

## 調査・研究報告書の要約

書名	平成 16 年度ものづくり政策におけるロボット政策の位置づけ及び今後の方向性に関する調査研究報告書				
発行機関名	社団法人日本機械工業連合会・株式会社 UFJ 総合研究所				
発行年月	平成 17 年 3 月	頁数	74 頁	判型	A4

### [ 目次 ]

#### 総論

本調査研究の目的

本調査研究の進め方

本調査研究で検討された内容

#### 各論

#### 第 1 章 ものづくり政策全般に関する検討

- 1．我が国の製造業および経済の現状把握
- 2．各国産業政策の把握
- 3．今後のものづくり政策の論点整理

#### 第 2 章 5 年以内を目途としたロボットの実用化に関する検討

- 1．ロボット産業・技術及び関連政策の現状
- 2．ロボットの産業化に向けた各企業の取り組み
- 3．ロボット産業振興政策を展開する自治体の取り組み

#### 第 3 章 10 年後以降を目途とした次世代のロボットに関する検討

- 1．ロボットのモジュール化および情報通信
- 2．RT ミドルウェアの技術開発の方向性
- 3．ロボット用通信系の現状と要求条件
- 4．ロボット PL ~ ロボット普及促進と製造物責任

## [ 要約 ]

### 総論

#### 本調査研究の目的

電子・機械工業の集積であるロボット産業は、我が国の製造業において将来的な成長が期待される分野であるものの、現在、工場等の製造現場の外への導入が十分に進んでいない。そのため、導入を促進するための各種環境整備を進めることにより、ロボット産業、さらには我が国のものづくりの基盤強化が求められている。

ロボット分野では、製造現場のみならず、エンターテインメントや福祉・介護等の新規分野での普及、導入が期待されている。しかしながら、製造現場で利用されているロボットに比べ、人間環境に近い場所で活用するためには、小型軽量のセンサー、アクチュエーターや分散制御機能等の先端的な技術開発が必要とされている。

本調査研究事業では、今後のものづくり政策全般の論点整理とともに、製造現場のみならず、人間環境にロボットが導入されつつある中で、今後10年程度先まで見据えたロボット政策のあり方について、有識者等による研究会、懇談会およびワーキング・グループにより検討を行ったものである。

#### 本調査研究の進め方

学識者や有識者からなる「ロボット政策研究会」「ロボット政策研究会 実用化ワーキング・グループ」「ロボット政策研究会 次世代技術ワーキング・グループ」「ものづくり政策懇談会」を設置し、ロボット政策およびものづくり政策のあり方などについて、幅広く意見交換を行った。

#### 「ロボット政策研究会」開催経緯

- 平成17年1月28日第1回研究会 場所：虎ノ門パストラル新館
- 平成17年3月31日第2回研究会 場所：ホテルグランドヒル市ヶ谷

#### 「ロボット政策研究会 実用化ワーキング・グループ」開催経緯

- 平成17年2月16日第1回WG 場所：東京商工会議所
- 平成17年3月16日第2回WG 場所：(株)UFJ総合研究所

#### 「ロボット政策研究会 次世代技術ワーキング・グループ」開催経緯

- 平成17年2月15日第1回WG 場所：(株)UFJ総合研究所
- 平成17年3月10日第2回WG 場所：(株)UFJ総合研究所

## 「ものづくり政策懇談会」開催経緯

- 平成 17 年 1 月 28 日第 1 回懇談会 場所：銀座東武ホテル
- 平成 17 年 2 月 17 日第 2 回 - 懇談会 場所：(株)UFJ 総合研究所
- 平成 17 年 2 月 24 日第 2 回 - 懇談会 場所：ルポール麹町
- 平成 17 年 3 月 31 日第 3 回懇談会 場所：銀座東武ホテル

## 本調査研究で検討された内容

ロボット政策に関しては、ロボット産業・技術の動向および関連政策の現状を整理し、5 年以内を目途としたロボットの産業化に向けた各企業の取り組みやロボット産業振興政策を展開する自治体の取り組み内容を把握した。また、10 年後以降を目途としたロボットが使われる場所やニーズを見据えた上で、ロボットに重要な要素技術を把握するとともに、ロボットが普及するための考え方（ロボットモジュール、ロボットと通信のあり方）について検討した。

