World's Best Countries）をホームページで
発表している³⁾。フィンランドが総合1位で、スイス2位、スウェーデン3位で欧州勢
が上位となっている。総合1位のフィンランドは教育が1位、生活の質4位、政治5位
であり、総合2位のスイスは健康と生活の質が2位、教育が6位、総合3位のスウェー
デンは政治が1位、健康3位であった（表2）。

日本は健康1位、教育5位、経済10位、政治25位で総合9位であった。人口2千万人
以下の小さな国が上位にランクされる傾向があるが、5,000万人以上の大国の中では日本

がトップで、米国11位、ドイツ12位、英国14位、フランス16位より上位であった。

表2 住みやすい国ベスト100 順位、国名

1 フィンランド	6 ノルウェイ	11 米 国
2 スイス	7 カナダ	15 韓 国
3 スウェーデン	8 オランダ	20 シンガポール
4 オーストラリア	<u>9 日 本</u>	37 マレーシア
5 ルクセンブルグ	10 デンマーク	以下 58 タイ、59 中国

出典：Newsweek 2010年8月16日より作成

(3) 日本の経済成長と豊かさ持続のための条件

新成長戦略では、10年、20年をかけて、持続的な経済成長を実現すると同時に、将来の国の財政と社会保障ニーズのバランスをとり、多くの国民が納得できる持続可能な仕組みを構築しようとしている。

日本の強みを発揮して、国民の生活環境やくらしのあり方を改革するには、人口の長期的な変動と社会的な変化を織り込んで、施策として実現することが重要である。特に、ライフ・イノベーションでは、国民のライフスタイルの変化に沿って、医療・介護ロボット、高齢者用パーソナルモビリティや生活支援ロボットを実用化し普及を図ることで、高齢者を含む幅広い層の国民の暮らしの質の向上を維持することが条件になる。

4. 高齢化する日本と世界の人口

(1) 日本の少子高齢化と人口縮小

日本の人口推移は、平成17年度に実施された国勢調査のデータをもとに、50年先まで推計した数値を総務省統計局が発表している(表3)。現在の日本の人口は約1億27百万人で、約4人に一人が65歳以上の高齢者である。日本の人口は、主に、子供の出生の割合(合計特殊出生率)と、死亡率や国民の平均寿命により変化する。出生(合計特殊出生率1.26)と死亡、平均寿命が現状並み(男83.7歳、女90.3歳)で推移すると、50年後の人口は約9,000万人で、国民の4割以上が高齢者である(出生中位・死亡中位推計)。

今後、日本では医療の進歩や健康意識が浸透して死亡率の改善のペースが速まり、平均寿命が男女で1歳程度は高めに推移する可能性がある。その場合でも、出生の低下（合計特殊出生率1.06）が続くと、50年後の日本の総人口は、さらに約500万人減少し、国民の約4割が高齢者になる（出生低位・死亡低位推計）。

表3 日本の人口推計（出典：総務省統計局）

2010年(平成22年推計) 総人口 12,777万人 割合(%)			2055年(出生・死亡中位推計) 総人口 8,993万人			2055年(出生低位・死亡低位) 総人口 8,584万人		
0～14歳	15～64歳	65歳以上	0～14歳	15～64歳	65歳以上	0～14歳	15～64歳	65歳以上
13.0%	63.9%	23.1%	8.4%	51.1%	40.5%	6.4%	49.2%	44.4%

（2）世代、男女の人口ヒズミで負担が重くなる

人口の推移を年齢・性別のピラミッドで見ると、1950年代に出生の割合が高く、生産年齢人口が多く高齢者が少なかった富士山型から、長寿化・高齢化で全体が伸び、人口の増加で幅が広がり現在の釣鐘型になった。将来は、人口減で幅がスリムになるが、少子化が進むことでツボ型に姿を変えることになる（図2）。

