

ロボットに関する特許出願技術動向調査

平成 14 年 5 月 24 日

総務部技術調査課

1. ロボット技術の概要

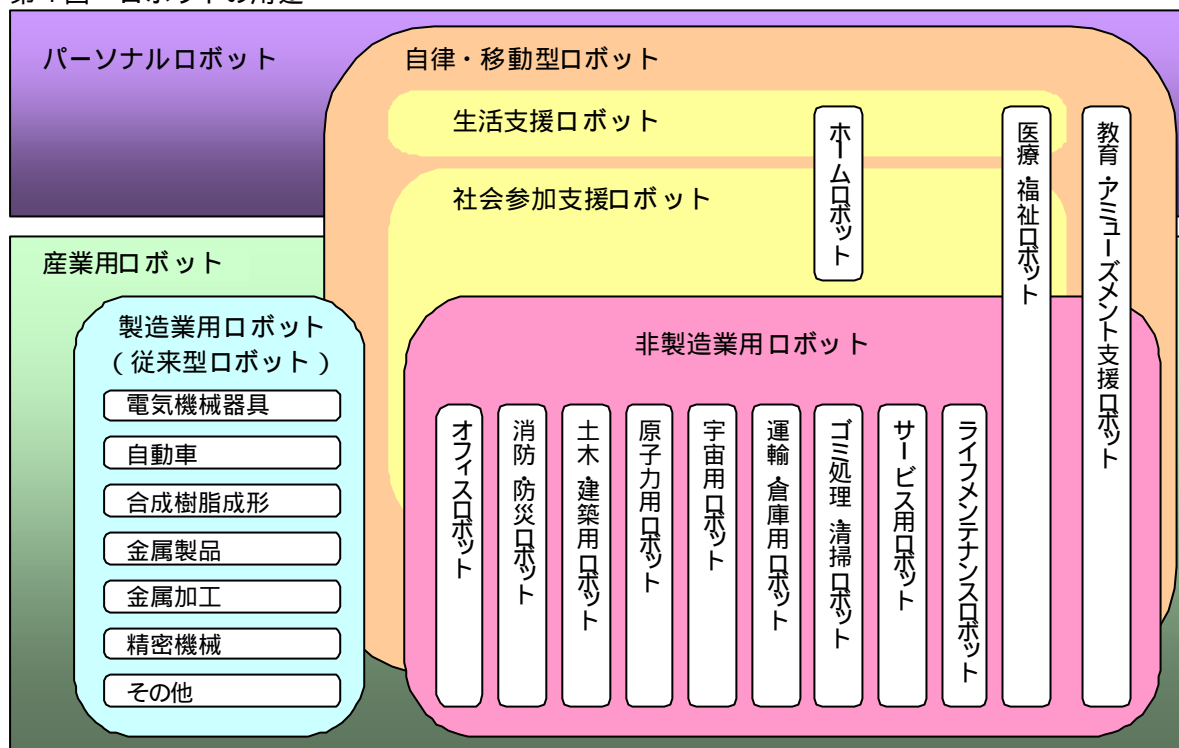
(1) 本調査におけるロボットの定義

ロボットは、用途により 産業用ロボット（製造業用または非製造業用）と パーソナルロボットとに大別される。これまでロボットは「産業用ロボット」として産業界、特にそのほとんどが製造現場としての工場で利用されてきた。日本工業規格（JIS）は産業用ロボットを「自動制御によるマニピュレーション機能又は移動機能を持ち、各種の作業をプログラムによって実行でき、産業に使用される機械」と定義している。

しかし、今後はロボット技術が高度化し、その活躍する場を非製造業分野やパーソナル分野に拡大していくことが期待されている。したがって、製造業などの産業分野で利用される「産業用ロボット」のみを調査対象としたのでは、ロボット技術の将来を論じるには不十分であると考えられる。そこで、本調査ではロボットを「マニピュレーション機能を有する機械」あるいは「移動機能を持ち、自ら外部情報を取得し、自己の行動を決定する機能を有する機械」と定義する。そして、今後製造業だけでなく非製造業分野やパーソナル分野への応用が期待される次世代型ロボットを、「自律・移動型ロボット」、主に製造業で従来から使用されてきたロボットを「従来型ロボット」とよぶことにする。

現状では産業用ロボットの約 97%までが製造業において利用されていて、残り約 3%が非製造業分野である原子力産業、建設業や海洋開発などに利用されている。製造業において主に利用されているのは、電気機械器具製造業、自動車製造業、合成樹脂成形加工業、金属製品製造業、金属加工機械製造業および精密機械製造業などで、その他に食品製造業、木材・木製品製造業、化学工業から造船業に至るまで、ほとんどの製造分野にわたって広範囲に利用されている。

第1図 ロボットの用途

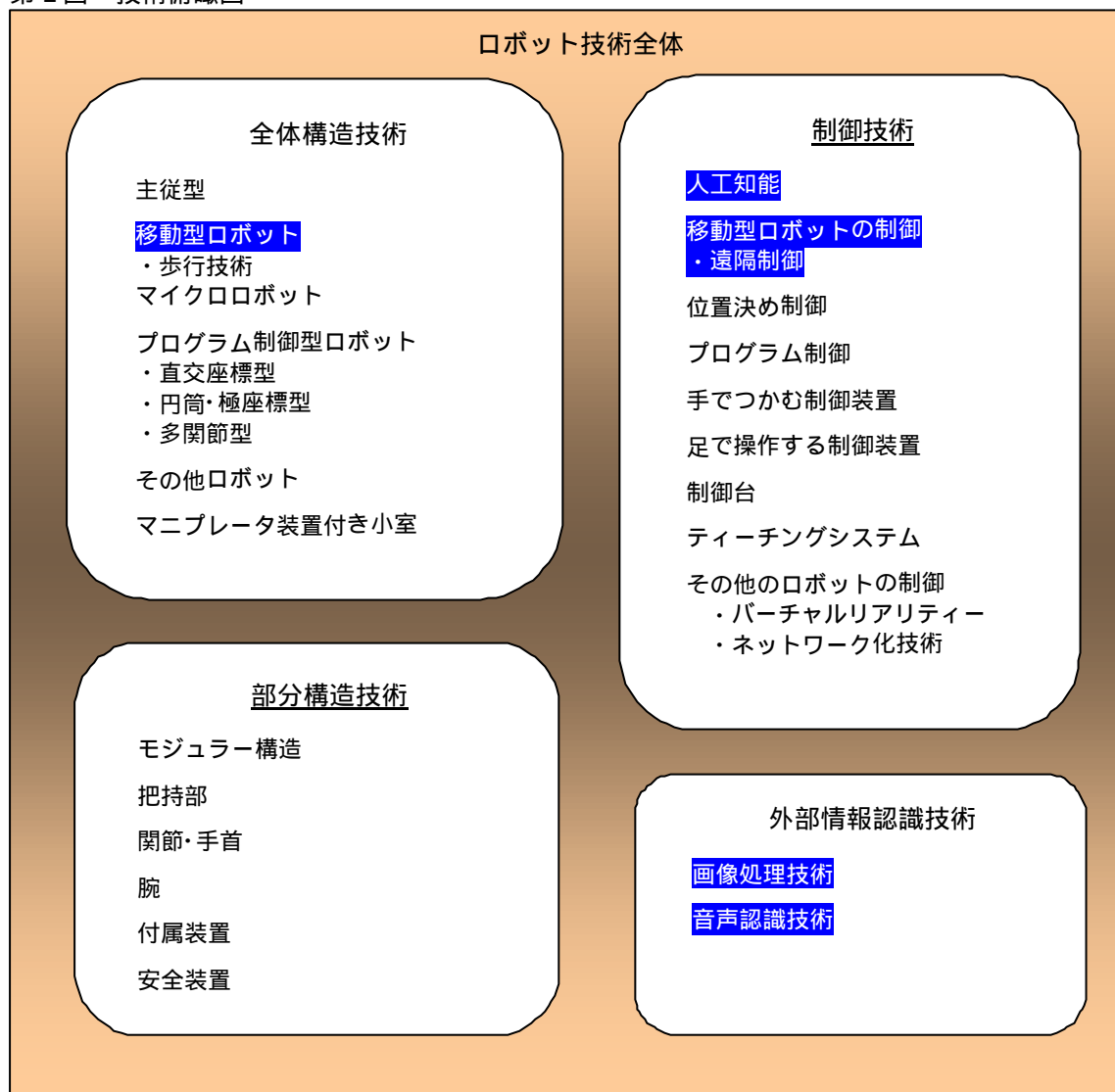


自律・移動型ロボットの主な用途は、非製造業用およびパーソナル用で、社会参加支援、生活支援、教育・アミューズメント支援などが考えられる。分野としては医療・福祉、オフィスサービス、消防・防災、土木・建築、原子力、宇宙、運輸・倉庫、ゴミ処理・清掃、サービス、ライフラインメンテナンス等である。

(2) 技術俯瞰図

第2図は本調査の対象としたロボットに関する技術を整理した俯瞰図である。従来型ロボットに比べ自律移動ロボットで特に重要性が増すと考えられる技術を■で示した。自律・移動型ロボットでは、移動のための本体構造や、人工知能等により制御を知的化する技術、移動型ロボットを自律的に分散制御したり遠隔地から制御したりするための技術、自律性を有するために必要となる外部情報の取得と意味解析に関する技術などが重要となる。

第 2 図 技術俯瞰図



(3) ロボットの注目研究技術開発テーマ

ロボットの実用化の歴史は大きく4期に分けられる。まず、自動制御理論、フィードバック制御理論、数値制御技術などの基礎研究が第一世代のプレイバックロボット(1965~1980)の誕生の礎となり、その後、SRIアルゴリズム等人工知能と認識されていた感覚機能をロボットに適用した第二世代の適応制御、順応動作ロボット(1980~1995)の誕生を見た。さらに移動、テレオペレーションの研究成果に基づく第三世代の自律制御ロボット(1995~)が誕生し、現在は、人間と協調・共存する第四世代のロボットの実用化時期を迎えて様々な研究が進められている。第四世代ロボットの主な研究技術開発テーマは第3表のように考えられる。

第3表 第四世代ロボットにおける主な研究技術開発テーマ

技術分野		主な研究技術開発テーマ
人間環境適合技術	自律制御	・環境の認識（距離／水準／方位の測定） ・経路計画（障害物回避技術）
	自己組織化（学習）	・学習型計算機 ・認識判断学習、知識獲得 ・スキル（技能）学習
	エネルギー自立	・エネルギー内蔵、エネルギー取得
コミュニケーション技術	双方向情報の共有技術	遠隔操作技術 複数ロボットの協調、ロボット間通信 バーチャルリアリティー
	自然言語 非言語コミュニケーション	音声認識技術 表情・状態の非接触計測
	人の検知 認識技術	センシング技術
非定型作業実行技術	運動系	歩行技術（二足歩行） ハンドリング・マニピュレーション技術 人工筋肉、アクチュエータ
	感覚系	画像認識技術 センサ・アクチュエータ体化技術
	汎用化	汎用モジュール、汎用プログラム
機能	安全性	人間共存安全性技術 システム信頼性技術 制御的安全性技術 機構的安全性技術

本調査では、有識者へのヒヤリング結果、原著論文の調査結果、単行本・総説類およびニュース情報を基に、第四世代のロボットの主な研究開発テーマの中から、今後特に重要性が増すと考えられる注目研究技術開発テーマとして第4表に示す8件を採り上げた。

第4表 本調査における注目研究技術開発テーマ

注目研究技術開発テーマ	
1	歩行技術
2	ロボットの移動のための、距離、水準、または方位の測定技術
3	障害物回避技術
4	学習型計算機技術
5	複数ロボットの制御技術
6	画像認識技術
7	音声認識技術
8	遠隔操作技術

