

# 平成18年度 特許出願技術動向調査報告書

## ロボット (要約版)

### <目次>

第 部	ロボット分野の調査の概要および 情報収集方法	1
第 部	特許出願動向	6
第 部	研究開発動向	27
第 部	市場、政策動向分析	32
第 部	前回調査の検証	37
第 部	総合分析	39

平成19年4月

特 許 庁

問い合わせ先  
特許庁総務部技術調査課 技術動向班  
電話：03-3581-1101(内線2155)

# 第 1 部 ロボット分野の調査の概要および情報収集方法

## 第 1 章 ロボット技術の概要

### 第 1 節 本調査で対象としたロボットの定義

平成 13 年度調査においては、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」と定義していた。

近年の動向として、従来からの継続としての産業用ロボット研究開発に加え、生活支援、医療・福祉、防災・レスキュー、警備などを目的とした次世代型ロボットの研究開発が活発になってきていることが挙げられる。これらの分野では、必ずしも移動やマニピュレーション等の機能を保持せずとも、人と音声対話等によりコミュニケーションをとる機能を保持する機械もロボットと呼称されている。

そこで本調査では、上記の 2 つの定義の他に「コミュニケーション機能を持ち、自ら外部情報を取得して自己の行動を決定し行動する機能を有する機械」という定義を新たに追加することで、必ずしも移動やマニピュレーション機能を保持しなくとも、人と対話する機械をロボットとして取り扱う。

表 1-1 調査対象とするロボットの定義

調査対象とするロボットの定義 : 以下の から のいずれかを満たすもの	
	マニピュレーション機能を有する機械
	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
	コミュニケーション機能を持ち、自ら外部情報を取得して自己の行動を決定し行動する機能を有する機械