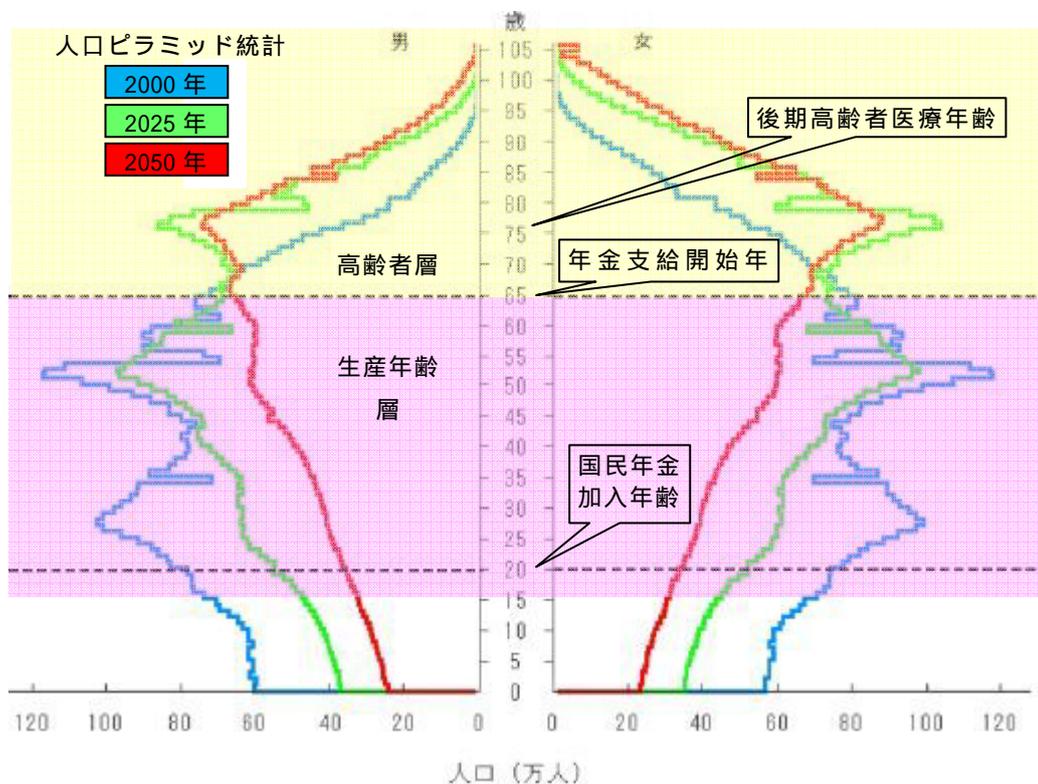
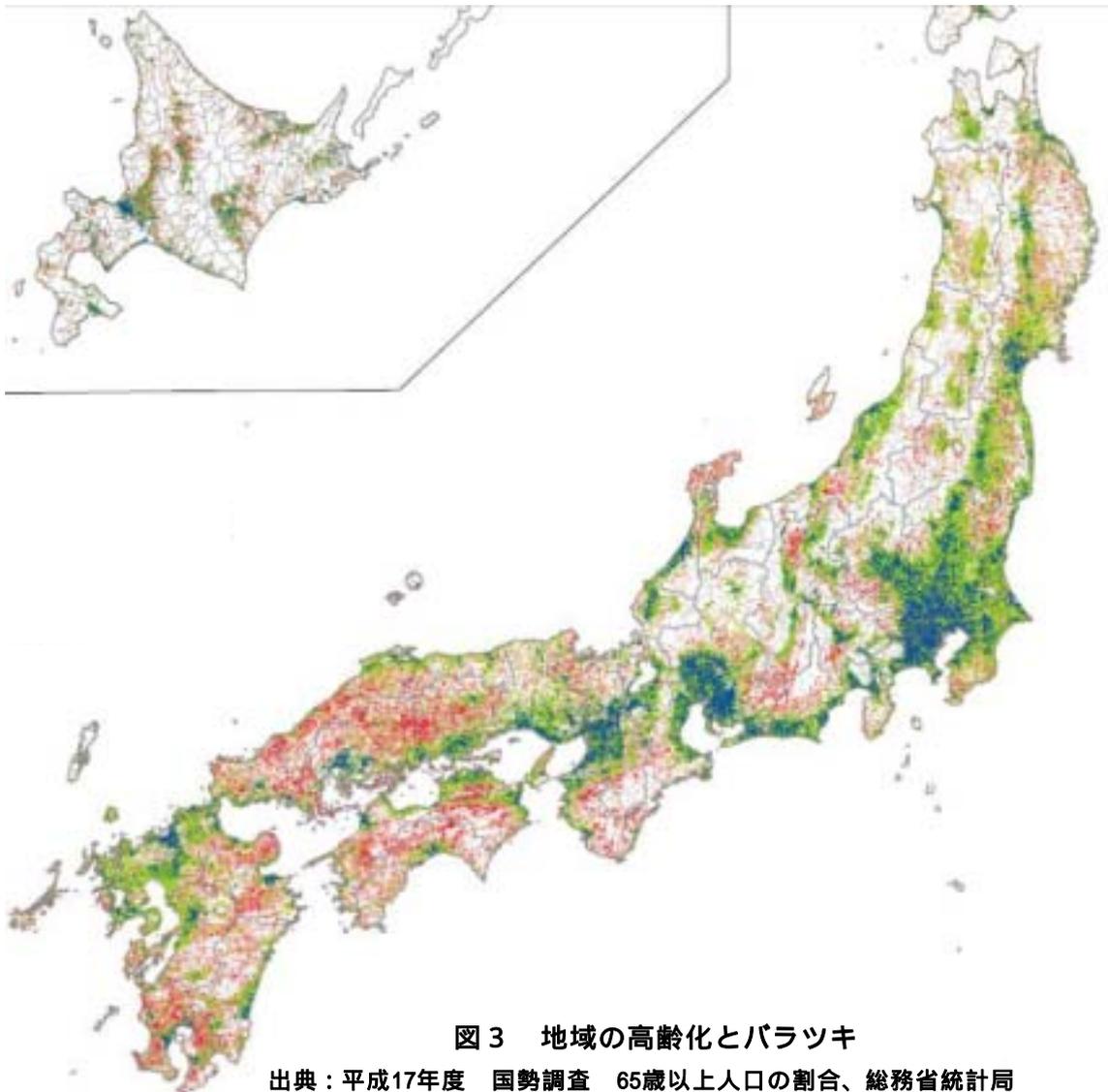