2. 特許動向分析

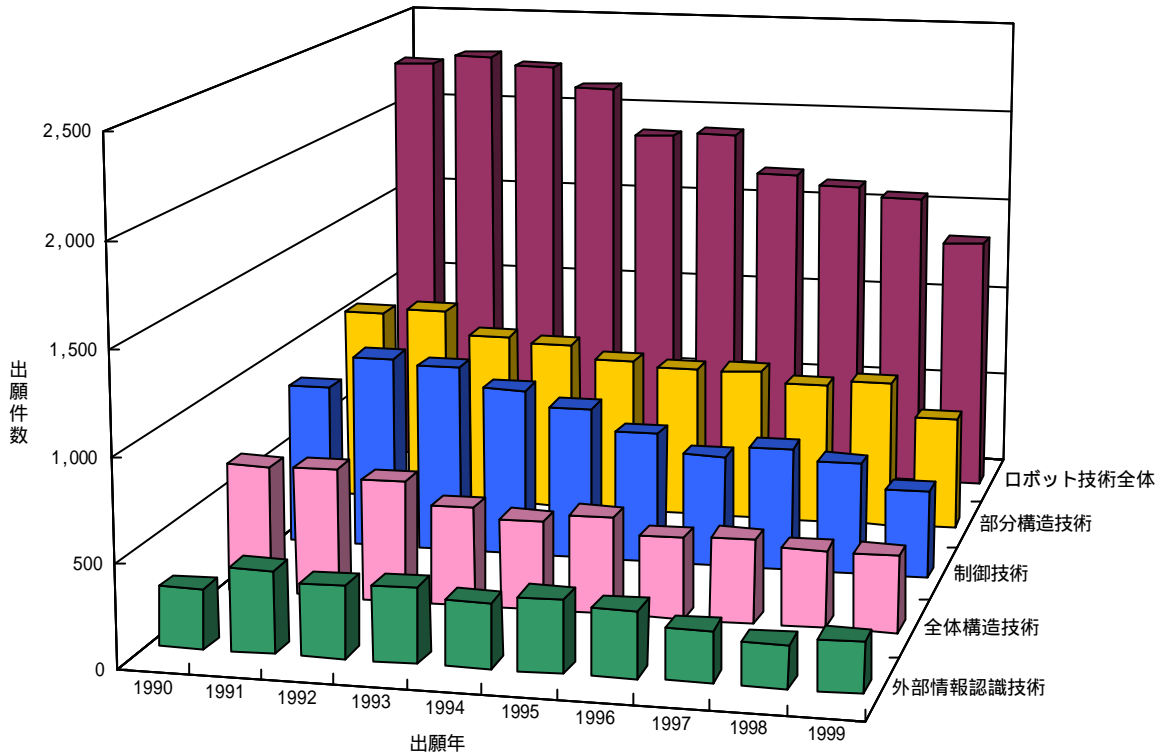
日本特許は PATOLIS ファイルを使用し、米国特許および欧州特許は WPI ファイルを使用して、ロボット技術における特許出願及び特許登録について動向分析をおこなった。

(1) 世界全体の特許動向分析

ロボット技術全体および4技術区分別の出願件数推移を第5図に示す。ロボット技術全体は1991年をピークに漸減傾向を示しており、大きな増減はみられない。

4つの技術区分では、ロボット技術を明らかに牽引していると思われる技術はないが、部分構造技術と制御技術がロボット技術の大多数を占めていることが判る。

第 5 図 ロボット技術全体および技術区分別の出願件数推移



(2) 出願人国籍別の出願構造

ロボット技術全体および 4 技術区分別の日本人、米国人、欧州人の出願件数の推移を第 6 図～第 8 図にそれぞれ示す。

日本人によるロボット技術全体の出願は、1991～93 年をピークにそれ以降出願件数が減少しており、1999 年には 1,000 件を下回っている。

米国人によるロボット技術全体の出願は、1993 年から 1996 にかけて順調に出願件数が増加しているが、1997 年には急激な減少を示している。部分構造技術がロボット技術全体の出願件数と非常によく似た推移を示しているのが特徴的である。

欧州人による出願は、技術区分別では横ばいあるいはやや増加の傾向であるが、ロボット技術全体の出願では、増加の傾向を示している。

図 6 日本人の出願件数推移

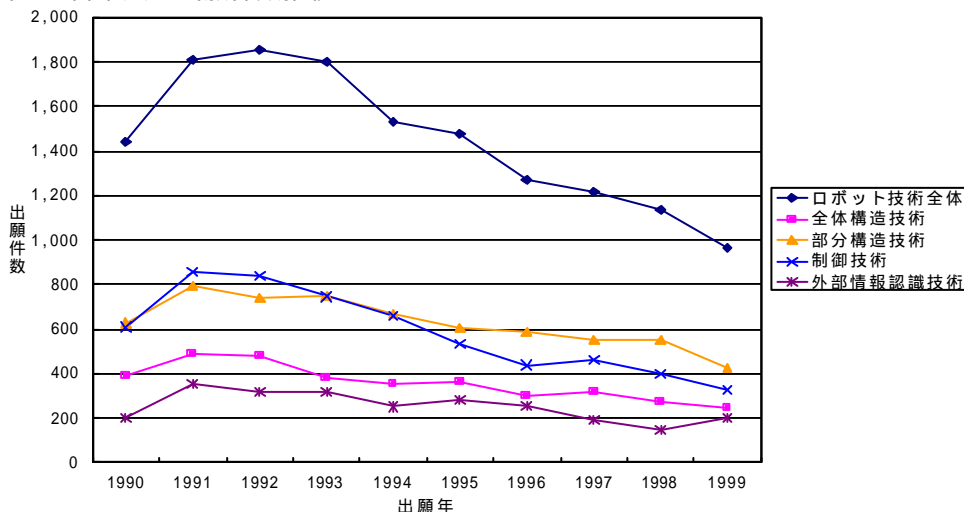


図7 米国人の出願件数推移

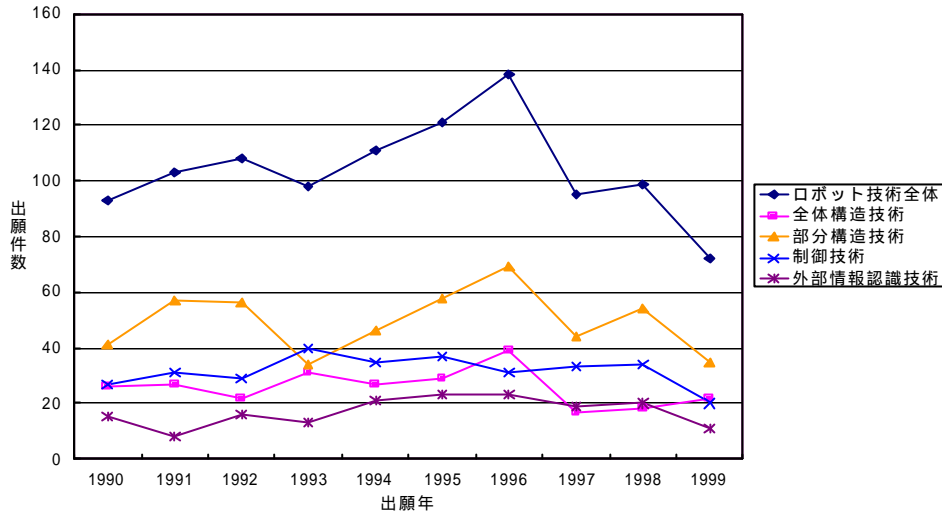
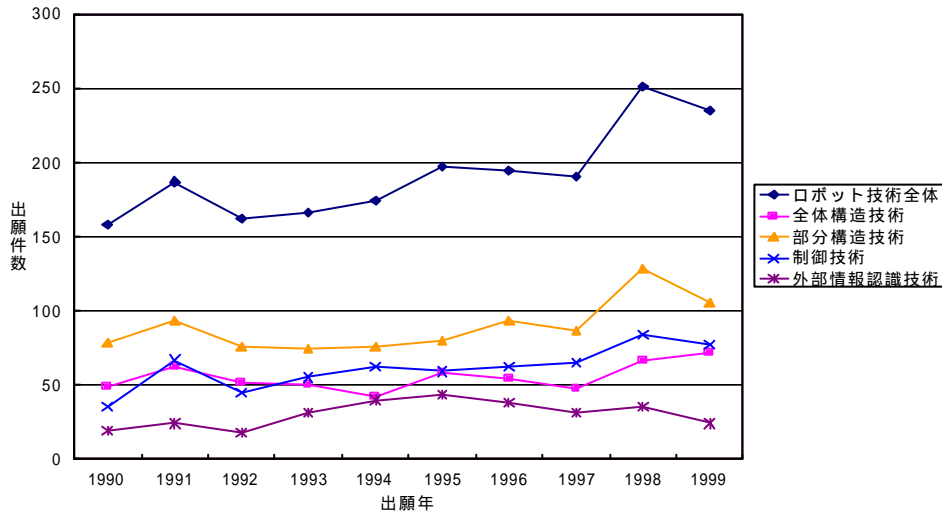


図8 欧州人の出願件数推移

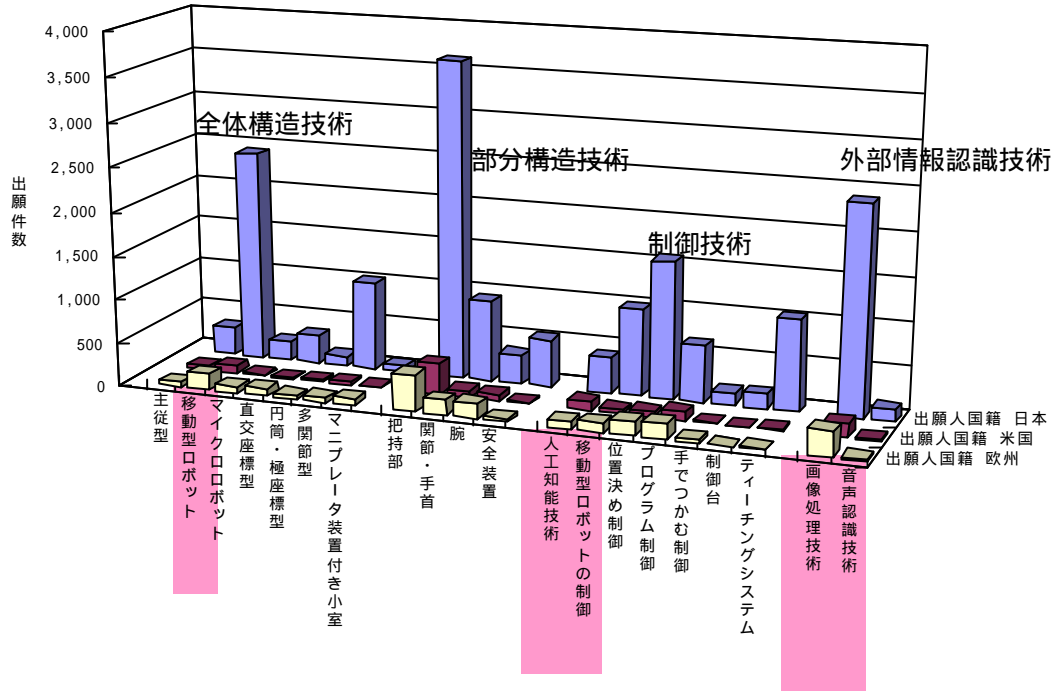


ロボット技術を20の技術に区分し、過去10年(1990~1999年)の出願人国籍別の出願件数を第9図に、出願件数割合を第10図に示す。

いずれの技術においても日本国籍の出願人による出願が圧倒的に多く、日本がロボット技術において優位にあることが判る。

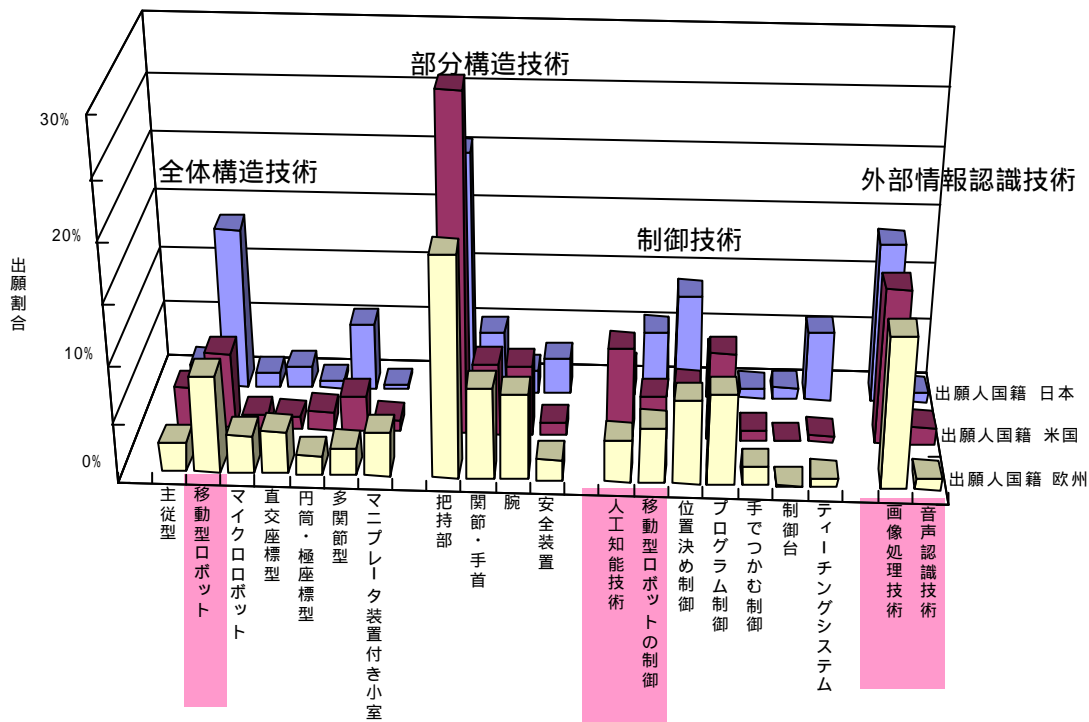
日本は欧米に比べて、移動型ロボット、多関節型ロボット、ティーチングシステムの出願割合が高く、日本がこれらの分野に注力していることが判る。米国は、把持部、人工知能技術に注力している。欧州は、日本や米国が注力していないマイクロロボット、直交座標型、マニプレータ装置付き小室に注力している。