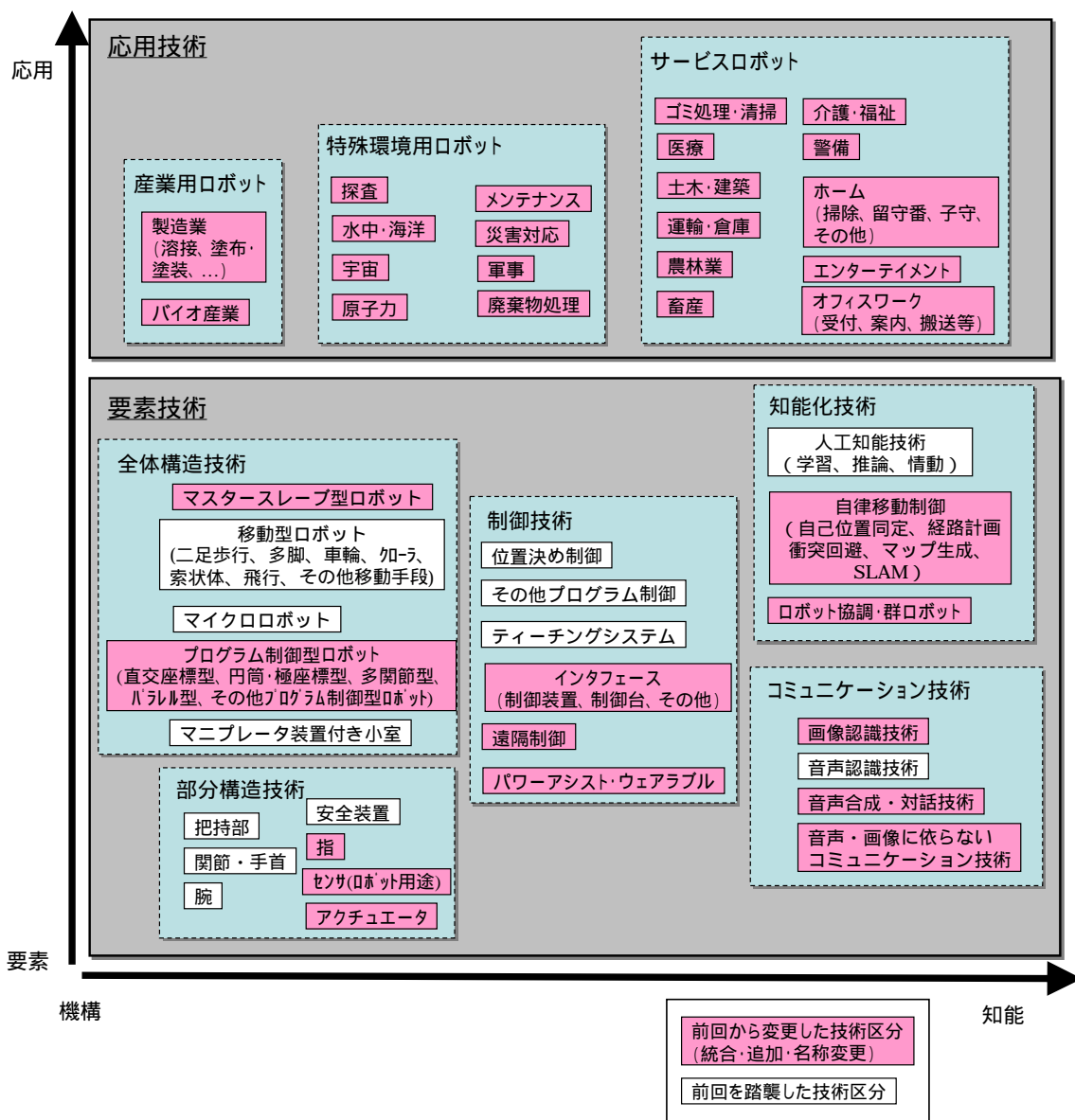
### 第 2 節 技術俯瞰図

本調査が対象とするロボット技術の俯瞰図を示す(図 I-1)。ロボット技術を大きく「ロボットを構成する基本的な技術である要素技術」と「ロボットを実際に活用する際に必要となる応用技術」に分類し、要素技術については全体構造技術、部分構造技術、制御技術、知能化技術、コミュニケーション技術の 5 つの大区分を設定した。また、さらにそれぞれの区分の中に合計で 25 の中区分を設定した。応用技術については、3 つの中区分と 33 個の小区分を設定した。

なお俯瞰図は、技術分類を以下の 2 軸により整理することで作成したものである。

- ◇ 横軸： 産業用ロボットで重視される機構                      サービスロボットで重視される知能
- ◇ 縦軸： ロボットの一部の要素技術                      ロボット全体に関する応用技術

図 1-1 技術俯瞰図



### 第3節 技術分類

技術俯瞰図における大区分、中区分に加えて、さらに詳細な技術の分析を行うために小区分を設定した。これら大区分、中区分、小区分の3階層による技術区分体系の一覧を表 I-2に示す。

表 I-2 特許の分類対象となる技術区分

大区分	中区分	小区分
全体構造技術	マスタースレーブ型ロボット	-
	移動型ロボット	二足歩行，多脚，車輪，クローラ，索状体，飛行，その他移動手段
	マイクロロボット	-
	プログラム制御型ロボット	直交座標型，円筒・極座標型，多関節型，パラレル型，その他プログラム制御型ロボット
	マニプレータ装置付き小室	-
部分構造技術	把持部	-
	関節・手首	-
	腕	-
	安全装置	-
	指	-
	センサ（ロボット用途）	視覚，聴覚，触覚，その他センサ
制御技術	アクチュエータ	-
	位置決め制御	-
	その他プログラム制御	-
	ティーチングシステム	-
	インタフェース	制御装置，制御台，その他人による制御手段
	遠隔制御	-
	パワーアシスト・ウェアラブル	-
知能化技術	人工知能技術	ニューラルネットワーク，確率モデル，知識ベース制御，行動ベース制御，情動・感情モデル，進化・適応，その他の数学的モデル，その他の学習・推論
	自律移動制御	自己位置同定，マップ生成，SLAM，経路計画，障害物回避，ナビゲーション
	ロボット協調・群ロボット	分散機能制御，群ロボット，その他ロボット協調
コミュニケーション技術	画像認識技術	物体認識，人物認識，動画像認識，その他画像認識技術
	音声認識技術	音声認識技術，話者・音源の同定
	音声合成・対話技術	音声合成，対話
	音声・画像に依らないコミュニケーション技術	-
応用技術	サービスロボット	農林業，畜産，運輸・倉庫，土木・建築，医療，オフィスワーク（受付・案内・搬送等），警備，介護・福祉，ゴミ処理・清掃，エンターテインメント，ホーム（掃除），ホーム（留守番），ホーム（子守），ホーム（その他）
	特殊環境用ロボット	探査，水中・海洋，宇宙，原子力，メンテナンス，軍事，廃棄物処理，災害対応
	産業用ロボット	製造業（溶接，塗布・塗装，研磨・バリ取り，入出荷，組み立て，樹脂成形，金属加工，電子部品実装（半導体等），計測・分析，搬送），バイオ産業

#### 第4節 注目研究開発テーマ

以下の表 I-3 に本調査で設定した注目研究開発テーマとその選定理由を示す。基本的には、平成13年度調査で設定されていたテーマを継続することとした。また、昨今の技術開発状況を鑑みて、「多指ハンド」、「安全技術」を新規テーマとして追加することとした。