図2 日本の人口ピラミッド

出典：平成21年介護サービス分野におけるサービス生産性の向上に向けた福祉機器開発の調査、NEDO

人口ピラミッドは、1947～49年の出生数の急増（第1次ベビーブーム）と、1950～57年の出生数の急減（ベビーバスト）で、年齢層の高い部分で凹凸を持っている。また、女性の高齢者の割合が高くなっている。さらに、2050年を過ぎても第1次ベビーブームが生んだ第2次ベビーブーム世代は、高齢層の人口ピラミッドで突出を続けることになる。そのため、75歳以上の高齢者が加入する後期高齢者医療制度の改革が必要とされている。



(3) 生産年齢人口の不足と地域の高齢化の急進

高齢者の人口が大きくなること以上に重要な点は、労働力の中核とされる15～64歳の人口の割合（生産年齢人口）が、約5割まで低下することである。日本の生産年齢人口は、1995年の約9,000万人がピークで、50年後には約5,000万人まで急減する。その中で、教育指標の国際比較（文部科学省、2009年3月）によれば、日本では、大学、短大、通信制・放送大学と高専4学年への進学率が79%を超えて伸び続けており、就職活動の開始年齢が高くなっている。一方、雇用の流動化が進んだことから、自分に合った仕事を選ぶ傾向が強くなっている。その結果、20歳未満の生産年齢層の就労率は下降をつづけており、09年で14%を切っている。実質的な生産年齢は、成人年齢、年金加入年齢の20歳程度まで上昇していると考えられる（図2）。

また、現在、市区町村の多くが高齢化率で20～30%の範囲にあるが、高齢化の進行は地域ごとに大きな違いがある（図3）。すでに、単独で社会保障体制を維持することが困難な自治体もある。特に、高齢化率が50%を超える約8,000の集落は、行政サービスや交通アクセス、居住環境の維持が困難で、存続の危機を抱えている（限界集落）。

5 . 高齢社会で日本の社会経済施策が注目される

(1) 単身世帯、未婚者の増加と無縁社会への危惧

少子化の進行や人口減少で人口構造が大きく変化しており、世帯構成が変わることで、国民のライフスタイルが変化を始めている。日本では、1980年からの25年間で、単身世帯が倍増して、特に高齢単身世帯が急増加した（図4）。ライフスタイルが変化すると、国民の家計収入や消費行動も大きく変動することになる。

また2030年頃までに、50～60歳代の男性の4人に1人が一人暮らしになるとされている。男性の約3割と女性の2割以上が生涯、未婚をとおし、65歳以上の未婚者数は男性が約170万人、女性が約120万人になるとの推計がある。家族を持たず、単身生活を続ける中高年層は都市部を中心に急増するとされている。

地域や家族・親類との絆を失った単身者が高齢になり、就業機会を失うと、地縁、血

縁に社縁までが切れるため社会的に孤立しやすい。将来の日本では、雇用が崩壊し、地域共同体の支えが崩れ、未婚者が増えて人々の絆が薄れ、自殺や孤独死が増えて、社会が貧困と孤立に立ちすくむ無縁社会の到来が懸念されている。

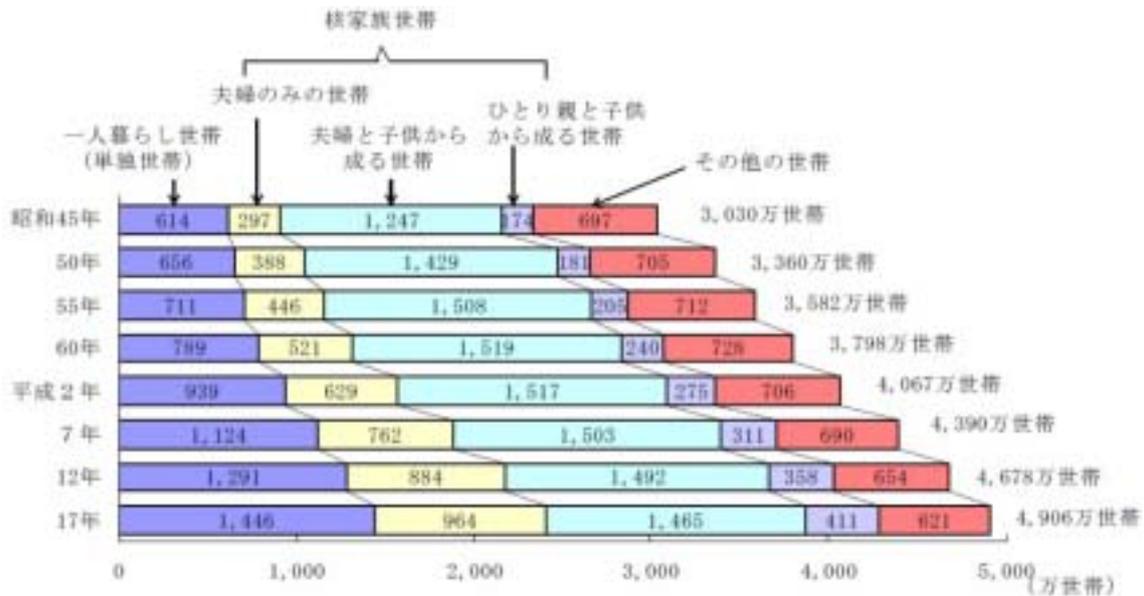


図4 世帯人員や住まい方の変化

出典：世帯の家族類型別世帯数の推移（昭和45年～平成17年）、総務省統計局

(2) 世界の高齢化で日本の社会経済施策がモデルになる

欧米が200年かけて高齢化してきたプロセスを、日本は40年ほどで経験した。そのため、国として高齢化社会に対処して、経済、財政、社会保障に計画的に取り組む期間がなかった。一方、急激な少子高齢化とライフスタイルの変化により、世代間、男女間や地域の経済社会ニーズが多様化し、くらしの格差が拡大された。その結果、画一的な施策や従来のサービスや技術開発だけでは、経済社会の持続的な成長を支えることが困難になっている。