第9図 出願人国籍別の出願件数



注) 1990～1999年累計

第10図 出願人国籍別の出願件数割合



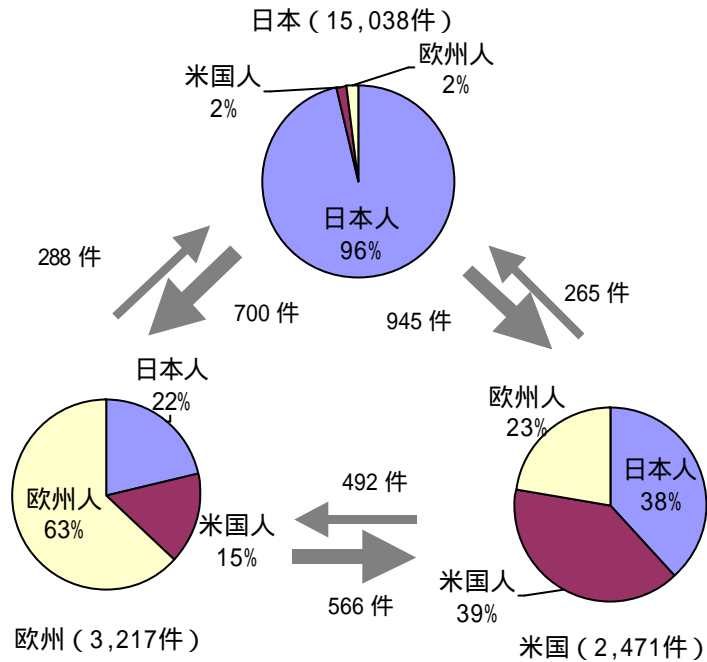
注) 1990～1999年累計

(3) 日米欧三極間の特許動向分析

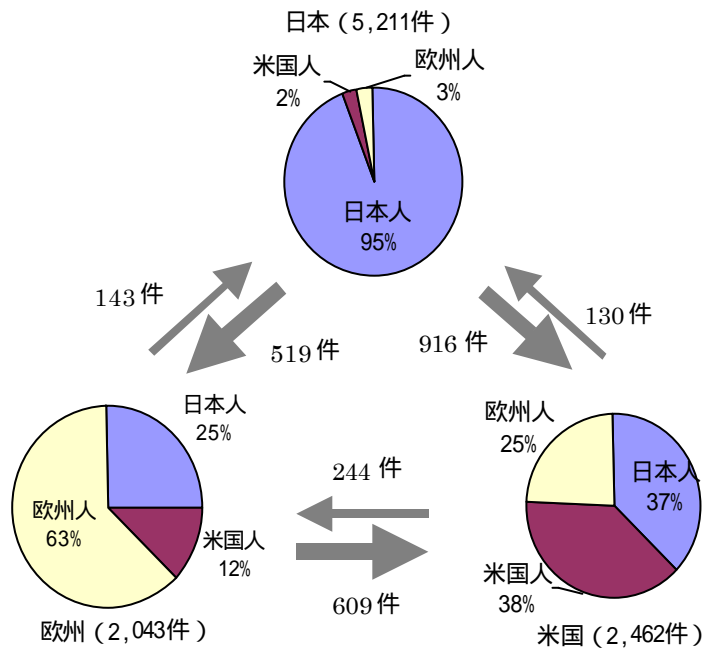
日米欧三極間におけるロボット技術全体の出願/取得の相互関係を第11図に示す。

出願/取得ともに日本国の件数が最も多い。また、日本人は欧米へ非常に積極的な特許出願を行っている。欧州人は日本国よりも米国を意識した特許出願をしている。

第 1 1 図 日米欧三極間における出願 / 取得の相互関係



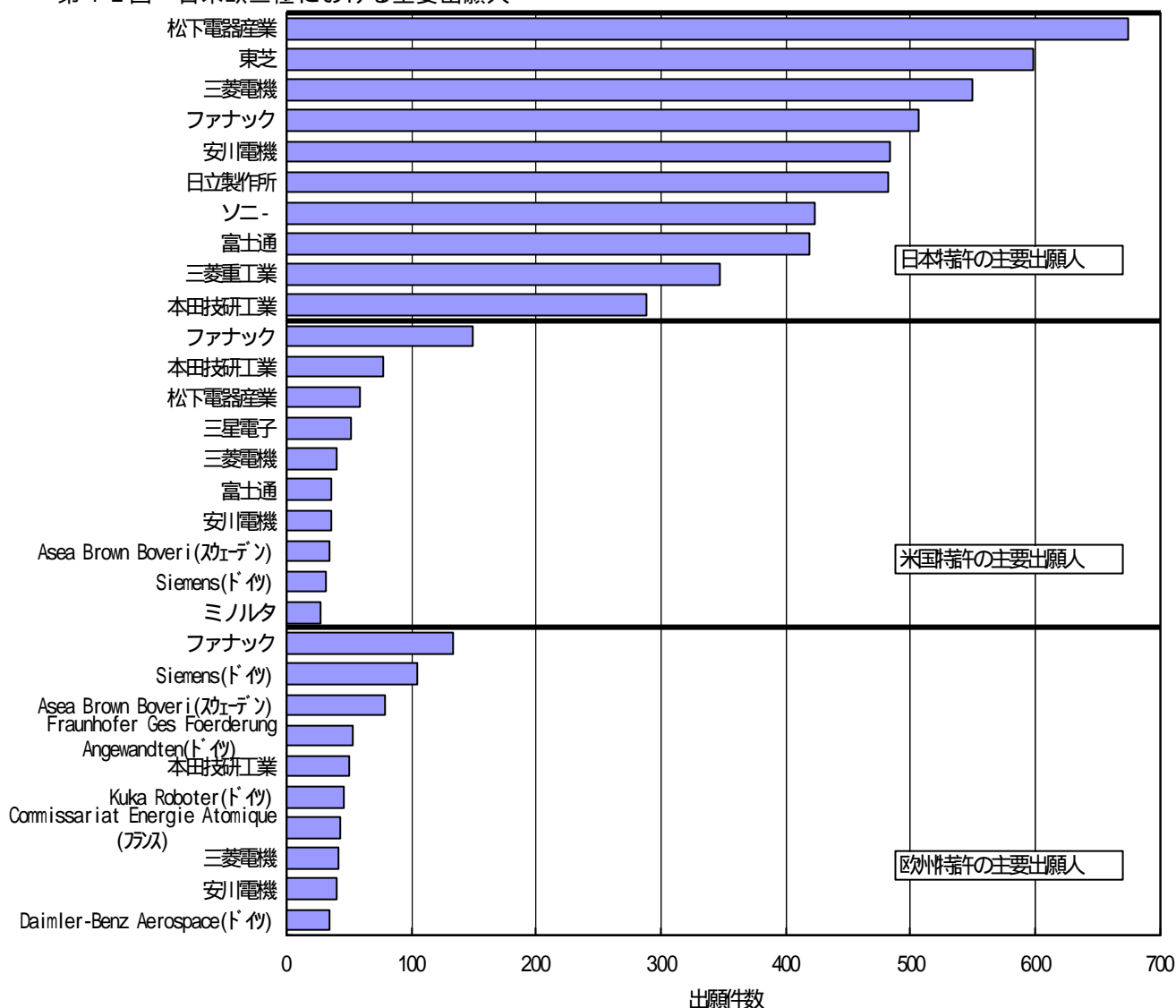
【出願件数(1990～1999年累計)】



【登録件数(1990～1999年累計)】

日米欧三極におけるロボット技術全体の特許出願件数上位 10 機関を第 1 2 図に示す。日米欧何れも上位機関に日本企業が多数入っている。一方、米国特許の上位機関に米国企業が入っていないのが特徴的である。

第 1 2 図 日米欧三極における主要出願人

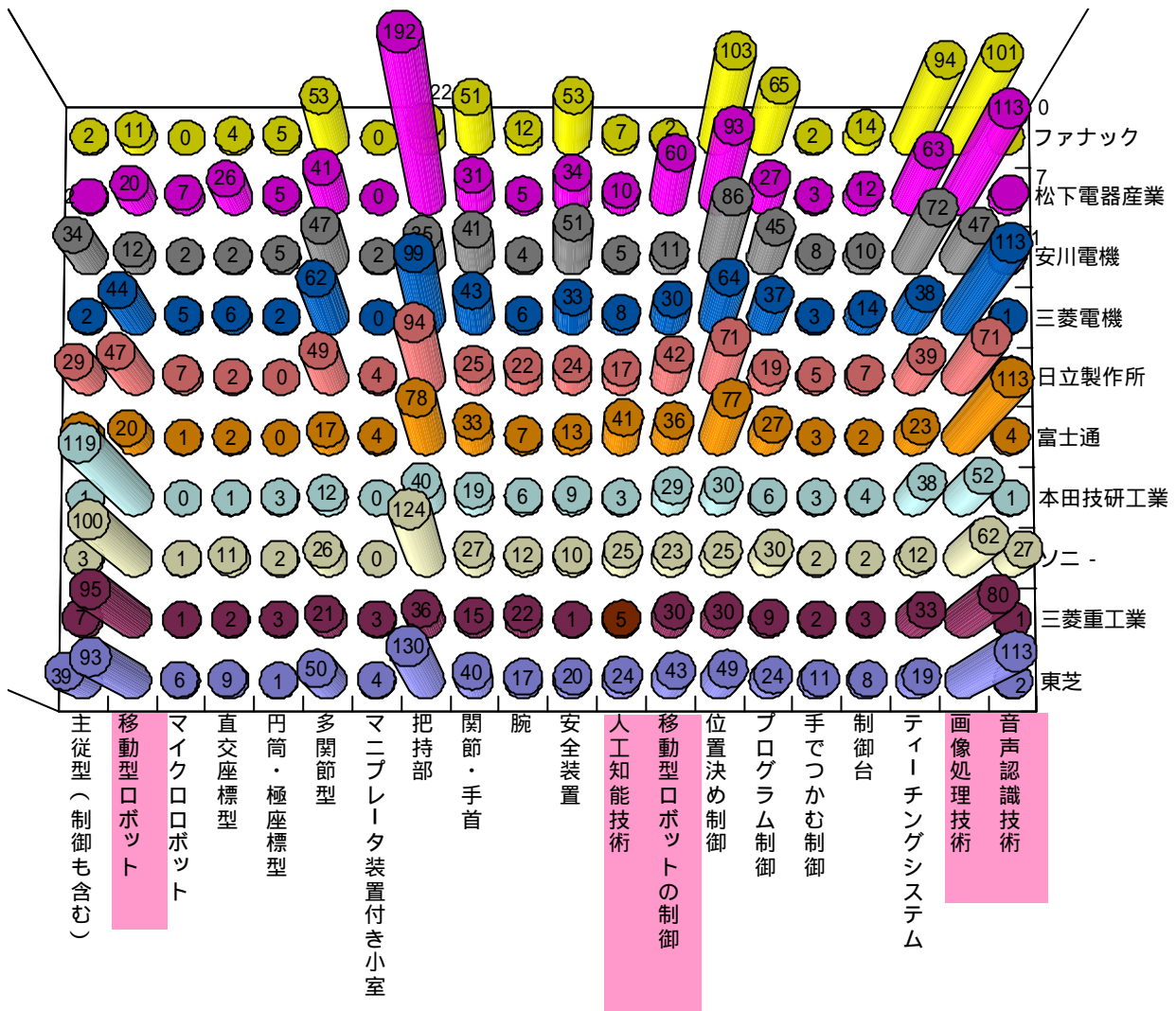


主要出願人の 20 技術区分別の出願件数を第 1 3 図に示す。

産業用ロボットメーカー大手のファナック、松下電器産業、安川電機は、他社に比べてティーチング、位置決め制御および安全装置の出願件数が多く、移動型ロボットに関する出願は少ない。