表 I-3 注目研究開発テーマ

注目テーマ	前回調査との関連	対応する技術区分	選定理由
歩行技術	継続調査	小区分： 二足歩行	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本が世界を牽引している技術区分である。複雑・多様な環境を移動するパーソナル分野や、擬人化が求められるエンターテインメント分野で重要な技術である。</li> </ul>
自律移動制御技術	分野統合(ロボットの移動のための測定技術、障害物回避技術)	中区分： 自律移動制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>複雑・多様な人の生活環境や災害現場などの特殊環境を移動する、非製造業・パーソナル分野に重要な技術である。清掃・警備ロボットが実用化されるなど、前回から進展が見られる技術である。</li> </ul>
学習型計算機技術	継続調査	中区分： 人工知能技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧米が先行しているが、近年日本でも進展が見られる技術区分である。複雑・多様な環境と作業を対象とするパーソナル分野において、特に今後重要な技術である。</li> </ul>
複数ロボットの制御技術	継続調査	中区分： ロボット協調・群ロボット	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害対応、探査など複数のロボットによる作業を行うことが必要な特殊環境用ロボット分野で重要となる技術である。</li> </ul>
画像認識技術	継続調査	中区分： 画像認識技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>自律的な移動や作業対象の認識、人とのコミュニケーションなどロボットの多くの分野で重要となる技術である。</li> </ul>
音声認識技術	継続調査	小区分： 音声認識	<ul style="list-style-type: none"> <li>家庭・オフィス分野、エンターテインメント分野等における人との自然なコミュニケーションのために重要な技術である。</li> </ul>
遠隔操作技術	継続調査	中区分： 遠隔制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害対応、宇宙、原子力など人が容易には進入できない場所で作業を行う特殊環境用ロボット分野で重要となる技術である。</li> </ul>
多指ハンド	新規追加	中区分： 指	<ul style="list-style-type: none"> <li>非製造業・パーソナル分野において複雑・多様な作業をこなすために重要な技術である。ロボットに可能な作業範囲の拡大のため、特に今後重要となる技術である。</li> </ul>
安全技術	新規追加	中区分： 安全装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>人と共存するサービスロボット分野において、人に危害を加えない、人の活動の妨げとならないために重要な技術である。ロボット普及のために重要な技術である。</li> </ul>

## 第2章 調査対象とする特許母集団の設定について

調査対象とするロボット分野の特許母集団を、表 1-4 のように設定する。本調査ではロボット分野の基本集合に加え、RT ( Robot Technology ) の広がりを考慮して、従来機器をロボット化し得る主な 3 つの技術 ( 脚による移動技術、自律移動制御技術、音声対話技術 ) に関する特許についても調査の対象とした。例えば脚により移動するラジコン玩具や、自律的に移動する農業機械、音声対話機能を有する玩具等は、調査範囲の対象である。

調査対象とする特許文献の時期的範囲は、出願日あるいは優先権主張日が 1999 年から 2005 年であり、公開日あるいは公表日・再公表日が 2006 年 7 月 31 日以前のものとした。利用データベースは、日本に出願されている特許については PATOLIS、日本に出願されていない特許については WPI を用いた。

表 1-4 調査対象とする特許母集団の設定

調査対象とする特許母集団 : 以下の と の和集合	
ロボット分野の基本集合	IPC が B25J 系列の特許
	キーワード「ロボット」「マニプレータ」「マニピュレータ」のいずれかを含む特許
従来機器をロボット化する技術の集合	脚による移動技術に関する特許
	自律移動制御技術に関する特許
	音声対話技術に対する特許

## 第3章 本調査の分析にあたっての留意点

### 第1節 出願人国籍 ( 日本、米国、欧州 ) 別のデータの集計について

各特許の出願人国籍を、最先の優先権主張国とした。その際、欧州は 2006 年 7 月 31 日現在のヨーロッパ特許条約 ( EPC ) 加盟国である 31 ヶ国と定義した。

### 第2節 米国特許庁の出願・登録について

出願早期公開制度の採用以前である 2000 年 11 月 29 日以前については、米国では登録されるまで特許出願内容は公開されなかった。そこで、公開制度前は登録件数を出願件数としてカウントし集計している。そのため、これ以前の米国の特許出願数を見るときには注意が必要である。

### 第3節 特許文献の技術区分への分類方法

本調査では PATOLIS および WPI を用いた検索により得られた抄録を実際に読み込むことで、各技術区分への分類を行った。

まず、特許母集団全 18546 件について、各特許の抄録を読み込み分析することで要素技術の技術区分 ( 全体構造技術、部分構造技術、制御技術、知能化技術、コミュニケーション技術の 5 大区分およびそれぞれに属する中区分・小区分 ) への分類を行った。この際、ある 1 件の特許文献が複数の技術区分にまたがって属するような分類を許している。