一方、世界では、開発途上国は多産多死から、乳幼児死亡率が下がり寿命が延びている。国連は、07年の時点で66.7億人の世界の人口はアジア・アフリカで拡大をつづけて、50年に90億人を超えると予想している(中位推計)。同時に、高齢化も速まっているため、アフリカ以外の地域では、生産年齢人口の割合が低下を続けており、高齢化への社会経済の対応は全世界の共通問題になる(図5)。こうしたことから、日本が強みを活かして、

ライフ・イノベーションやグリーン・イノベーションで、持続的な経済成長を実現できるかどうか、国の施策としての実効性を世界が注目している。

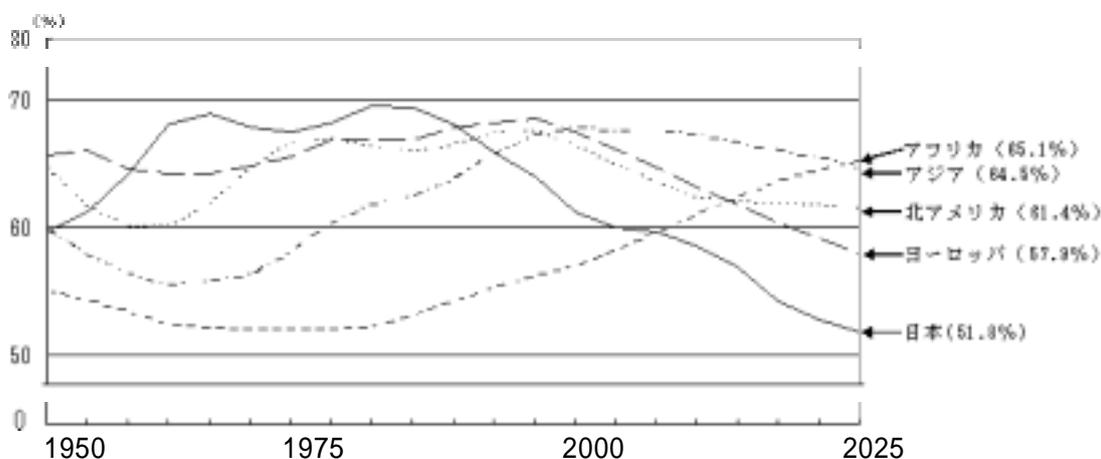


図5 世界の生産年齢人口の割合の推移 (1950年～2050年)

出典：平成19年7月 世界の人口と日本の人口-世界人口デーにちなんで、総務省統計局

6 . 期待されるサービスロボットの実用化

(1) 産業ロボットとサービスロボットの市場動向

人口が高齢化して生産年齢人口の減少が加速する日本と、人口の増加と高齢化が進む世界の中で、サービスロボットはどのような状況にあるのだろうか。

すでに生産現場には、多くの産業用ロボットが導入されている。国際ロボット連盟 (IFR) の08年の統計では、全世界で1,035,674台の産業用ロボットが稼働しており、日本 (355,562台)、北米 (168,489台)、欧州 (329,792台) で全体の80%以上を占めている。世界全体で約62億ドルの産業用ロボットが生産されており、約7割を日本が生産している。また、日本の生産現場の産業用ロボットの導入密度は、世界で突出しており、日本の経済活動と、ものづくりを支えているが、国内市場は停滞している⁴⁾。

IFRでは、公共の場や家庭、野外などで使用される産業用以外のロボットを、一般にサービスロボットと呼んでいる。また、暮らしに役立つサービスを自動、半自動で人に提供する装置をロボットと定義している。IFRのWorld Robotics 2010 - Service Robots統計によれば、企業、組織間 (B to B) で取引された業務用サービスロボットは、

世界全体で77,000台あり、販売金額は130億ドルである。用途は、軍事や農業の専用サービスが中心である。08年の統計では、業務用サービスロボットの総数は63,000台で、生産金額は112億ドルであり、台数、金額とも伸びている。2008年には、軍事、災害救助、警備に、20,000台のロボットが生産されている。残りの割合は、屋外作業（ミルク絞りなど）23%、清掃9%、医療8%、海底作業8%、建設・解体作業7%、移動プラットフォーム6%、物流5%、その他に検査、広報などのサービスロボットである。一方、電動立ち乗り二輪車のセグウェイや芝刈り、床掃除など、消費者向けに販売されたサービスロボットは720万台あるが、高齢者や障害のある人の自立支援用ロボットの割合はわずかである。

サービスロボットは、人間と同じスペースを共有するため安全の保証が重要であり、国際標準化機構では、産業用ロボットの安全基準（ISO8373ロボット）へのサービスロボットの基準を追加する作業を進めている。