ものづくり政策全般に関しては、我が国の製造業および経済の現状、各国産業政策等を把握し、それらを踏まえながら今後の政策に係る論点を抽出・整理した。

## 各論

### 第 1 章 ものづくり政策全般に関する検討

#### 1. 我が国の製造業および経済の現状把握

##### (1) 製造業の現状

- 全体的に生産は横ばい傾向にある。
- 製造業の産業別 GDP に占める割合は 22.0% (2002 年)、産業別就業者数に占める割合は 18.9% (2002 年) である。
- 製造業の輸出に占める割合は 90% 以上であり、付加価値の波及効果はサービス業よりも大きい。
- 製造業の年齢別構成者数は「50～54 歳」の段階の世代が多く、ものづくり力の継承への危機感に関しては 62.9% の企業が危機感を有している。
- 多くのクラスターが成立しているが、バイオ・IT が全国各地に点在しているなど、不均等な発展モデルを呈している。
- 模倣被害社の推移をみると、模倣品被害は年々増加傾向にあり、この内 88% が製造業企業である。

## (2) 経済の現状

- 直近の状況では、実質 GDP 成長率は 2 四半期ぶりのプラス成長。名目 GDP 成長率は横ばい状況にある。
- 設備投資には、中小企業を中心に回復の広がりがみられる。
- 2004 年 11 月の完全失業率(季節調整値)は 4.5%と前月に比べ 0.2 ポイント低下。雇用者数は前年同月比プラス 3 万人増加。有効求人倍率(季節調整後)は 0.92 倍と前月に比べ 0.04 ポイント上昇している(0.92 倍以上は 11 年 10 ヶ月ぶり)。

## 2. 各国産業政策の把握

### (1) 米国の産業政策

- 『米競争力評議会 報告書「イノベート・アメリカ」～通称パルミサーノレポート：米国の競争力維持/強化に向けた提言～』の概要を整理した。

### (2) 欧州の産業政策

- EU(2000 年リスボン・サミット)、イギリス(2002 年製造業戦略)、フランス(産業技術革新庁の設置)の産業政策の概要を整理した。

### (3) アジアの産業政策

- 中国(2001 年第 10 次 5 カ年計画)、シンガポール(1999 年インダストリー 21 計画)、マレーシア(2003 年第 8 次マレーシアプラン中間見直し)、韓国(2003 年 10 大新成長動力産業)、インド(2004 年基本政策書)の概要を整理した。

## 3. 今後のものづくり政策の論点整理

上記「1.」、「2.」等を踏まえ、今後のものづくり政策に係る論点を以下の 6 つの視点から整理した。

### (1) ものづくりの意義

- ものづくりは産業・経済規模におけるボリュームに止まらず、伝統に根ざした国力が凝縮し、国家イメージ/ブランド・信頼感の源泉となっているのではないか。
- ソフト的な目に見えないコンセプトも含めたものづくりを再定義し、わが国の国家戦略の中核に位置づけ、その特性・強みを強化する政策を採用することで、ものづくりの強化はもとより他産業の活性化や社会的問題の解決に資することができるのではないか。

### (2) 強みの検証

- 強みを検証する上で、「大企業と中小企業」二元論や産業分類上の「産業」と

いった従来のフレームワークは時代に合わなくなっていないか。事業の機能や製造工程・納入先との調整状況などに着目した新しい整理方法が必要ではないか。

- 短期的な財務指標にのみ着目した企業評価は、わが国企業の長期的な競争力の源泉を正当に評価できないのではないか。産業を軸とするわが国資本主義を発展させる企業像を明らかにすることが必要ではないか。

### (3) 産業横断的課題の発掘

- 団塊世代引退による技能断絶の危機等の一連の事象により、2007年を境にわが国ものづくりは大きく弱体化する危険はないか。それを回避する方策を総合的に検討する必要はないか。
- 国内労働力減少を踏まえた国際的な最適分業の視点、産業クラスターを地域政策ではなく国家戦略として捉える視点、リストラ等による忠誠心喪失・技術流出の視点等からの新たな企業・産業像と政策を検討すべきではないか。