次に、要素技術の技術区分のいずれにも分類されなかった特許文献について、応用技術の技術区分 ( 産業用ロボット、特殊環境用ロボット、サービスロボット、およびそれらの小区分 ) への分類を行った。また、要素技術に分類された文献については、応用技術の小区分別に設定したキーワード検索により分類を行った。

要素技術および応用技術のどの区分にも分類されなかった特許文献については、「該当なし」として取り扱った。

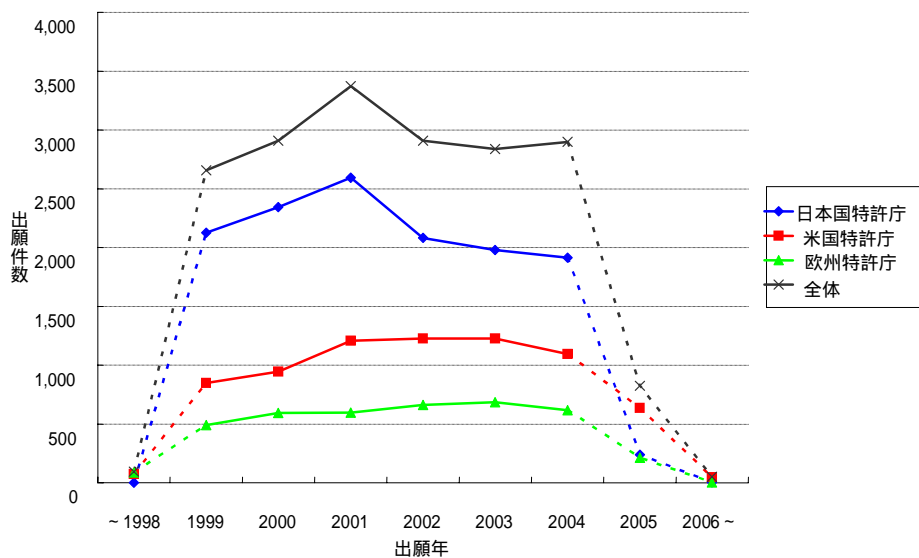
## 第 II 部 特許出願動向

### 第 1 章 特許出願登録動向

#### 第 1 節 出願先国別出願件数推移

全体および出願先国別（3 極）の出願年毎の出願件数の推移について、出願ベースによる集計を図 II-1 に示す。なお、本特許母集団は、2006 年 7 月まで公開の特許を対象としているため、2005 年および 2006 年については、未公開分が多く、件数が少なくなっている。3 極全体及び日本国特許庁への特許出願については、2001 年をピークに推移している。米国特許庁・欧州特許庁への特許出願は 2001～2003 年にかけてほぼ横ばいに推移している。

図 II-1 出願年毎の出願件数の推移



#### 第 2 節 出願人国籍別出願先国別出願件数推移

出願人国籍別の出願件数の推移を、日本国特許庁出願分について図 II-2 に、米国特許庁出願分について図 II-3 に、欧州特許庁出願分について図 II-4 にそれぞれ示す。いずれについても、自国の出願人の出願が最も多い。