（2）家事、屋外作業のサービスロボット

家庭とオフィスの床を掃除する、自走式のロボット掃除機が注目を浴びている。アイロボット社のルンバは、壁センサ、段差センサ、ゴミセンサを搭載して、人工知能で障害物を回避しながら床面をくまなく走行して掃除する。終了後、自分でホームベースに戻り、約3時間で充電を完了する。価格約5～10万円程度であり、すでに世界40カ国で400万台以上が販売された（図6左）。アイロボット社は軍事技術を応用して、家庭の掃除機として新しいユーザーを開拓して注目されており、多くの類似品が出現している。

富士重工のビル清掃ロボットは、光通信でビル内のエレベータを操作して、フロアを移動しながら床を清掃する。オフィスの清掃作業は、夜間や休日が多いため、セキュリティ対策や作業者の確保が難しくなっていたが、清掃ロボットで対応できる。国内で、複数のオフィスビルに導入されており、2006年に経済産業省の第1回今年のロボット大賞を受賞している。ロボット本体の価格は約500万円だが、導入にはエレベータの改装などの付帯設備工事が必要となる（図6右）。



図6 清掃ロボット 家庭用（左） 業務用（右）

出典：ロボット産業政策研究会 報告書、経済産業省、ほか

酪農経営では、搾乳が作業者の大きな負担になっている。大規模牧場では、搾乳専用施設に牛が自分で入るように学習させ、作業員が手で搾乳機を装着するミルクングパーラー方式が導入されている。海外のミルクングロボットは、ターンテーブルに自動搾乳機を組み合わせることで、朝晩の作業員の負担を減らしている。乳牛は搾乳の動作を学習して自分から搾乳ロボットに入る。ミルクングロボットは、乳頭の位置をレーザーで計測して搾乳機を自動で装着し搾乳後に自動で洗浄する。ターンテーブルが一周する間にミルクが搾り取られる（図7）。ターンテーブルを含まない小規模の搾乳ロボット本体の価格は約3,000万円で高額だが、乳牛の健康、生乳の量などの管理データも計測できるため効果的である。

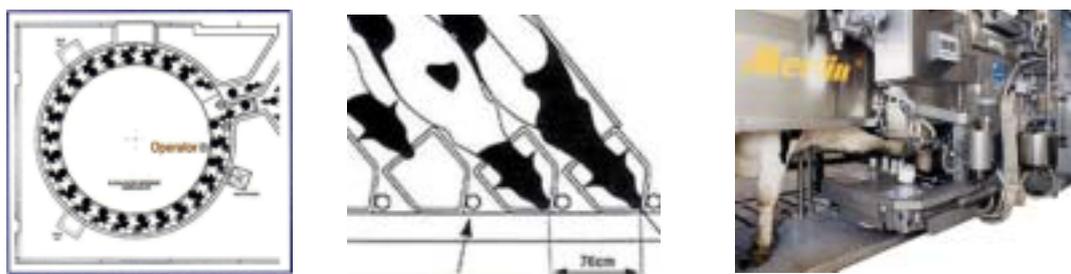


図7 ミルクングロボット ターンテーブル（左） 搾乳部（中、右）

出典：国際ロボット連盟データほか

（3）日本の家電、自動車メーカーのサービスロボット

日本では多くの企業が、生活支援、エンターテインメント、医療、介護・福祉、災害救助、パーソナルモビリティなどのロボットを研究開発している。家電や自動車メーカー

は、コミュニケーション能力や移動機能を持つロボットの研究開発が継続している。

表4 国内企業のサービスロボット開発例

東芝 買い物支援 ロボット		買い物客を案内する「案内ロボット」と商品を搬送する「搬送カート」、自律移動を支援する10台の環境カメラで構成。地図や商品名で案内を行い、買い物客に追従して商品の運搬やレジへ先導
NEC PaPeRo		平成9年から人とコミュニケーションするロボットの研究を開始し、平成13年に家庭環境に配慮したPaPeRoを完成、100軒の家庭でモニタ評価を実施
日立 EMIEW2		2005年にNEDOプロジェクトでオフィスや病院を自律走行するEMIEW開発、2007年に音声認識機能をもつ人間共生ロボットEMIEW2を開発
富士通 enon		一台で案内・誘導、搬送、巡回・見回りなどのサービスを提供するサービスロボット
パナソニック ベッド型 ロボット		ベッドと車いすに相互に形状が変化するロボティックベッド。ベッドと車いすの移乗の負担が軽減される。車いすには障害物との距離や角度を検知するセンサを搭載、ひじ掛けのスイッチ類で操作する(2009年)
三菱重工 wakamaru		2003年2月公開、人と共に暮らすために開発されたロボット。相手の顔を見ながら話したり握手をしたり、コミュニケーションをすることができる
トヨタ パートナー ロボット		二足歩行型、二輪走行型、搭乗歩行型。「やさしさ」と「かしこさ」を備え、これからの社会で「アシスタント」「福祉」「製造」「モビリティ」面で、人をサポートするロボットを目指す
ホンダ ASIMO 歩行アシスト		1996年二足歩行のヒューマノイド型ロボットP2(ASIMO)発表。体重支持型歩行アシストは小型シートのついた両脚型のデバイスで体重を支えて、歩行・階段昇降・中腰動作の脚、関節の負担を軽減する(2008年)