一方、移動型ロボットの出願が多いのは、本田技研工業、ソニー、三菱重工業、東芝である。ソニーは音声認識技術の出願も多い。

第13図 日本の主要出願人の技術区分別出願 / 日本特許



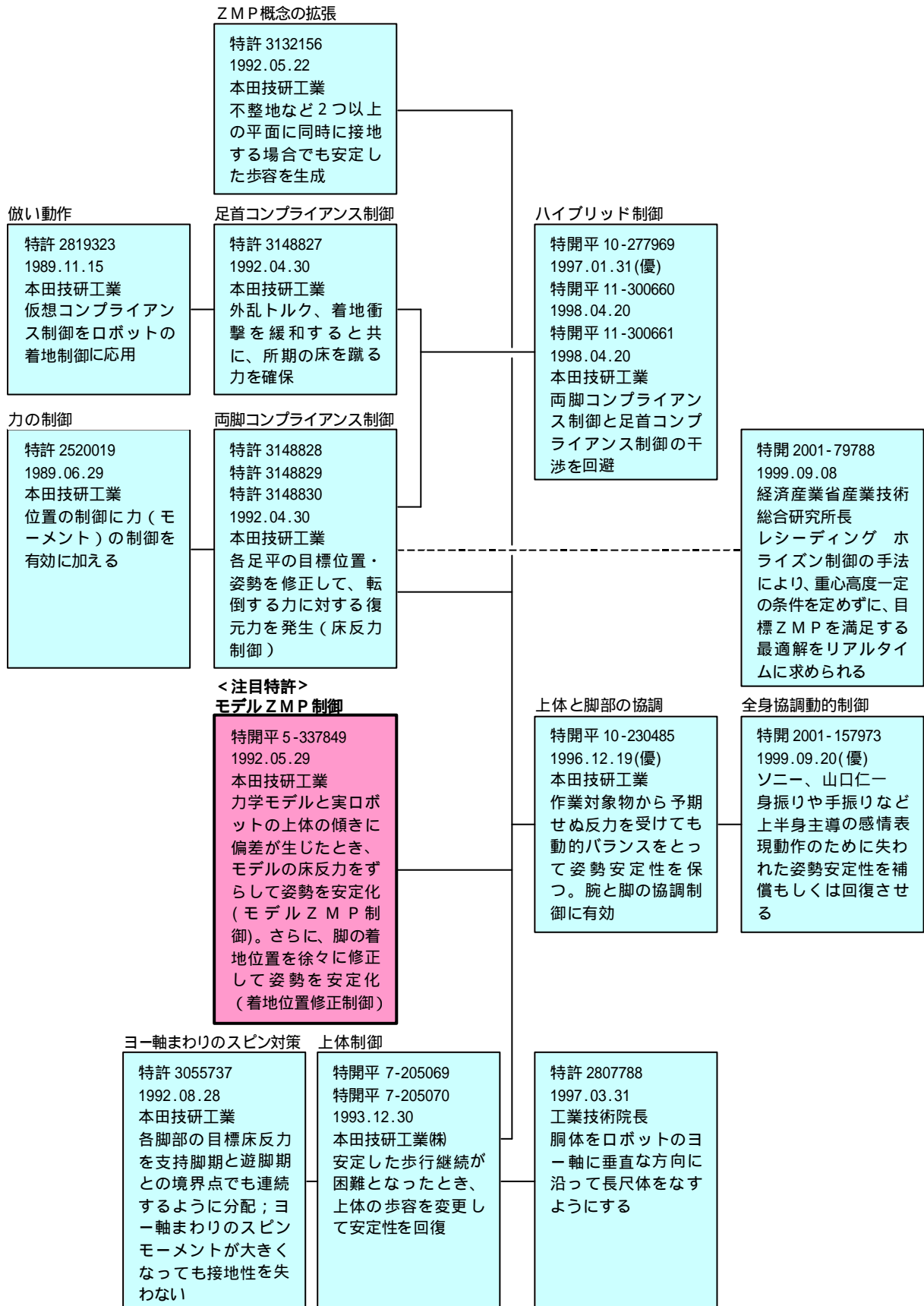
(4) 注目研究技術開発テーマの変遷

第4表に示した注目研究技術開発テーマ「歩行技術」、「ロボットの移動のための、距離、水準または方位の測定技術」、「障害物回避技術」、「学習型計算機技術」、「複数ロボットの制御技術」、「画像認識技術」、「音声認識技術」、「遠隔操作技術」の8件について、過去10年の特許をもとに技術の変遷と展開状況を分析した。

調査結果の例として、歩行技術に関する技術の変遷図を第14図に示す。歩行技術は本田技研工業のP2の発表(1996年)以降、国内外で活発に研究が進められるようになった注目・重要技術である。

この技術に関しては、日本が他国に先駆け圧倒的に数多く特許を出願している。構成に関しては、関節角制御などのプログラミングに関する特許が1990年から出願され続けている。また、足平構造や関節構造など、構造の改善に関する特許も近年出願数が増加傾向にあり、注目される。効果に関しては、スムーズな足の運びを実現するなどの、歩行制御技術に多くの関心が集まっている事がうかがわれる。また、1998年頃から、小型軽量化や安全性に関する特許も出願されはじめており、今後の動向が注目される。

第 15 図 二足歩行の安定性向上技術の展開



(5) 権利活用状況

標準化の動向

産業オートメーションシステムとインテグレーションの国際的な標準化は、ISO/TC 184の委員会で作業が進められている。ロボットについては1984年から6つのワーキンググループが結成され標準化作業が進められ、ISO 11件(1件廃止になり、現在は10件) TR (Technical Report: 標準情報) 4件が発行された。一方、日本工業規格(JIS)には、用語、図記号、試験方法やメカニカルインタフェースのうちベーシックな部分を規定したものなどがある。国内標準化では、対応する国際規格があるものについてはそれを和訳して整合させることが基本とされている。これまでに、JIS 19件(3件廃止になり、現在は16件) TR 3件が制定された。これらの他に、日本ロボット工業会が発行する団体規格がある。これはガイドライン的な意味合いを持つものであり、これまでに7件が制定された。

以上のようにロボットに関する規格は作成されているが、ロボットの産業規模に照らしてみると必ずしも多くない。これは、メーカーごとに独自のプログラミング言語が用いられ、コントローラ、アーム、モータといった各部品もメーカーごとに全く異なる仕様のものが共存してきたことによる。

また、現在のところロボット関連の規格には特許が係わるものは存在しない。ロボット産業においては、メーカーが個別に独自の技術を展開しており、デファクト・スタンダードが成立していない。したがって、それを公式に規格としたものもなく、特許が関係することもない。

オープン化と標準化に関しては、オープン化が進めばインタフェースの標準化が促進されるし、また逆の関係も成り立ち、両者は密接に関係している。(社)日本機械工業会と(社)日本ロボット工業会が、ロボット産業において多様な規模のビジネスを成立させるためのひとつの戦略として「オープン化」を提唱している。また、1999年からは、新エネルギー産業技術開発機構(NEDO)のプロジェクトとして国内の主要なロボットメーカー15社及び大学、中立機関が参加し、3カ年計画でネットワークのオープン化開発を行うORIN(Open Robot Interface for the Network)プロジェクトが進められている。

訴訟の状況

既述のとおり、ロボット技術は、これまでメーカーごとに独自のシステムを組んでいるため、特許侵害訴訟はほとんど起こされていない。訴訟の例としては以下のものがある。

- ・画像処理技術などについてのレメルソン特許に関わる訴訟
- ・医療用ロボットを巡る米国 Computer Motion 社、Intuitive Surgical 社、Brookhill-Wilk 1 社の訴訟合戦
- ・ロボットコントローラに関する韓国ロボスター社とタサテック社の訴訟
- ・燃料タンク検査ロボットに関する米国 ARD Environmental 社と Solex Environmental Systems 社の訴訟

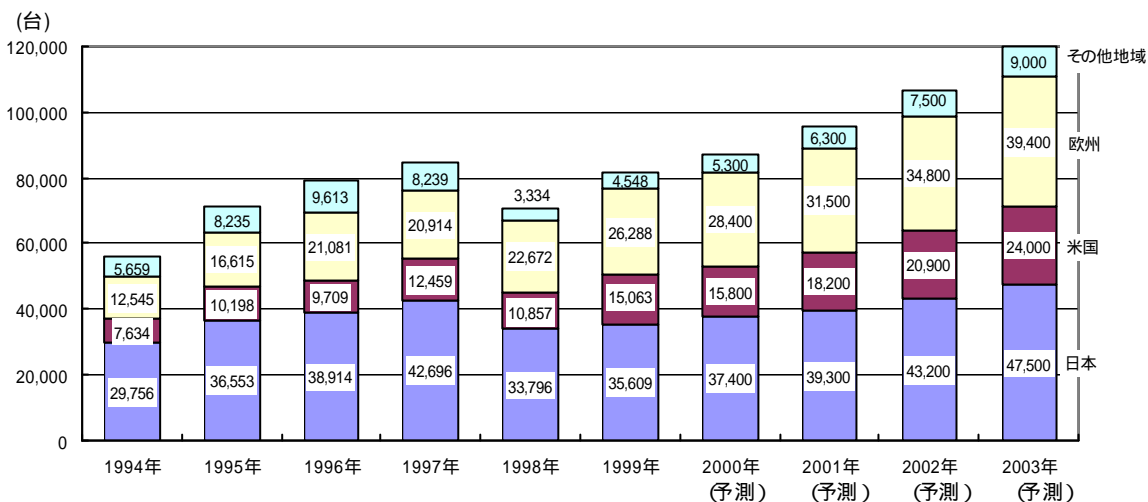
3. 市場環境分析

(1) 世界の市場動向分析

世界の産業用ロボット出荷台数の推移を第16図に示す。世界ロボット市場は日本、米国、ドイツ、イタリア、フランス、英国で90%を占めている。中でも日本は常に世界トップを維

持しており、世界出荷台数の約半分のシェアを占める。年次推移を見ると、多少増減はあるが日本は横ばい、欧米は増加傾向にあり、近年欧米ではロボットによる生産技術の革新を目指して最新鋭のロボットを導入していることが伺える。

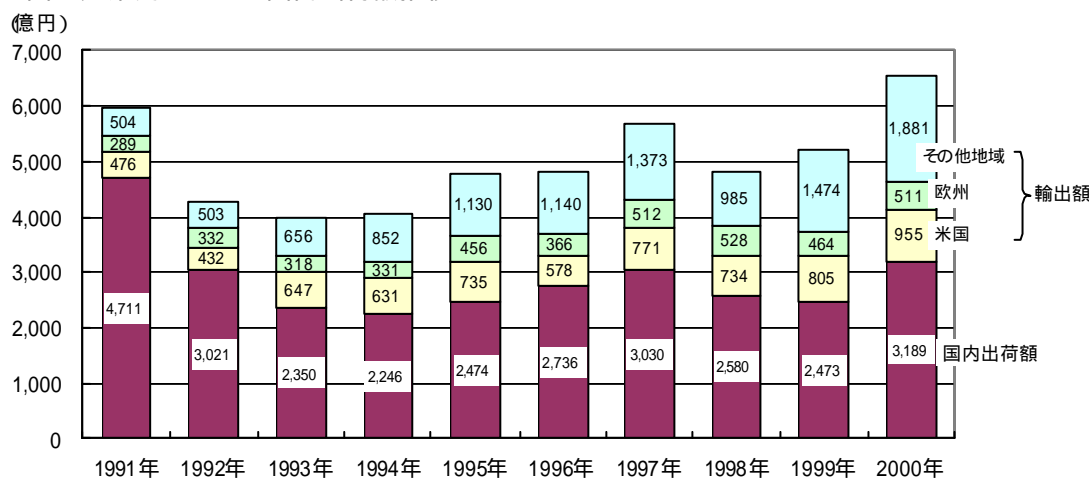
第 16 図 世界の産業用ロボット出荷台数の推移



(2) 日本の市場動向分析

日本の産業用ロボット出荷額推移を第 17 図に示す。日本のロボット産業は、1993 年以降増減はあるが成長傾向にあり、2000 年には総出荷額が 6,000 億円を超えた。近年特に輸出額が増加しており、2000 年の輸出額は 334,693 百万円で総出荷額の 5 割以上を占めている。うち 30%程度が米国向けであるが、米国への輸出額が多いのは、現在米国の有力ロボットメーカーが Adept 社 1 社のみであり、米国市場はほぼ日本、欧州のロボットメーカーの寡占状態となっているためである。一方、欧州には、歴史、実績ともに世界第一位を誇る ABB 社をはじめとして、自動車産業に強い Kuka 社など多くの有力企業があるため日本企業の進出は難しく、欧州向け輸出額はあまり多くない。