図 11-2 出願人国籍別出願件数推移（日本国特許庁出願）

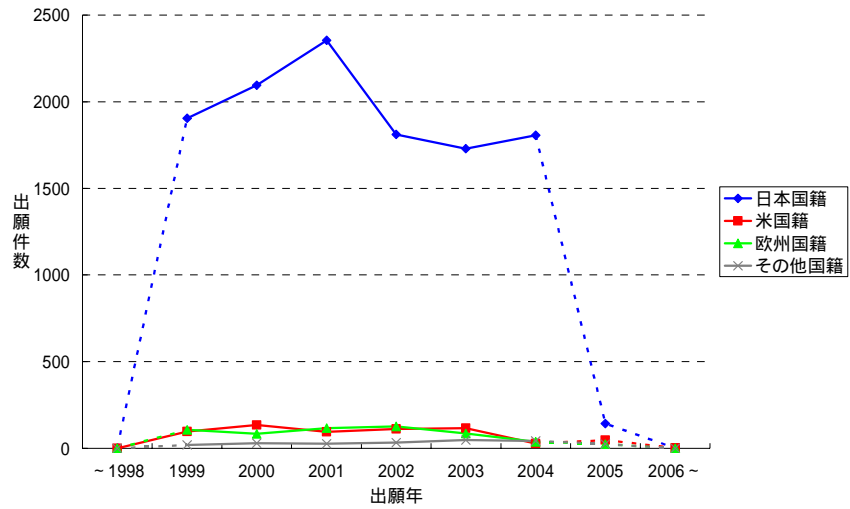


図 11-3 出願人国籍別出願件数推移（米国特許庁出願）

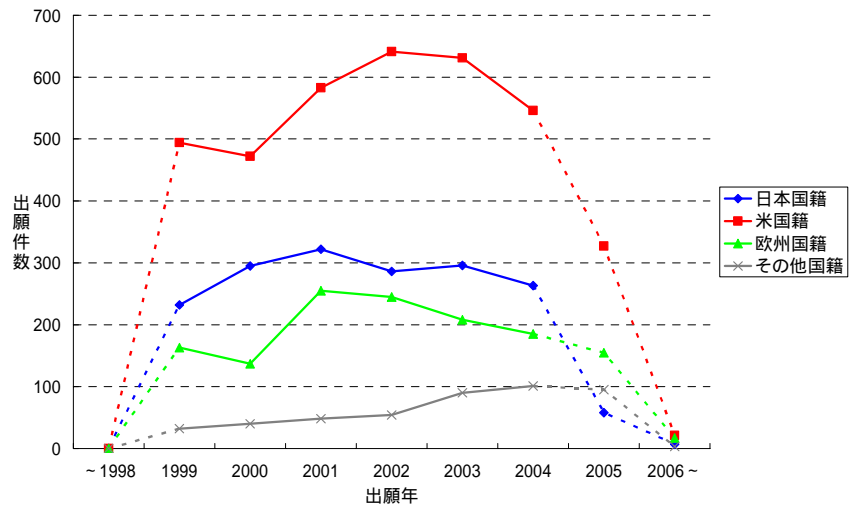
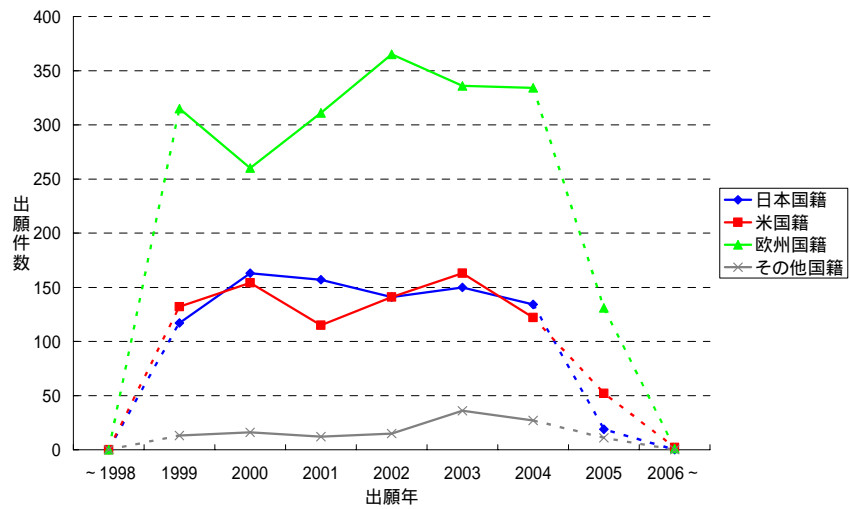