出典：ロボット産業政策研究会 報告書、経済産業省、ほか

7. サービスロボットのグローバル展開

(1) 日本のサービスロボット・ロボット技術の海外展開

最近の市場調査によれば、日本のサービスロボット市場は、08年の77億円から12年に231億円に拡大すると予測している。掃除ロボットやホビーロボットなどの家庭用ロボットが多くを占めており、建設マシンや軍事用途は含まれていない。すでに、介護・福祉、リハビリ分野では、日本の先端ロボットが海外に展開している。

デンマークは、国際アンケート国民の幸福度世界1位(08年)、IMD国際評価13位(10年)、Newsweekランキング10位(10年)の高福祉国家である。医療福祉分野のロボットテクノロジーの導入に積極的である⁵⁾。デンマークでは06年から、日本の産業技術総合研究所が開発した、あざらし型セラピー用ロボット・パロを、高齢者・障害者施設でのセラピーなどの手段として使用している(図8左)。

日本のサイバーダイン社は、大和ハウスと共同で福祉用ロボットスーツの事業を展開している。人体に装着して人の動きを補助するパワーアシストスーツHALを事業化するため、07年にオランダにサイバーダインEUを設立し、08年にはデンマークで実証を開始し、国のファンドの導入を検討している(図8中)。



図8 あざらしロボット・パロ(左) HAL(中) マイスプーン(右)

出典：ロボット産業政策研究会 報告書、経済産業省

セコムのみすプーンは、頸髄損傷や筋ジストロフィー、慢性関節リウマチなどで上肢をうまく使えない障害者が自分のペースで食事ができる食事支援ロボットである。価格は40万円程度で、介護者が3食の介護をするための人件費より安い。日本から欧州への輸出福祉機器の第1号として2004年にオランダに輸出された。その後、現地企業と組

んで病院や介護施設に売り込み、ベルギー、ルクセンブルグ、フランス、イタリア、デンマーク、ノルウェイの7カ国で販売実績がある。ヨーロッパでは家族より個人が重視され、障害者を社会でサポートする意識が強いことから、食事支援のロボットは受け入れやすいことが背景にある（図8右）。

（2）情報社会のイノベーションと、日本のサービスロボット技術開発

日本は、工業社会から情報社会へと移行することで、国の産業活動や公的サービス、日々の生活における情報の重要性が増している。今後、地球環境と共存した安全で安心できるインテリジェントな社会インフラを構築するためには、グリーン・イノベーションを通して情報を積極的に活用することが不可欠になる。また、高度化・拡大する情報社会のインフラは、全ての人の働き方や暮らし方に大きくかわることから、ライフ・イノベーションを実現するためには、情報技術とのかかわりが重要になる。特に、人と生活環境の共存が必要になるサービスロボットでは、人と地球に優しいインタフェースの技術開発が重要であり、ITや情報ネットワークインフラと連携することが求められる。

また、日本は情報社会では世界のトップグループに位置するが、情報通信の基盤技術や大規模で国際的な情報サービスの多くが、国外の人材・技術やIT産業に依存している。日本が強みとするものづくり技術であるロボット技術や環境技術で、国際的なポジションを獲得し、グローバルな製品、サービスの提供者となるためには、国の支援施策が重要である。特に、日常的に利用できる高度なサービスとして普及するためには、多種多彩の人材を多く確保する必要があり、日本の優れたものづくり技術を継承・発展できる研究者・技術者の育成が必要である。

（3）ロボットコンテスト、ものづくりの体験のための支援策

現在、ロボット研究に取り組む大学や公的研究機関として国内の約97組織が知られており、研究室やグループレベルでは約300がリストされている（日本ロボット工業会研究室紹介ホームページより）。また、特定分野ごとにロボットの工学技術の成果を競う、コンテストが数多く開催されている。NHK主催のロボコン、NPO主催のロボカップ、ニュー

テクノロジー振興財団主催のつくばチャレンジでは、人工知能と融合した自律移動ロボット競技をとおして、ものづくりを体験させることで人材育成を図っている⁶⁾⁷⁾⁸⁾。

米国では、大規模なロボットカーのコンテストが社会的に話題を集めている。米国防総省は、戦場での兵士の損傷を防ぐため、2015年までに無人軍用車を3割にすることを目標にしている。野外の戦地や都市の街路を模した長距離のコースでコンピューター制御の自律走行を競うロボットカー競技会に高額の賞金を提供している。07年のDARPA Urban Challengeでは、障害物を避ける運転、交通標識の認識と順守、交差点の適切な通り抜け、他の自動車をさけながら60マイルを完走する時間を競った。その結果、平均時速14マイルでカーネギーメロン大学が優勝し、賞金200万ドルを獲得している⁹⁾。

8 . 日本のロボット人材育成

(1) 日本のサービスロボット、ものづくりの源流、からくり儀右衛門

ニーズを見つけて新事業・新商品を創出した人材として、日本では田中久重が知られている¹⁰⁾。1799年(寛政11年)に久留米に生まれ、1881年(明治14年)まで、電機・機械分野で活躍して、東洋のエジソン、からくり儀右衛門と呼ばれた。