### (4) 政策ツールの拡大

- 市場と政府の補完関係を強化するため、ビジョン・予算等の従来型政策ツールに加え、新たに政府調達やガイドライン等を活用することが必要ではないか。また、欧米で先行する取り組みやビジョン・制度を後追いの姿勢を改めないと、わが国の強みに根ざした戦略は策定できないのではないか。

### (5) 国民マインドの形成

- ものづくりを国家戦略の中核に据えるに当たり、現在、産業の現場と教育との遊離を縮め、国民各般がものづくりの意義・重要性を深く理解する環境を整備することが必要ではないか。
- ものづくり＝ひとづくりと指摘される中、競争心、チャレンジ精神、規律遵守・努力への尊敬など基礎素養の段階から若年者を教育することが必要ではないか。

### (6) 産業ネットワークの形成

- 実態・現場に即した現実的・機動的な政策形成プロセスを構築するため、集権型情報流通から分散型情報流通へ転換することが必要ではないか。分散した情報をバラバラにするのではなく、ネットワークとしてつなぐインセンティブや信頼関係の基礎となる新たなサロンの場を築くことが必要ではないか。

## 第2章 5年以内の目途としたロボットの実用化に関する検討

### 1. ロボット産業・技術及び関連政策の現状

#### (1) ロボットを巡る社会・経済動向について

- 我が国の年少人口・生産年齢人口は減少しており、労働生産性も上昇していない。

#### (2) 我が国のロボット産業の状況について

- 工場において生産財として使用される「産業用ロボット」の出荷額は、バブル期までは単調増加でその後いったん落ち込み、ITバブルまで再度伸びてまた下がっており、現在は5,000億円前後で推移している。
- 今後、医療・福祉・防災・メンテナンス・生活支援・アミューズメントなど、多様な用途への活用が期待される『次世代ロボット』の市場の創出が期待される。

#### (3) ロボット関連技術(RT)の現状と今後

- ロボットは、「センサ系」、「知能・制御系」、「駆動系(アクチュエータ系)」の3つの要素を全て有しているものであると定義している。各種技術を総合的に組み合わせることで製造されるものがロボットである。

#### (4) 「新産業創造戦略」について

- ロボットは、「新産業創造戦略」の先端4分野の中の一つの分野として、情報家電などと横並びで位置づけられている。次世代ロボット開発の「アクションプラン」は3つあり、20年先までを展望して展開されている。

## 2. ロボットの産業化に向けた各企業の取り組み

### (1) (株)テムザック

- 食品加工機械メーカー(株)テムスを母体に、1993年、同社の新社屋建築の際に受付・案内ロボットテムザック1号[TMSUK- ]を製作したことをきっかけとしてロボット開発を始め、2000年にロボット研究部門が(株)テムザックとして独立した。「人に役立つロボットをつくる」を企業理念に、さまざまな分野のロボット開発、ロボット特区など福岡県をはじめ、自治体・商店街・企業協力の下、実証実験データの収集・解析などにも取り組んでいる。

### (2) 富士重工業(株)

- “実用的なロボットをつくる”とのコンセプトで、業務用ロボットに絞って開発・製造・販売をおこなっている。注文生産で特殊用途ロボットも開発しているが、サービスロボットとしては、エレベーター連動の清掃ロボットをつくっている。単機能に絞り、故障を少なくするために稼働部を極力排除する開発方針である。人手不足が予想される中、ロボット清掃を導入したビル全体のメンテナンスシステムを開発し、ビルメンテナンス業として展開していく意向である。