図 11-4 出願人国籍別出願件数推移（欧州特許庁出願）

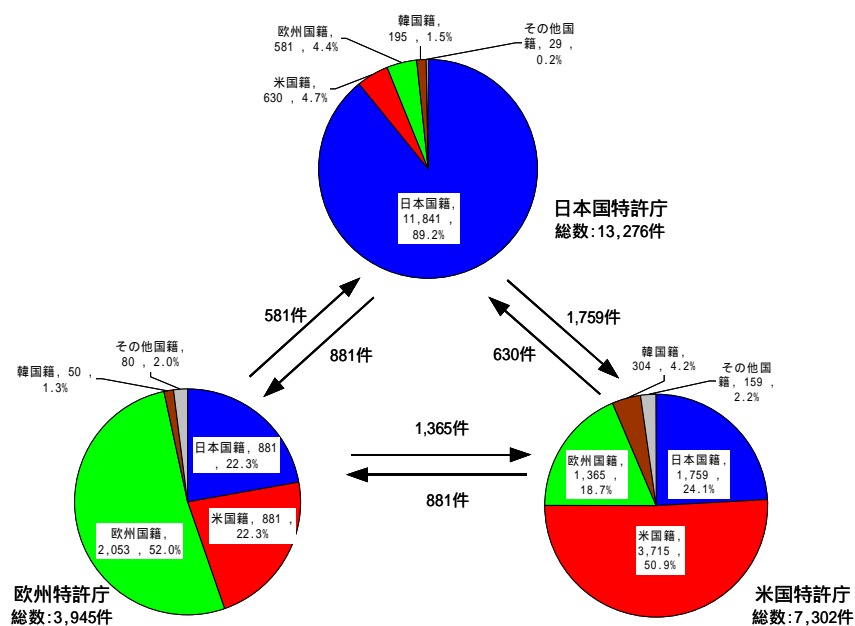


### 第3節 出願・登録件数収支 : 地域間の出願・登録関係

#### 1. 出願先国別 出願人国籍別出願件数収支

出願先国別・出願人国籍別の出願件数収支を図 II-5 に示す。日本から欧米への出願と欧米から日本への出願とを比較すると、日本から欧米への出願の方が多。一方、米国から日欧への出願と日欧から米国への出願とを比較すると、米国から日欧への出願の方が少ない。日本国特許庁への特許出願では約 9 割が、米国特許庁および欧州特許庁への特許出願では半数強が、国内からの特許出願となっている。米国特許庁への特許出願では、国内からの特許出願に次いで、日本、欧州の順で出願が多い。欧州特許庁への特許出願では、日本と米国からの出願がほぼ同じ割合である。

図 II-5 出願先国別 - 出願人国籍別出願件数収支

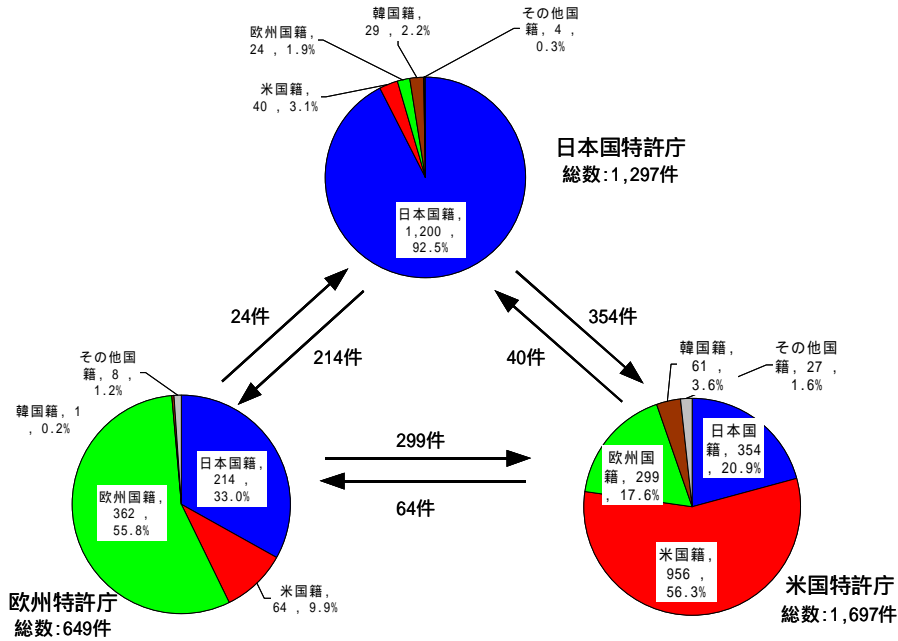


#### 2. 出願先国別 出願人国籍別登録件数収支

出願先国別・出願人国籍別の登録件数収支を図 II-6 に示す。出願件数の場合と同様に、日本から欧米への特許登録と欧米から日本への特許登録とを比較すると、日本から欧米への特許登録の方が多。また、米国から日欧への登録と日欧から米国への登録とを比較すると、米国から日欧への出願の方が少ない。

日本国特許庁への特許登録では 9 割強が、米国特許庁および欧州特許庁への特許登録では半数強が、国内特許を占める。米国特許庁への特許登録では、国内特許に次いで、日本、欧州という順で登録が多い。欧州特許庁への特許登録では、日本が約 3 分の 1、米国が約 10 分の 1 の割合である。