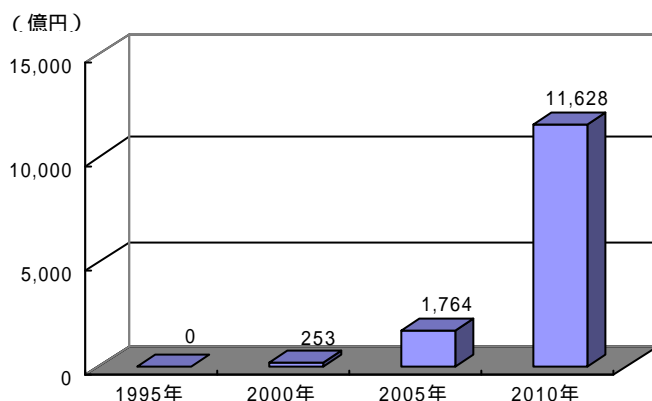
第 17 図 産業用ロボット国内出荷額推移



(3) 自律・移動型ロボットの需要予測

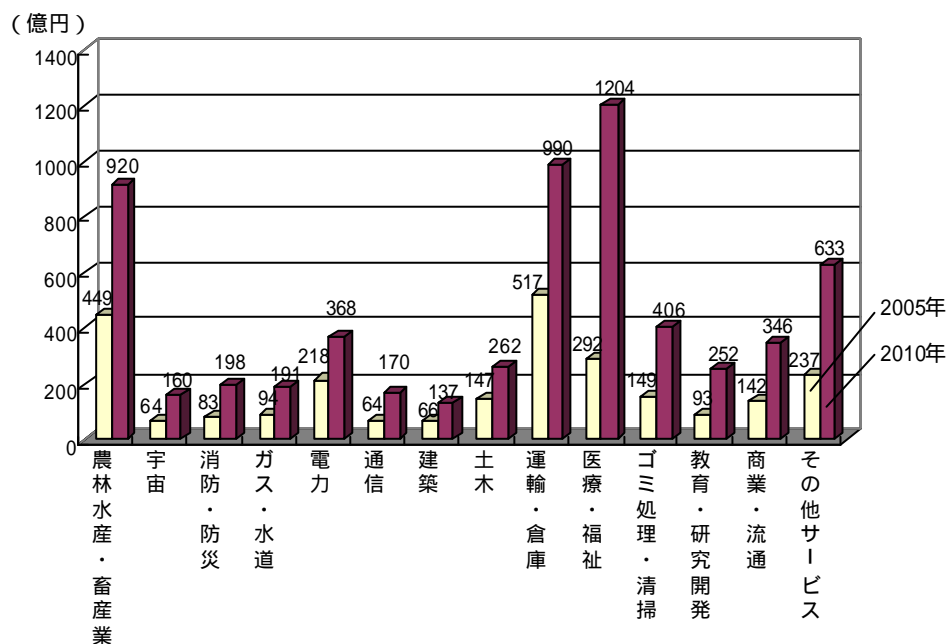
第18図はパーソナルロボットの国内需要予測である。パーソナルロボットは巨大な潜在市場を持つものと見られており、2010年には製造業を超える1兆円規模にまで拡大すると予測されている。第19図は、非製造業分野におけるロボットの需要予測である。非製造業分野のロボットの市場は今後飛躍的に拡大し、2010年には製造業に迫る6,200億円の規模にまで増加すると予測されている。需要分野別にみると、急速な高齢化社会の進展を背景として医療・福祉分野におけるロボットの需要が大きく拡大すると予測されている。

第18図 パーソナルロボットの需要予測



(出典：ロボットハンドブック 1997，日本ロボット工業会)

第19図 非製造業用ロボットの需要予測



(出典：ロボットハンドブック 2001，日本ロボット工業会)

(4) 市場上位企業とベンチャー企業の戦略

世界市場および日本市場における産業用ロボット関連事業規模上位企業を第20表に示す。世界市場においては、トップのスウェーデンABB社と4位のドイツKuka社の他は、ファンック、安川電機、不二越と3社の日本企業が上位を占めている。なお日本国内で1位、

2位の松下電器産業と富士電気工業がランク外であるのは、これらの企業の主力製品である電子部品の実装工程に使用するチップマウンタを日本の市場データでは産業用ロボットとして扱うが、世界市場データではこれを含まないためである。

日本国内のロボットメーカーは150社にのぼるが、専門メーカーは少なく、ほとんどが兼業メーカーであることが特徴である。また日本国内のロボット業界では、ここ数年部門買収や提携の動きが活発化しており、業界再編が進みつつある。これはロボットの主な需要先である自動車業界の顧客が、以前のような部分発注から、近年生産ライン全体の一括発注へと変化しており、業界再編はそのような状況に対応するためのものである。

第20表 産業用ロボット関連事業規模上位企業

世界市場			日本市場			
順位	国籍	企業名	ロボット関連事業 出荷額（推定）	順位	企業名	ロボット関連事業 国内出荷額（推定）
1	スウェーデン	A B B	63,150 百万円	1	松下電器産業	71,761 百万円
2	日本	ファナック	56,771 百万円	2	富士機械製造	49,435 百万円
3	日本	安川電機	29,342 百万円	3	ファナック	30,937 百万円
4	ドイツ	Kuka	25,834 百万円	4	安川電機	20,093 百万円
5	日本	不二越	14,990 百万円	5	川崎重工業	10,206 百万円

日米欧の注目ベンチャー企業を第21表に示す。テムザックは、PHS網を用いた遠隔操作可能な人間型ロボットであり、このような人間型ロボットの開発は日本特有のものである。米国には医療用ロボットを中心に多くのベンチャー企業があり、これらの医療用ロボットは欧米、日本、中東でも使用されている。ドイツではカメラとセンサと搭載した消火ロボットが開発されている。

第21表 注目ベンチャー企業

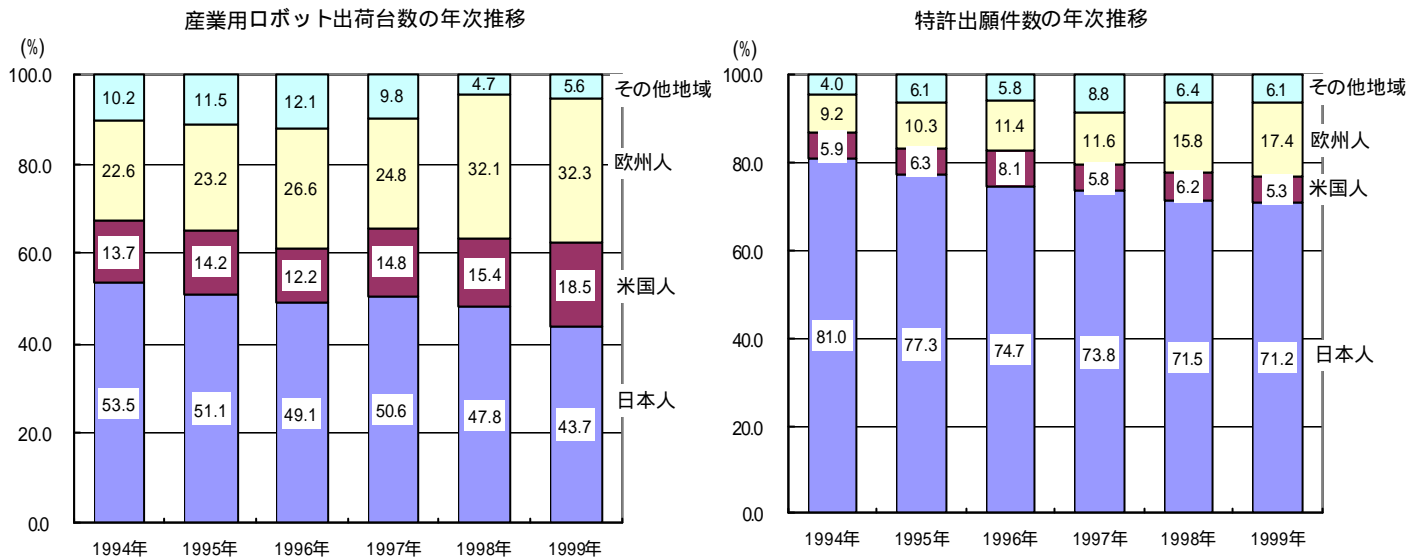
国籍	企業名	事業内容
日本	テムザック	人間型遠隔操作ロボット テムザック
米国	Computer Motion	医療ロボット Zeus
	Institutive Surgical	医療ロボット da Vinci
	Integrated Surgical Systems	手術用ロボット Robodoc , NeuroMate , Orthodoc
	Cybermotion	警備ロボット Cyberguard
	Sarcos	エンターテインメントロボット
	Helpmate Robotics(PYXIS 買収)	病院施設における運搬・配送ロボット HelpMate
ドイツ	Telerob & Iveco	消火ロボット

(5) 市場と特許の関係分析

第22図は日米欧の産業用ロボット出荷台数と特許出願数について、世界に占める割合の年次推移を比較したものである。産業用ロボット出荷台数と出願人国籍別特許出願数には関連があり、世界のロボット市場の約半分を占める日本は、特許出願数も圧倒的に多い。また、年次推移をみると、日本の出荷台数の割合は年々減少しているのに対し、欧州の出荷台数の割合は年々増加しており欧州の出荷台数が順調に伸びていることがわかる。一方特許出願件数を見ると、日本人出願特許の割合は年々減少しているが、それに対し欧州人出願特許の割

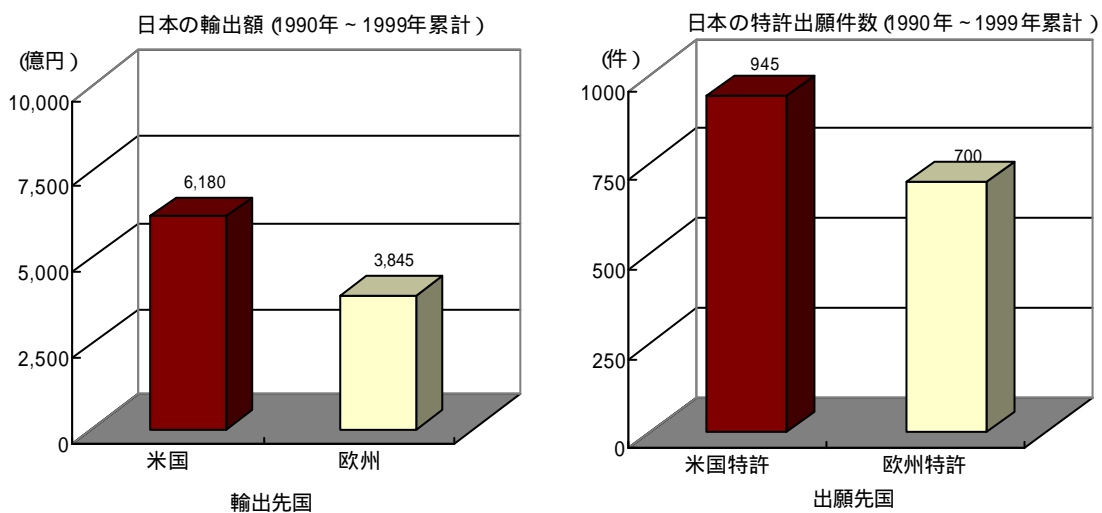
合は年々増加している。このように、日米欧の特許出願の年次推移は、日本が圧倒的有利であるが近年欧州がやや巻き返しを図っているロボットの市場動向をよく反映しているといえる。

第 2 2 図 日米欧の産業用ロボット出荷台数と特許出願数との年次推移の比較



第 2 3 図は日本からの米国、欧州への輸出額と特許出願数について過去 10 年間の累計値を比較したものである。日本からの輸出額の多い米国は、日本からの特許出願数も多く、特許出願動向は輸出入動向をよく反映しているといえる。

第 2 3 図 日本の地域別輸出額と特許出願数の比較



4 . 政策動向分析

わが国のロボットに関する初期の大きなプロジェクトとしては、工業技術院（現 産業技術総合研究所）の極限作業ロボット研究開発（1983～1991年）が上げられる。8ヶ年で約155億円の国家予算で実施された。このプロジェクトでは、人間の作業能力を越えた極限環