### 3. ロボット産業振興政策を展開する自治体の取り組み

#### (1) 大阪市

- 民間スタッフの運営する市の外郭団体「(財)大阪市都市型産業振興センター」により、ロボット産業振興に関する取り組みを進めている。予算は、平成16年度は1億円強、平成17年度は1億数千万円で、単独自治体では全国最高水準である。
- “世界一のロボット産業クラスター”をつくることを目指し、ロボットの試作や小ロット生産等の仕事を受けるロボットの開発ネットワーク「Roobo」(ローボ)の組織化、ロボットビジネスを立ち上げる「リーディングプロジェクト」への資金助成等をおこなっている他、平成16年11月には、“ネットワークジェネレーター”の役割を担うスタッフが、ロボットの研究者と投資家や銀行員、サービス業従事者等をコーディネートしてロボットビジネスを創出する場「ロボットラボラトリー」を開設した。
- 大阪駅北側再開発用地「梅田北ヤード」(24ha)へのロボット技術の導入やロボットのためのインフラ整備を、都市開発プランと連動させて展開していく予定。

#### (2) 福岡県

- 2002年6月に福岡市において「ロボカップ2002」大会が開催されたことを契機にロボット熱が盛り上がり、2002年7月には福岡市が単独で、ロボットの展示・研究スペース「ロボスクエア」を開設した。2003年6月9日に福岡県、北九州市、福岡市が共同で「ロボット産業振興会議」を設立し、県と両市で構成する事務局で「1.情報発信」、「2.研究開発の推進」、「3.産業化の推進」、「4.社会的機運の醸成」に係る事業を運営している。
- 北九州市、福岡市の両市が共同し、「ロボット開発・実証実験特区」第1号に認定され、これまでに4企業が延べ60日近くの実証実験を実施した。
- 「3.産業化の推進」の一環で、平成17年度より、研究開発だけでなく、ロボットを市場化していく手助けをするために、県内で生産される完成体ロボットを振興会議で買い上げて、イベント向けに手配する事業に取り組む。

## 第3章 10年後以降を目途とした次世代のロボットに関する検討

### 1. ロボットのモジュール化および情報通信

- ロボットに複雑な作業をさせる場合、ロボット単体で環境情報をすべて認識し、動作するよりも、動作環境にICタグや無線モジュールなどの情報を送受信するものを埋め込み、環境側からも積極的にアシストする方がロボット本体のコスト

も抑えられながら、安定して信頼性の高い動作が実現できる。

- ロボットの応用分野をより広げるためには、ロボット単体の技術開発とともに、情報化された環境を広げていくことが重要である。
- ロボットの動作環境を情報化すれば、例えば家電製品などのコンポーネントもロボットのモジュールの一つとして捉えられるようになり、あらゆるコンポーネントがモジュール化され、ロボット及び他のコンポーネントとの間で情報通信が可能な状態になる。人間とロボットの情報通信(遠隔操作など)、ロボット間の情報通信(協調制御など)の概念を超えて、モジュール単位で情報通信を考える必要がある。

## 2. RTミドルウェアの技術開発の方向性

### (1) ロボットの市場開拓

- ロボットの場合は、“夢や人を技術で置き換える”ために技術開発をする。ロボット製品に対する具体的なイメージを、自動車に対するイメージがあるようには、誰も持っていない。
- 既に生産・使用されているロボット製品はほとんどが“注文生産品”である。白物家電的に売られて成功したロボットは、恐らく「AIBO」と「Roomba」だけである。

### (2) RTミドルウェア

- ロボットは足・モーター等のコンポーネントの組み合わせでできているが、現在は、ハードウェアは購入してくるとしても、中のソフトはすべてロボットを製造する会社が自社内で作っているため、手間とコストがかかっている。将来は、コンポーネントを市場から買い集めて、必要なものだけをつくることでロボットを構築できるようにすべきである。
- コンポーネントを共有化するためには、中の企業秘密まで公開しなくても、ある種のルールを守って作りさえすれば、別々につくられたソフトウェアが相互に通信できる仕組みをつくれればよい。これが「RTミドルウェア」である。
- 将来は、「コンポーネント製造メーカ」、「ロボット製造メーカ」、そして、ロボットやコンポーネントを組み合わせるユーザにサービスを提供するシステムを構成する「インテグレーションビジネス」に分業化された、3種の企業体が考えられる。ミドルウェアが機能して、コンポーネントが標準化・モジュール化されることによって活性化され、大量のロボットが製造できるようになるだろう。