十代半ばから才能を発揮し、二十代でゼンマイ、水力や重力、空気圧などの力を利用したからくり人形の発明と興行が評判となった。「弓射り(曳)童子」は、4本の矢の1本が射的をミスするよう羽根に細工がしてある。文字書き人形は、右手に持った筆を、硯につけて寿・松・竹・梅の文字を書く。手首だけでなく肩関節からの動きを取り入れることで、人間らしいしぐさや、筆圧の調整により線の太さの変化を表現できる。両方の人形とも、顔の向きの変化で表情が変わったような錯覚を観客に与えるように工夫をしている。

また、商人の夜の帳簿付けや夜間医療に使う携帯用懐中燭台、菜種油を空圧供給する無尽灯などの実用品を開発し商売でも成功している。49歳を過ぎて西洋の天文・数学を学び、和時計の傑作万年自鳴鐘、目覚し機能がある枕時計を開発した。その後、開国から明治維新では、蒸気機関、スクリュー船などの国防技術と、製氷機械、自転車、人

力車、精米機など生活に密着した製品の開発改良に注力した。73歳で明治政府の要請により電話機を開発し、創設した田中製造所は後に、東芝となった。2005年の愛知万博で万年自鳴鐘のレプリカが復刻され、機械遺産として国立科学博物館で展示されている。

(2) ロボット学習で未来の人材育成

サービスロボットの技術開発と実用化を通して、年齢、性別や経歴を問わず、様々な才能をもった数多くの人材を、時間と手間とをかけて育成することが期待されている。近年、少子化と理科離れが深刻化して、将来の人材不足が懸念される中で、子供たちのロボットづくりの学習支援の取り組みが始まっている。

ロボット塾クレファスは、03年に横浜市にロボット塾を創設し、ロボット作りを通して、子どもたちが理科や算数の科学的思考力を身につけることを支援している。現在、全国60カ所で、小学生から高校生まで約2,000人が学んでいる。また夏休み期間に、都内でサマースクールを開講し、小学4・5年生の児童が参加した。パソコン画面で設計図を見ながら、ボールを箱の中に運んで得点を競う二足歩行ロボットのプログラミングに取り組んだ。

津田塾大学は、09年から文部科学省の科学技術振興調整費「女性研究者支援モデル育成」事業の一環で、女子高生のロボット夏合宿を開催している。女子高校生に情報通信分野に興味を持ってもらうことを目的としている。「夏の合宿2010 社会は変わる あなたが変える未来のメディアとテクノロジー」には、全国から32名の女子高生が参加した。

N E CのパーソナルロボットPaPeRoのプログラミングや、L E G O社のロボット教材WeDo(ウィドゥー)を使ったものづくりや、アップル社のiPod Touchを利用した数学の学習を実施している。

9. おわりに

日本が産業として、世界で大成功を収めた産業用ロボット(インダストリアル・ロボット)は、米国で1954年に出願された特許から始まっている。機械にモノを置いたり、つか

んだりする動作を、プログラミングで教えて、各種の作業を繰り返し再現実行させることで、工場の生産工程を効率化するための機械として普及した。

サービスロボットの源流は、古くから親しまれている機械仕掛けのからくり時計や、からくり人形にある。人間のさまざまな動作を真似する自動機械の技術を独自に編み出して、世の中の喝さいを浴びた、からくり儀右衛門のような技術者の足跡は世界各地に残っている。日本では、鉄腕アトムやドラえもんなど、世界的ヒットしたロボットアニメが生まれたこともあり、サービスロボットへの夢と親近感があり、関心が高いようだ。

サービスロボットは、低侵襲医療や遠隔医療の手術ロボット、リハビリテーションの支援システムとして医療・福祉分野で製品化されている。宇宙や海底では、宇宙ステーションの組立や保守のロボットアームや、海底鉱物資源採取や多目的観測ロボットが利用されている。トンネルのシールド工事や海底ケーブルの敷設では、建設ロボットが活躍している。軍事用では、無人航空機や爆弾処理ロボットが戦場に投入されている。

量産が期待できる、農業などの野外作業やサービス業務の支援、ホームオートメーションや家庭用のエンターテインメント、学習・教育のパーソナル用途では、製品が少ない。ソニーは、1999年に家庭用のエンターテインメントロボットのAIBOを発売して世の中にインパクトを与えた。15万台を生産したが2006年に事業を終了している。

世界の長期人口変動が引き起こす課題を解決するため、将来、日本から多くのサービスロボットが生まれて、産業として世界に飛躍することを期待したい。まず政策で、公共サービスに工業技術を導入して機械化、効率化することを後押しする必要がある。

また、マイクロソフトやグーグルの創設者が、早くからIT技術に親しんだことから、子供のころからロボットづくりの楽しさを知ることが重要になる。将来のからくり儀右衛門をめざすロボット技術の人材を育成するための、政策による支援が必要である。

参考文献

(1) 最近、公表されたわが国のサービスロボット推進施策

- ・ 2010.06.03 経産省が産業構造ビジョンで生活支援ロボットのアクションプラン

政府方針の「ライフ・イノベーション」と合流し、日本流の産業像の創出を狙って、人との共存環境下で稼働するサービスロボットの普及を政府方針とする新成長戦略と、総合科学技術会議の科学・技術重要施策アクションプランが盛り込まれている。