境分野である原子力、海洋、災害の3分野で活躍するロボットのプロトタイプが開発された。

本調査の調査範囲である1990年以降の日米欧における主要なロボット政策を第24図、第25図にまとめた。

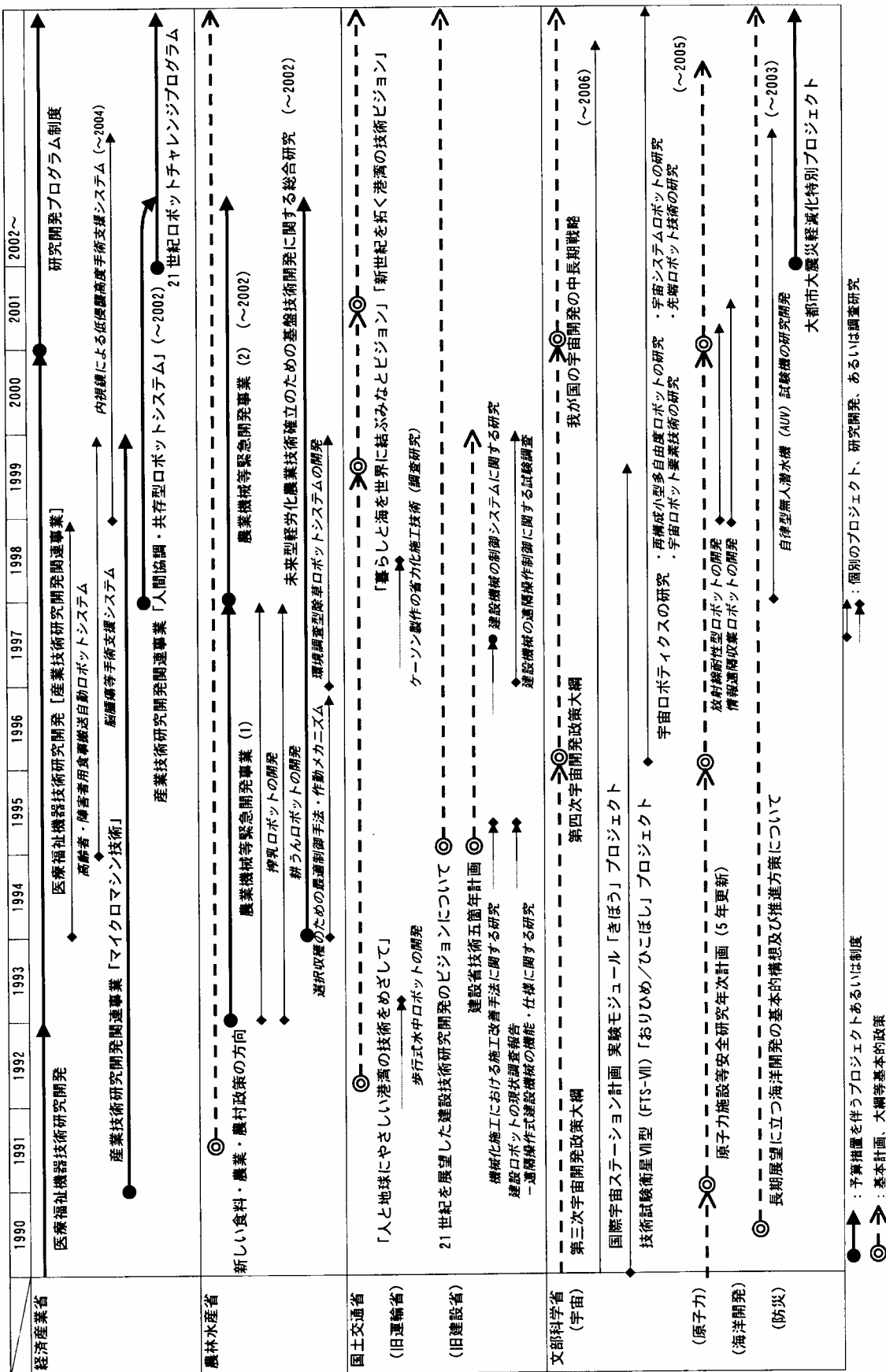
ロボットに関する日本の技術開発政策は、経済産業省（旧通商産業省）が先導して展開されてきた。これまでのプロジェクトは「マイクロマシン技術」（1991～2000）等の製造業を中心としたシーズ開発型であったが、2002年度から始まる経済産業省の「21世紀ロボットチャレンジプログラム」は、製造業で培ったロボット技術開発を医療・福祉・防災といった非製造業分野にも広げていくことを目的としたプロジェクトであり、日本のロボット技術開発政策の新しい展開であるといえる。

欧米のロボット開発政策は、1990年代初頭から宇宙技術開発、軍事技術開発政策を基盤とした極限環境ロボット技術開発が数多く立案されている。特に米国は、国防総省、NASA等の極限作業ロボット、宇宙環境に適応したロボット等ミッションの明確なプロジェクトがロボット技術開発を先導してきた。またドイツでは、横断的なロボット技術開発政策は見られないが、徹底した実用化を目指したプロジェクトに集中して資金提供を行っている。大学、研究機関から企業への技術移転も徹底されており、これがドイツのロボット産業の強みの一つとなっている。ドイツ以外の欧州諸国は、それぞれロボット技術開発政策を持つが、宇宙開発以外は、基本的には1985年前後から開始されたEUの「フレームワークプログラム」「ユーレカ計画」に包含されたロボット関連のプロジェクトに参加する方式を選択している。

日本は、ロボット分野での国際競争力を商品化レベルから見た場合、製造業分野で競争力が高いことから総じて「ロボット技術」も高く、競争力があると思われがちであるが、原子力、宇宙、海洋、災害対応、医療・福祉などの非製造業分野では欧米と比較して必ずしも高くない。その原因としては、日本のプロジェクトは最終製品に直接結びつかない要素技術の開発のみが目的となったプロジェクトが多く、欧米に見られるような基礎研究から実用化までの長期を睨んだ一貫した国家プロジェクトがなかったことが考えられる。

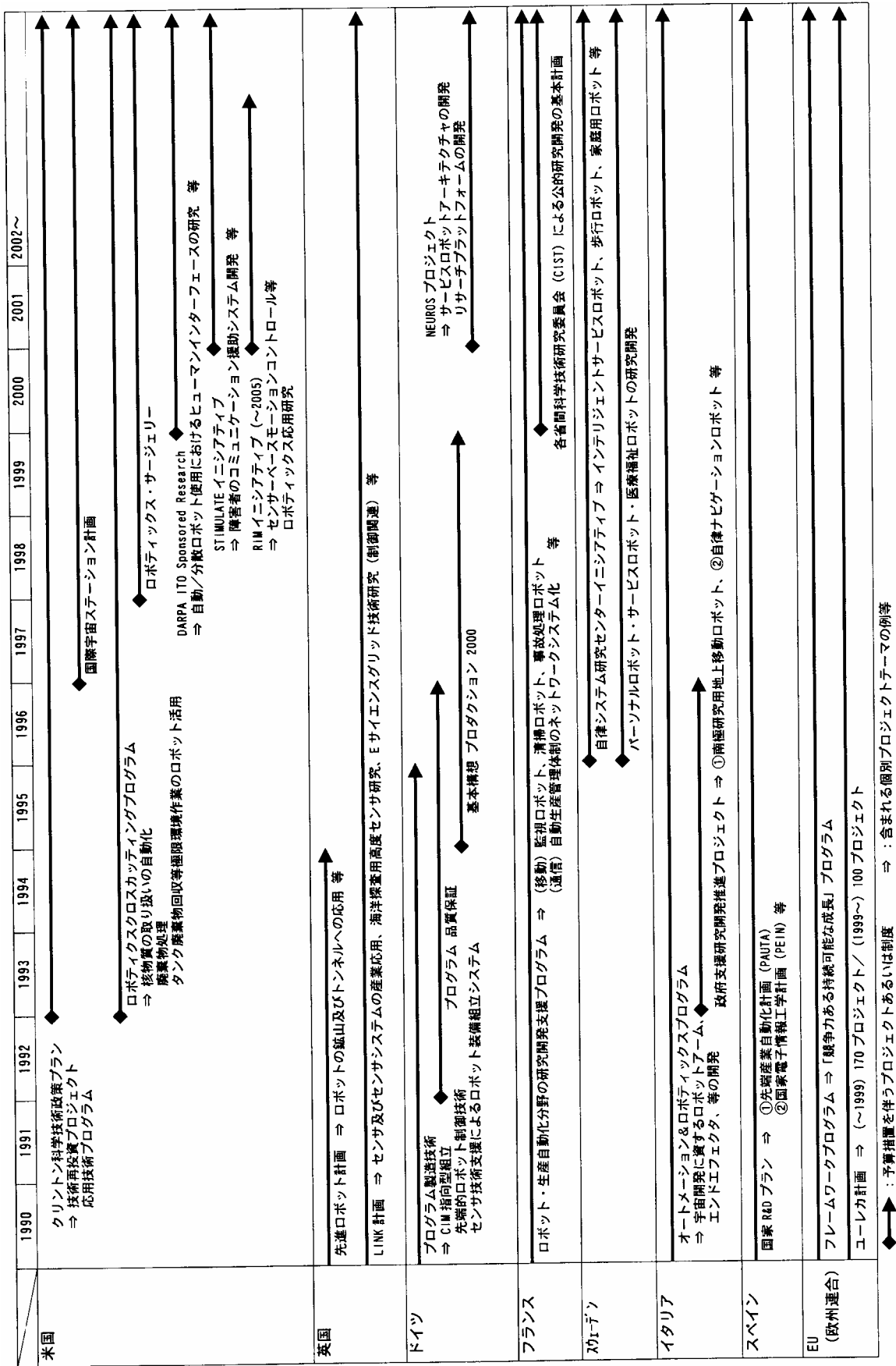
今後は日本においても欧米のロボット技術開発政策に見られるような基礎研究から実用化までの一貫した国家プロジェクト、実用化を目的とした事業としてのプロジェクトを立ち上げることが必要であり、これによりプロジェクトの成果が市場の創造・発展に結びつくものと考えられる。

第24図 日本国内のロボット開発に関わる政策の流れ



● : 予算措置を伴うプロジェクトあるいは制度
 ○ : 個別のプロジェクト、研究開発、あるいは調査研究
 ● : 基本計画、大綱等基本的政策
 ○ : 個別のプロジェクト、研究開発、あるいは調査研究

第25図 欧米ロボット開発に関わる政策の流れ



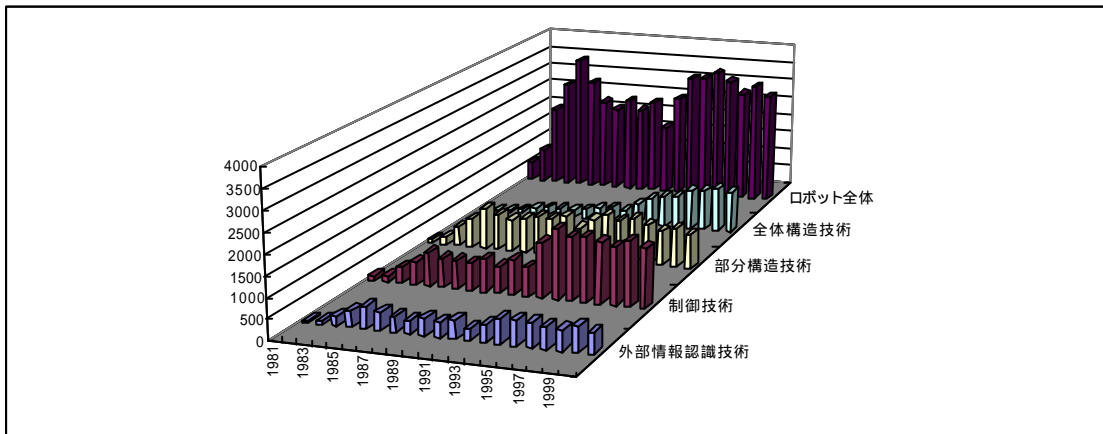
5. 研究開発動向分析

(1) ロボット全体、産業用ロボットおよび自律・移動型ロボットにおける技術分類毎の発表論文数の推移

STN (The Scientific & Technical Information Network) の COMPENDEX ファイルを用いて、ロボット全体、産業用ロボットおよび自律・移動型ロボットについて、公表された文献の内容を全体構造技術、部分構造技術、制御技術、外部情報認識技術に区分して年間推移を調査した結果を第26～28図に示す。1990年より自律・移動型ロボットの発表論文数が増加している。ロボット全体では、1980年代初頭より発表論文数の上昇が見られ、1980年代半ば及び1990年代半ばにピークが見られる。前者は産業用ロボット、後者は自律・移動型ロボットの発表論文数が増えたことに起因するものと推察される。産業用ロボットに関しては、1980年代に部分構造技術、制御技術を中心として盛んであった研究が1990年代に入ると激減している。一方、自律・移動型ロボットに関しては、1980年代に漸増していた研究が、1990年代に入ると急激に増加している。特に増加が著しいのは、全体構造技術、制御技術の分野である。