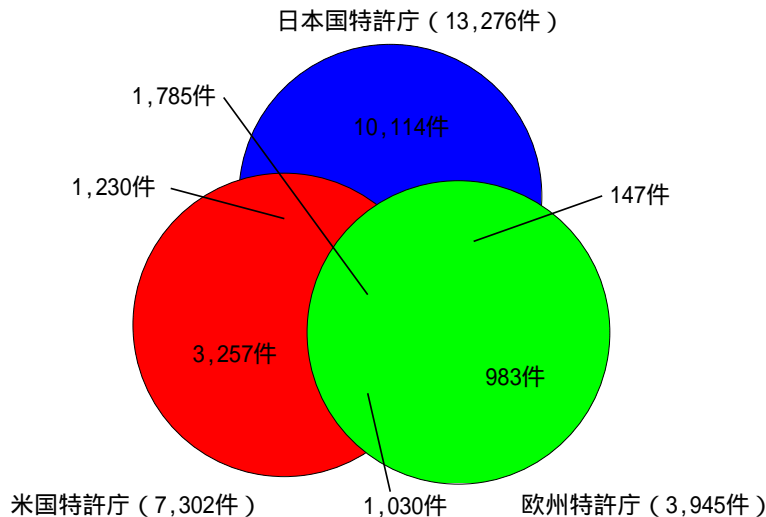
図 11-6 出願先国別 - 出願人国籍別登録件数収支



### 3. 出願地域分析

出願地域別出願件数を図 II-7 に示す。日本国特許庁出願については、日本国特許庁のみへの出願が 4 分の 3 以上 (76.2%) の 10144 件であり、3 極ともに出願されたものの割合が 13.4% (1,785 件) とそれに続く。2 極にも出願がいずれも 10% 未満 (1,230 件、147 件) と少ない特徴をもつ。米国特許庁出願特許については、3 極のうち、米国特許庁のみの出願比率が 44.6% (3,257 件) と最も多く、3 極とも出願が 24.4% (1,785 件) とそれに続く。2 極出願もいずれも約 15% (1,230 件、1,030 件) であり、日本国特許庁出願特許に比べて偏りが小さい。欧州特許庁出願特許については、3 極とも出願が 45.2% (1,785 件) と最も多く、米国特許庁との 2 極出願が 26.1% (1,030 件)、欧州特許庁のみの出願比率が 24.9% (983 件) とそれに続く。

図 11-7 出願地域別出願件数

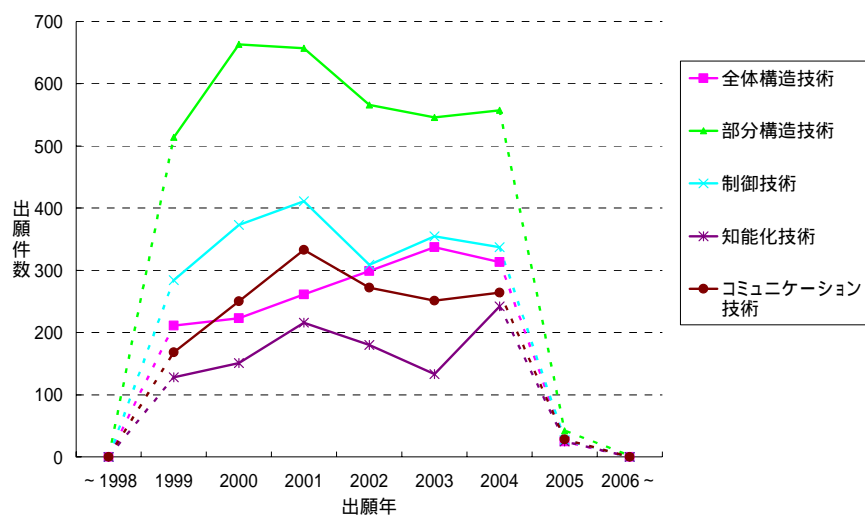


## 第2章 技術区分別動向分析

### 第1節 出願人国籍別大区分別出願動向

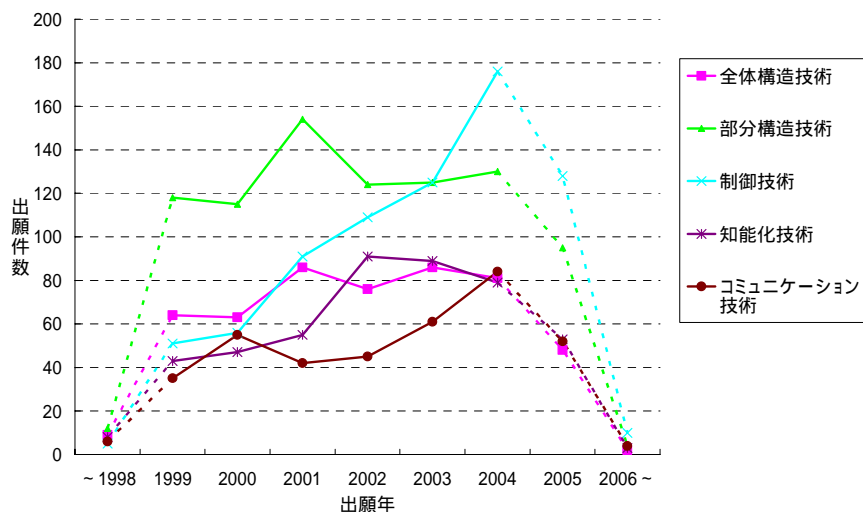
日本国籍による大区分ごとの出願件数の推移を図 II-8 に示す。1999 年から 2003 年にかけて全体構造技術が増加傾向にある。また、部分構造技術は 1999 年以降継続して、最も多く出願されている大区分である。制御技術、知能化技術、コミュニケーション技術の3区分はいずれも 1999 年から 2001 年まで増加して 2001 年にピークを迎え、その後減少に転じている。知能化技術とコミュニケーション技術は 2004 年に再び増加している。