- ・ 2009.08.03 経済産業省、生活支援ロボット実用化プロジェクト

5カ年プロジェクトで、平成2009年度の予算は16億円。分離合体するベッドを使い車椅子から移乗しやすいシステムや、安全技術を導入した警備ロボット、高齢者・下肢に不自由がある人のサポートをする着用型ロボット、搭乗型移動支援ロボットを開発する。リスク基準やアセスメント手法、リスク低減手法の開発で安全性を確立して、海外市場への展開を目指している。

- ・ 2010.08.25 厚労省、介護福祉ロボットの実用化に向けたモデル事業

2011年度予算で億5,000万円を概算要求している。手の不自由な人が離れた場所にある物を取り寄せるロボットアームを搭載した車椅子や、身体に装着して使用することで要介護者の運動機能を補助したり介護者の能力を拡張したりするアシストスーツなど、介護福祉ロボットの試作機を介護現場で実際に使用することで安全性や使い勝手などを検証し、取得した各種データをメーカーの設計・開発に役立ようとしている。

- ・ 2010.08.13 国土交通省、移動支援サービス技術研究支援事業

2011年度予算1,500万円程度。ICTの活用により、誰もが必要な移動情報を入手して活動できる、高齢者や障害者の移動にやさしい環境を構築する、モビリティサポートサービスを推進する

- ・ 2010.01 総務省、経済産業省、国土交通省、つくば市 モビリティロボットのネットワーク安全性、公道走行の実証実験

つくば市のモビリティロボット実証実験特区の計画が10年1月に認可された。搭乗型ロボットの公道走行を実現するため、国交省、警察庁と連携して、つくば市、低炭素

交通システムの構築～モビリティロボットのシェアリングシステム構想を支援する。
モビリティロボットを活用して、安全・安心な社会、低炭素交通システム、交通弱者のモビリティを実現する社会システムを実証する。電動立ち乗り二輪車セグウェイを屋外警備で利用、電気自動車で市街地の移動、近距離移動は自転車やモビリティロボットを使う。また、自宅から公共施設、商業施設への移動で、高齢者、交通弱者の快適な移動を検証する。

(2) 引用ウェブページ

- 1) 「新成長戦略」について、平成22年6月18日閣議決定：<http://www.kantei.go.jp/jp/sinseichousenryaku/sinseichou01.pdf> (2010.09.19現在)
- 2) (2)IMD WORLD COMPETITIVENESS YEARBOOK 2010 Results, IMD：<http://www.imd.ch/research/publications/wcy/World-Competitiveness-Yearbook-Results/#/>
(2010.09.19現在)
- 3) The World's Best Countries, Newsweek：<http://www.newsweek.com/feature/2010/the-world-s-best-countries.html> (2010.09.19現在)
- 4) Service Robot Statistics, IFR：<http://www.ifr.org/service-robots/statistics/>
(2010.09.19現在)
- 5) 日本のロボット企業がデンマークへ進出、デンマーク外務省・大使館：
<http://www.ambtokyo.um.dk/ja/menu/AboutUs/News/JapaneseRobotCompanyOpensOfficeInDenmark.htm>等 (2010.09.19現在)
- 6) ロボコン、NHK：<http://www.nhk.or.jp/robocon/rbcn2010/about.html> (2010.09.19現在)
- 7) ロボカップ、ロボカップ日本委員会：<http://www.robocup.or.jp/>(2010.09.19現在)
- 8) つくばチャレンジ、ニューテクノロジー振興財団：<http://www.ntf.or.jp/challenge/index.html> (2010.09.19現在)
- 9) Urban Challenge, DARPA：<http://www.darpa.mil/grandchallenge/index.asp>
(2010.09.19現在)

10) 田中久重ものがたり、東芝：http://kagakukan.toshiba.co.jp/manabu/history/spirit/roots/hisashige/index_j.html (2010.09.19現在)

11) ロボナブル、日刊工業新聞社：<http://www.robonable.jp/> (2010.09.19現在)

(3) 参考図書

- ・RTスピリッツ 人に役立つロボット技術を開発する 2009年、NEDOBOOKS
- ・ロボットという思想 脳と知能の謎に挑む 2010年、NHKブックス
- ・ロボット兵士の戦争 2010年、NHK出版
- ・初めてのロボコン - ワールドロボットオリンピック公式ガイド2009年、日経BP
- ・瀬名秀明ロボット学論集 2008年、勁草書房
- ・ロボットのいる暮らし ロボットLDK三原則 2007年、B&Tブックス
- ・ロボットはともだちだ！ TECHNOLIFE 1999年、テクノライフ選書

(4) その他、データ

- ・技術戦略マップ2010、経済産業省：http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/str2010.html (2010.09.19現在)
全31分野より、「ロボット分野」および、「医療機器」、「人間生活技術」、「サービス工学」、「ソフトウェア」、「コンテンツ」、「MEMS」、「半導体」等で採りあげられている
- ・技術戦略マップ2010、医療機器分野の技術戦略マップ、2030年の暮らしと医療機器未来予想図、経済産業省：http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/str2010/a4_2.pdf (2010.09.19現在)
- ・技術戦略マップ2009、ロボット分野サービス技術ロードマップ、経済産業省：http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/str2010.html (2010.09.19現在)
- ・ロボット産業政策研究会 報告書、2009年3月、経済産業省：<http://www.meti.go.jp/press/20090325002/20090325002-3.pdf> (2010.09.19現在)

以上