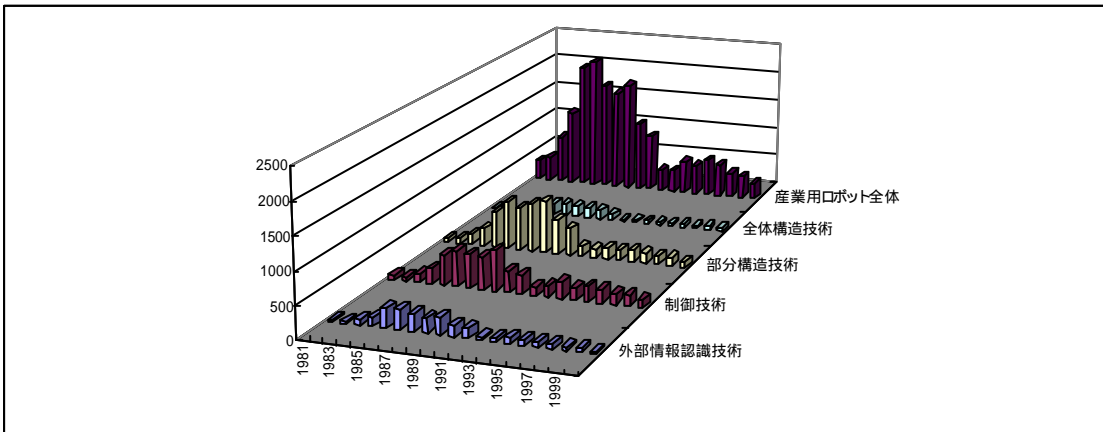
研究開発動向分析では、このように近年研究開発が活発になっている自律・移動型ロボットを対象として、調査解析を進めた。

第26図 ロボット全体の発表論文数の年間推移



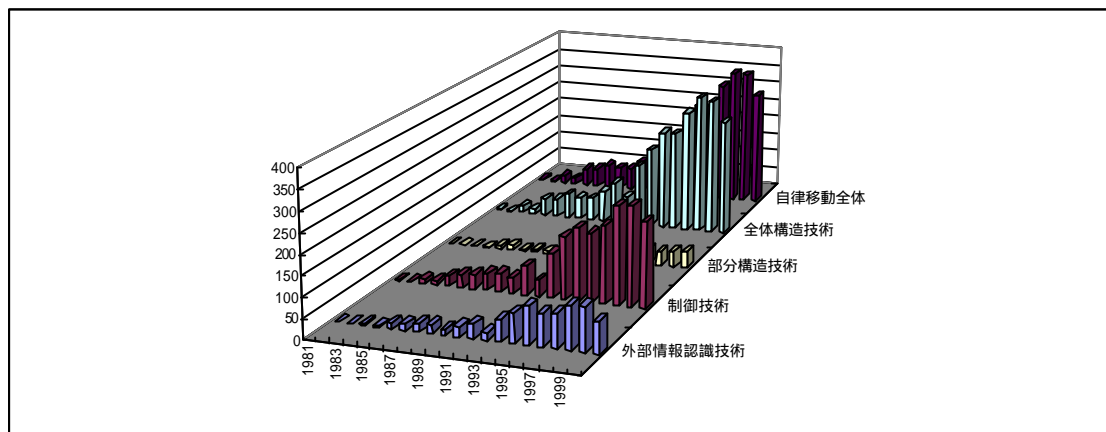
1981～2000 累計 51,486 件

第27図 産業用ロボットの発表論文数の年間推移



1981～2000 累計 18,418 件

第 28 図 自律・移動型ロボットの発表論文数の年間推移

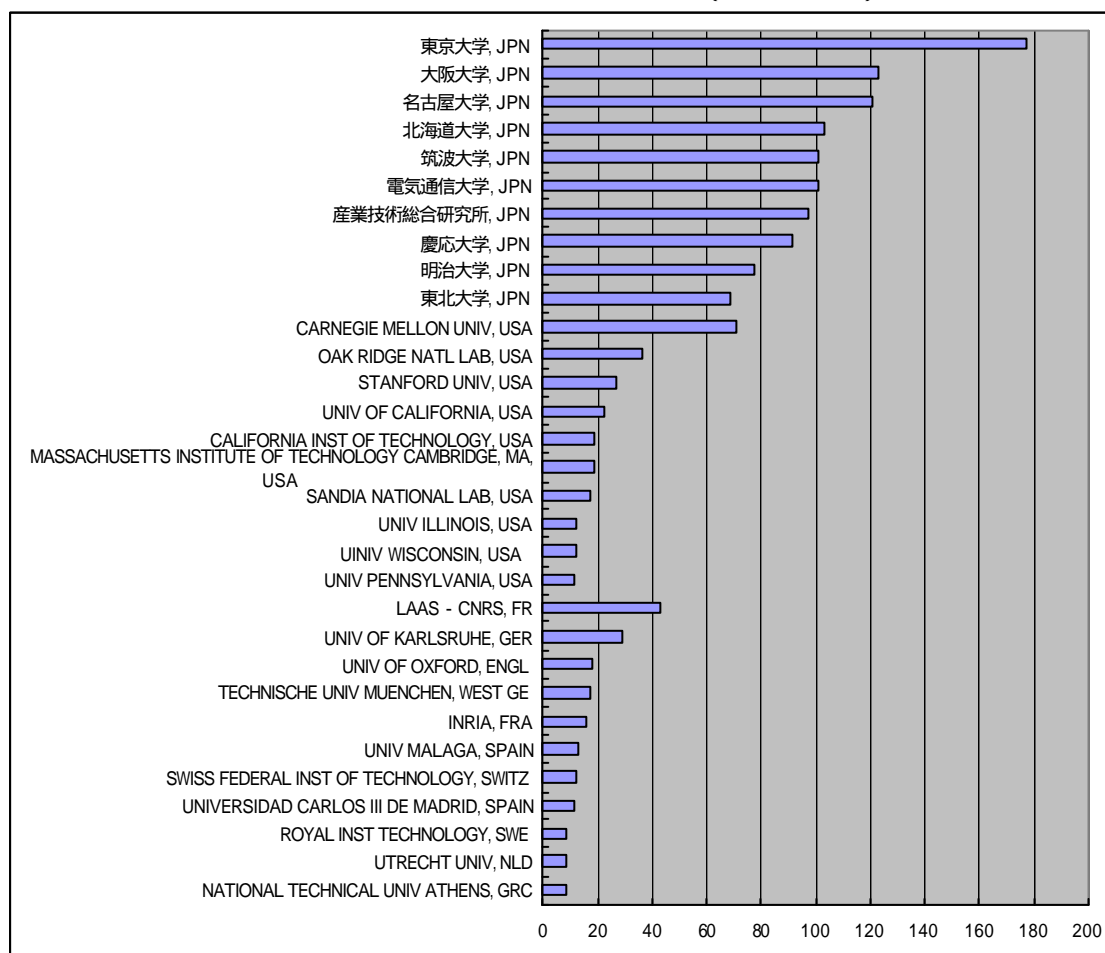


1981 ~ 2000 累計 2,809 件

(2) 主要研究機関とその研究内容

自律・移動型ロボットに関し、JICST 抄録を用いた主要研究機関の発表論文数の解析については、日米欧とも発表論文数の多い機関は大学、公的研究機関および国立研究所であり、その順位は日本 > 米国 > 欧州である (第 29 図参照)。

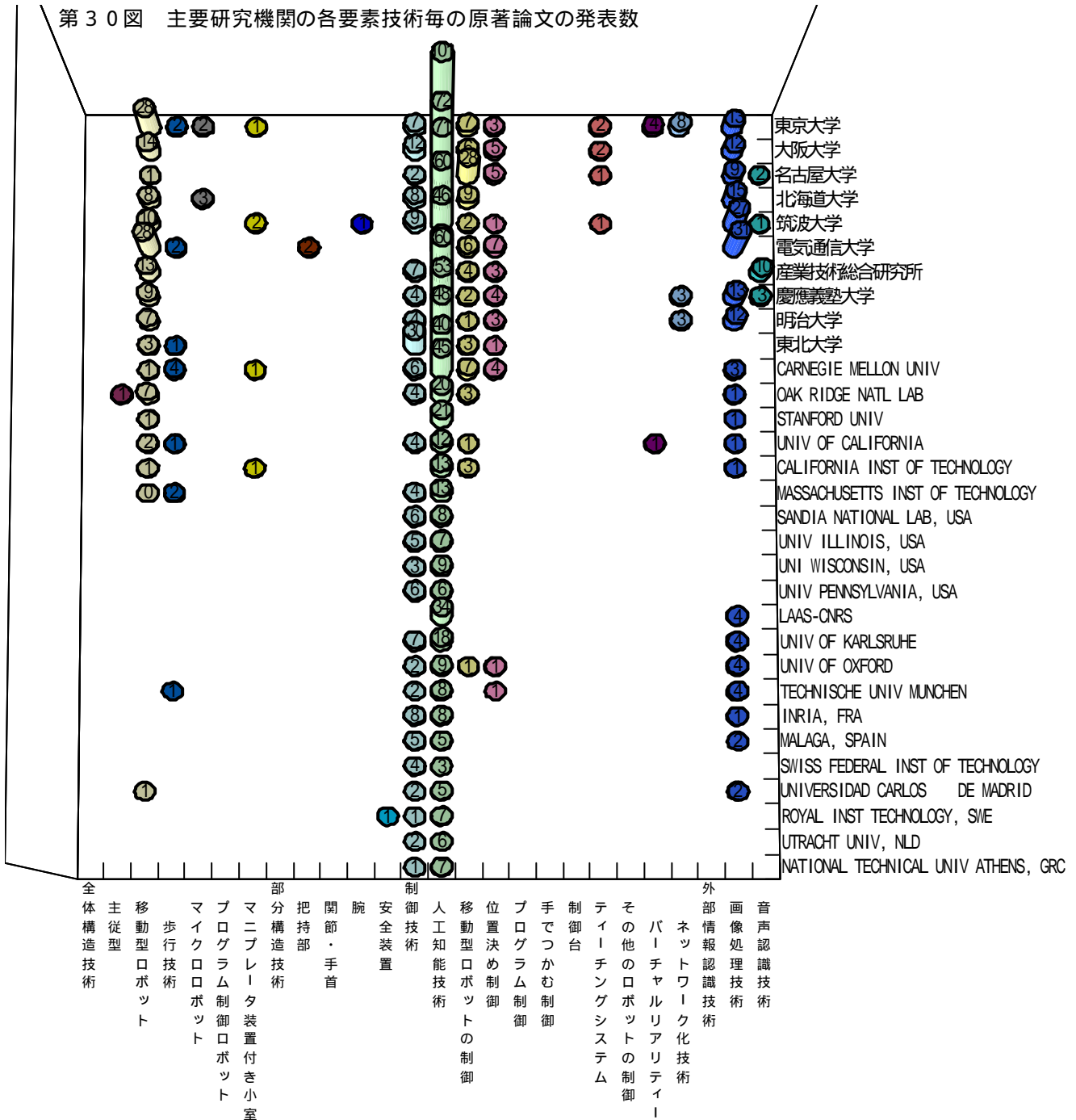
第 29 図 自律・移動型ロボットの発表論文数の多い機関 (日米欧三極)



第 29 図に示した日米欧の主要研究機関で研究されている内容を、JICST 抄録を用いて各

要素技術毎にその論文数を調べた結果を第30図に示す。いずれの研究機関においても、人工知能に関する研究が数多く行われている。また、日本では、欧米の研究機関と比較して、画像処理技術および移動型ロボットに関する研究論文数が多い。

第30図 主要研究機関の各要素技術毎の原著論文の発表数



(3) 三極における要素技術に関する論文数推移

JICST抄録による原著論文類の内容から、各要素技術に関する論文数を1990年、1995年、2000年で比較した結果を第31表に示す。人工知能技術および移動型ロボットの制御は日米欧ともに論文数の増加が顕著である。日本においては、移動型ロボット、プログラム制御ロボット、ネットワーク化、画像処理技術および音声認識技術において増加が顕著であるが米