- 次に問題になるのはロボットの知能の問題である。従来の考え方は、ロボットの頭に知識を大量に詰め込み、人間のような知能にすることを目指していた。一方、将来のロボットの頭の知識は小さくなり、必要な知識は環境側に与えられ、ロボットは必要な知識を周囲から獲得するようになると考えている。そこで、「知識を受け取る」あるいは「知識を埋め込む」技術が将来必要になってくる。

### 3. ロボット用通信系の現状と要求条件

#### (1) ロボットの現状

- 2000年前後に、多数のヒューマノイドロボットが出始めた。それまでは例えば二足歩行が“目的”だったわけだが、それを“手段”に変えることによって初めて、世の中の人に使ってもらえるようになり、産業になる。

#### (2) ロボットの用途、ソリューションとしてのRT

- 従来は、「生産システム」の中で「人の代替」として高速・高性能の「産業用ロボット」が使われてきた。今後は、「人との共生」が可能で、「非産業用ロボット」としての「サービスロボット」をつくる、あるいは、空間を知能化することによって人を支援するロボットが期待されつつある。
- 日本の社会のマクロニーズを考えても同様に、付加価値を持つプロダクトを国内でつくり続けるためには設計も含めた「生産システム」が残らなければならない。また、今後増加する高齢者が自立して健康に生活していくための「日常生活を支える生活支援システム」が必要である。これら2つの部分にロボット技術を導入していく必要がある。

#### (3) メディアロボティクス

- 実世界に作用する「エージェント」としての機能を持つロボットが、社会の様々な場所に分散して、人の意図を反映しながら協調してサービスを提供していくことを目指したい。従来のテレビや電話が形も質量もないメディアであるのに比較して、「メディアロボティクス」は、情報だけでなく実空間で物理的作用を及ぼすメディアであり、「身体性の外化」の役割を担う道具である。

#### (4) ロボットにおける通信、RTミドルウェアの標準化、関連プロジェクトの動向

- 「ロボットにおける通信」を可能にするためには、人を囲む空間の中に個体のロボットあるいはセンサが配置され、それらが連携してサービスを提供していく状況が必要である。
- 「RTミドルウェア標準化」をこれまで進めてきたが、韓国を始めヨーロッパに

においても最近力を入れている。「ネットワークロボット」については、「ITとの融合」を目指して日本と韓国が力を入れている。ロボットの世界にも、他の様々な分野の標準をラッピングして取り込めるようにすることによって、コストをかけることなくロボットの知的環境・サービス環境をつくることができる。

#### 4. ロボットPL～ロボット普及促進と製造物責任

##### (1) 遠隔操作時にロボットが誤作動して人身事故を引き起こした場合の製造物責任

- 遠隔操作時にロボットが誤作動して人身事故を引き起こした場合、製造者等に製造物責任が肯定される蓋然性は高いと考えられる。先進国アメリカのPLの基準に照らしてみても、やはり「誤作動(malfunction)」するような製品は「欠陥」であったと「推認(inference)」される原則が当てはまりそうである。

##### (2) 自己責任の縮小に伴う human factors engineering

- 従来ユーザの「自己責任」として済まされてきた範囲が縮小する中で、法律の世界でも、ユーザのエラーも考えて安全な取り組みをしていない企業側が悪く、優しくない製品にこそ「事故」責任があるという傾向にある。そのため、今後は、「human factors engineering」(人間工学)の考え方が重要になるだろう。

##### (3) ロボットの「危険」意識への取り組み方

- 法律における「危険」の合理的かつ有力なとらえ方は、「危険」=「事故発生の蓋然性(probability)(頻度、%)」×「発生時の損害の程度(gravity of loss)」とされている。
- しかし、実際に大衆が危険を認識する際には合理的でないことが多く、「制御不能」なものや「自発的でないもの」に対して危険意識を強く感じる傾向がある。対策として、自発的に引き受けた危険であるとする必要がある。すなわち、危険をユーザに知らしめる周知活動や、「教習、警告、指示」等が必要である。
- ロボットの態様は様々であるから、リスクの強弱をつけるために、まずは「分類化」が必要であろう。「選択と集中」によって安全対策を設計に織り込むことが必要ではないかと考える。



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。