欧においてはさほどではないという結果が得られた。

第 3 1 表 要素技術に関する論文数の三極比較

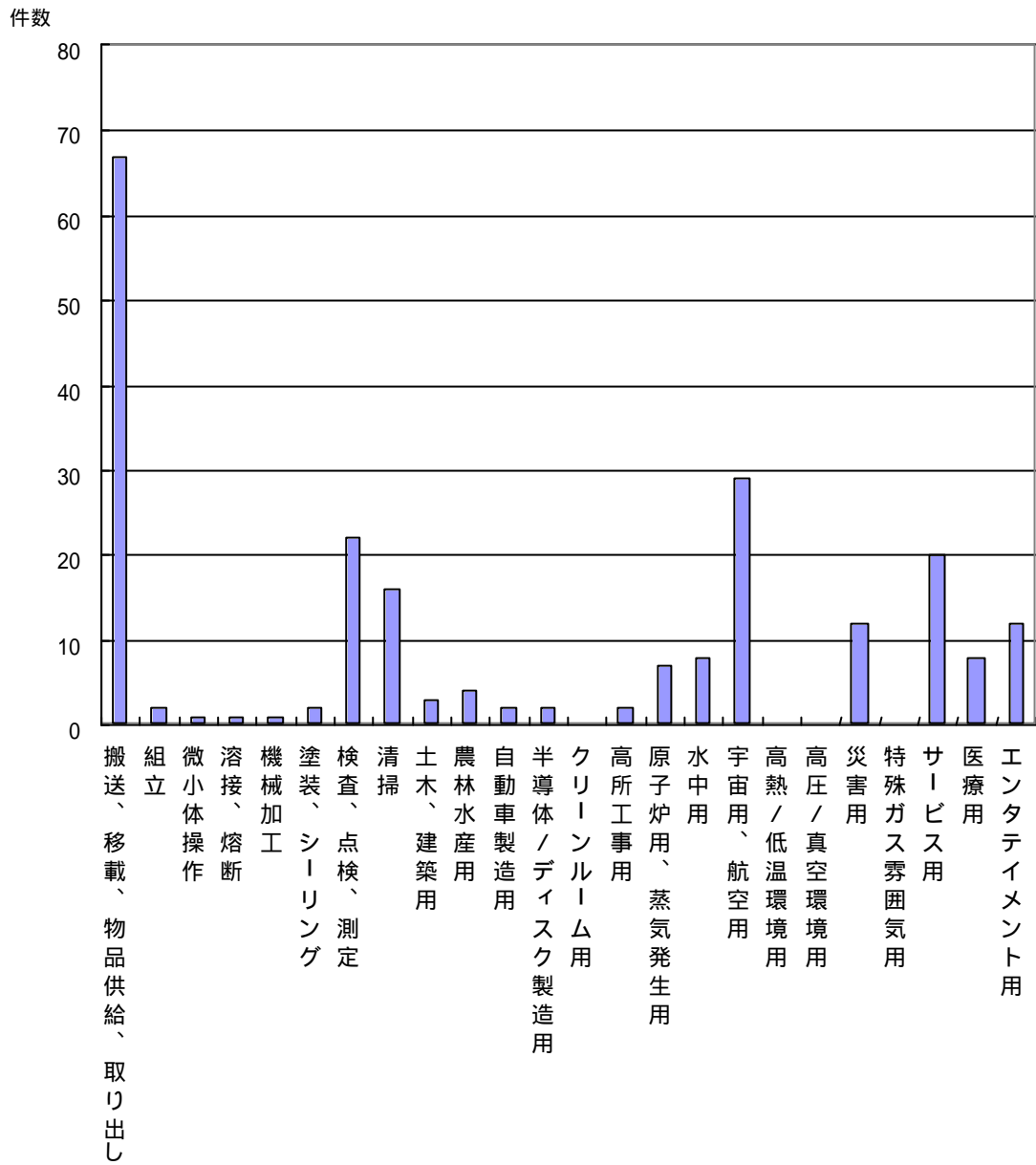
技術区分	発表論文数(1990年 1995年 2000年)								
	日本			米国			欧州		
研究開発テーマ									
全体構造技術									
移動型ロボット	10	15	75	5	1	7	0	2	5
マイクロロボット	0	1	3	1	0	4	0	0	2
プログラム制御ロボット	5	8	69	2	1	4	0	3	7
マニピュレータ装置付き小室	4	6	7	2	1	2	0	1	0
部分構造技術									
モジュラー構造	1	5	10	2	1	1	2	2	2
付属装置	0	0	0	3	0	0	0	0	0
安全装置	6	3	7	1	2	0	1	0	1
制御技術									
人工知能技術 - 自律制御	51	105	342	32	44	60	14	6	70
移動型ロボットの制御	41	197	160	32	47	60	16	57	66
ネットワーク化	3	11	41	0	1	7	0	0	4
外部情報認識技術									
画像処理技術	19	44	96	6	6	15	6	6	17
音声認識技術	4	6	28	0	2	2	1	1	5

ロボット学術研究と企業における実用技術としてのロボット開発との間には、実時間で技術移転がスムーズに進まないという乖離現象が見られる。しかし、大学や研究機関での研究成果が、約 10 年後に企業において応用実用化されるという傾向がある。このことから類推すると、2000 年において活発に研究されていた内容は、2010 年頃に実用化される可能性が高い。

(4) 自律・移動型ロボットの用途

国内外の主要論文より 12 誌を選び、自律・移動型ロボットの用途に関する各分類で非特許文献数を調べた結果を第 3 2 図に示す。一番件数の多かった用途は、搬送・移載・物品供給・取出用の 67 件であり、以下順に宇宙・航空用の 29 件、検査・点検・測定用の 22 件、サービス用の 20 件、清掃用の 16 件、災害用の 12 件、エンターテインメント用の 12 件と続く。自律・移動型ロボットは、現在のところユーザーニーズがわかりにくく、研究開発を進めにくいという側面がある。ニーズは具体的、かつ明白である産業用ロボットの場合とは大きく異なっている。

第32図 自律・移動型ロボットの用途



6. まとめと将来展望

	項目	まとめ	将来展望
1	ロボット産業の概要	日本は世界の産業用ロボットの出荷台数の約半分のシェアを占め（第16図参照）、今後も当分の間は日本が最大のロボット供給国となろう。しかし、欧米の世界の出荷台数に占める割合は1997年以降増加し続けており、欧米が日本を追い上げている状況にある。	（社）日本ロボット工業会の調査によれば、第1図に示した自律・移動型ロボットの研究開発が進むと、その市場は、2005年に1,764億円、2010年に11,628億円と飛躍的に拡大すると予測されている。
2	技術競争力と産業競争力	日本から米国、欧州への特許の出願傾向は輸出入の傾向と一致しており（第23図参照）、産業用ロボットメーカーが輸出先国に対して積極的に特許を出願、取得することで、市場における競争力に影響を与えているものと考えられる。 産業用ロボットに関しては、特許出願件数の多い企業が研究開発の牽引役となっている。	日本において、国立大学では科学的な課題に関するロボットの研究開発が進められているのに対し、企業では機能性、実用性を重視する研究開発が進められており、相互の連携は有効に作用していないとの見方が有力である。産業競争力を強化する意味から、大学や国立研究機関での学術研究と企業での実用化のための技術開発を巧みに融合させるシステムが必要である。
3	政策	日本では要素技術の開発を目的とした国家プロジェクト（第24図参照）が多い。一方、欧米では宇宙分野などの大規模プロジェクト（第25図参照）の多くは事業としての明確な目的を持つものであり、プロジェクトの成果は市場の創造・発展に結びついている。日本ではそのような視点でプロジェクトが企画されていない点が欧米とは大きく異なっている。日本におけるロボットの研究開発は、国家プロジェクトがその基礎を支え、企業の研究開発を後押ししてきた。	日本のロボット技術開発政策に新しい展開がみられる。2002年から始まる経済産業省の「21世紀ロボットチャレンジプログラム」がそれであり、ロボット技術開発を医療・福祉・防災といった非製造業分野にも広げていくことを目的としている。
4	ロボット産業における競争のポイント及び将来的な変化の方向性	自律・移動型ロボットの場合、現在のところユーザニーズがわかりにくく、研究開発を進めにくいという側面がある。ニーズは具体的、かつ明白である産業用ロボットの場合とは大きく異なっている。近年、ロボット産業においては、ユーザが抱える問題やシステム構築に対し、ハード・ソフト両面からのソリューションの提供がメーカーに求められる傾向が強まってきている。	自律・移動型ロボットは産業として成立していないが、今後、少子高齢化と福祉高度化への対応、教育、アミューズメント支援、生産現場における高度情報化への寄与といった視点で新たなロボット産業を興すことが望まれている。ソリューションビジネスや多様なニーズへの対応が求められると、広範なロボット技術を保有しないベンチャー企業でもロボット産業に参入できる機会が増えてくると考えられる。しかしながら、ロボットは各要素技術から構成される複雑なシステムであり、ロボットメーカー1社では対応できない場合も多くなると考えられ、国家プロジェクトによる研究開発の推進が求められる。
5	注目研究開発技術テーマと今後の方向性	従来の産業用ロボットに比べ、自律・移動型ロボットでは一般の人々の活動空間に入ってくる機会が増え、ペットロボットの例に見られるように周辺の人間とロボットのインタラクションが必然となってくる。そのためには、第4表に示した注目・重要技術の研究開発が必要となってくる。	欧米では「ロボット＝マシン」の構図が強く、日本人が持っているようなロボットへの親和性はあまりなく研究例も少ない。日本は人間共存型ロボットを受け入れる要素が整っている。
6	ロボット産業における特許の意味	ロボット産業では、特許侵害訴訟はほとんど起こされていない。また、現在のところ、ロボット関連規格（デジュール標準）には特許が係わるものはなく、デファクト・スタンダードも成立していない。	自律・移動型ロボット等の新規産業分野では、デファクト・スタンダードの確立、パテントプールの形成およびベンチャー企業等の参入に際し、特許取得が重要となってくる。また、特許係争が増えてくる可能性も出てくるものと予想される。

7. 今後日本が目指すべき研究・技術開発の方向性

【学術研究と実用化技術開発の融合】

大学等の研究機関と企業が連携・参加した、学術研究と実用化技術開発が融合したプロジェクトが望まれる。また、大学等の研究機関から企業にスムーズに技術移転するためのシステムも必要と思われる。

【実用化までの長期一貫プロジェクト】

欧米のロボット技術開発政策に見られるような基礎研究から実用化までの長期を睨んだ一貫した国家プロジェクト、実用化を目的とした事業としての国家プロジェクトを立ち上げる必要がある。従来多く行われた要素技術のみの開発を目的とするものではなく、最終製品、具体的ニーズの実現を目指した研究開発とすべきであり、事業としての明確な目的を持つことにより、プロジェクトの成果が市場の創造・発展に結びつくものと思われる。

【対人安全性に関する技術アセスメント】

今後、自律・移動型ロボットが普及することが予測されているが、自律・移動型ロボットは一般の人々の間で活動したり、さらに医療・福祉ロボットのように人々と直接接触する機会が増えると考えられる。このため、従来の製造現場で使用される産業用ロボットと比べると、人間共存型ロボットでは格段の対人安全性が求められる。ロボットの要素技術として安全技術を開発すると共に、技術アセスメントの整備も必要と考えられる。

【要素技術の深い研究】

例えば、2足歩行ロボットの例に見られるように、実用化に関わる要素技術の研究を強く押し進めることによって研究目標を達成できる場合がある。競争優位性を獲得するために、困難な課題であっても要素技術に関する研究を継続的に進めることが重要である。

【インフラの整備】

近年、車椅子で活動している人達を街中で見かける機会が多くなってきているが、これは人々の意識の変化とインフラ整備に負うところが多いと思われる。ロボット産業の発展、ロボット市場の拡大や新規市場の創造にはインフラ整備なども大いに寄与するとともに、ロボットの研究開発を促進させる。国民への啓蒙活動や、道路や乗り物などの交通機関、ホテル・劇場・病院などの公共施設等のインフラ整備を行い、ロボットが導入しやすい環境を提供することが望まれる。

【お問い合わせ先】

〒100-8915 東京都千代田区霞ヶ関 3-4-3
特許庁 総務部 技術調査課 技術動向班
TEL : 03-3581-1101 (内線 2155)
FAX : 03-3580-5741
E-mail : PA0930@jpo.go.jp