図 II-8 大区分ごとの出願件数推移（日本国籍）



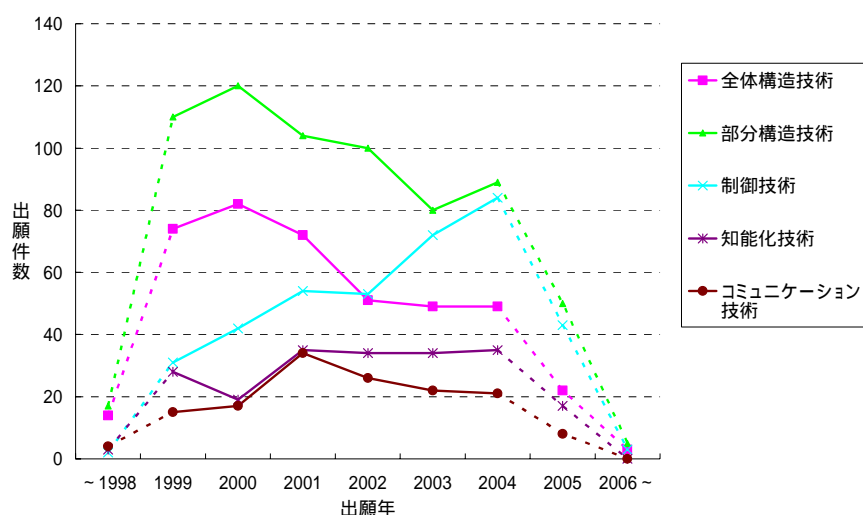
米国籍による大区分ごとの出願件数の推移を図 II-9 に示す制御技術の増加傾向が顕著である。また、知能化技術も 1999 年から 2002 年にかけて増加傾向にある。コミュニケーション技術についても、年による変動もあるが、概ね増加傾向にある。

図 II-9 大区分ごとの出願件数推移（米国籍）



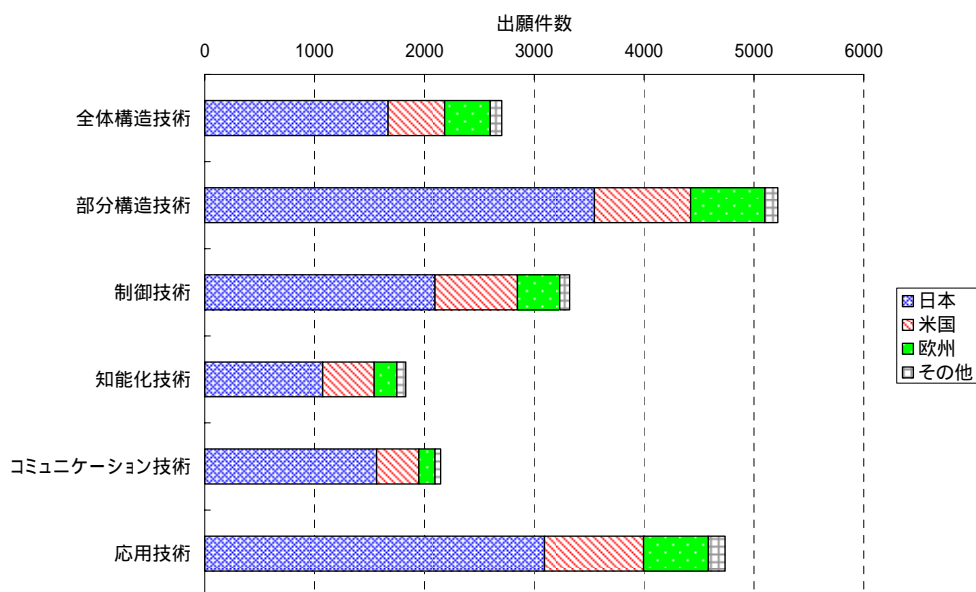
欧州国籍による大区分ごとの出願件数の推移を 図 II-10 に示す。米国籍の場合と同様に制御技術の増加傾向が顕著である。一方、部分構造技術、全体構造技術については 2000 年以降に減少傾向が見られる。

図 II-10 大区分ごとの出願件数推移（欧州国籍）



特許母集団全体(18546件)について、国籍ごとの大区分別の累積出願件数の比率を 図 II-11 に示す。いずれも日本国籍の出願が最も多いことが見てとれる。特に、コミュニケーション技術については7割以上が日本国籍による出願である。米国籍の出願に占める割合が大きいのは、知能化技術および制御技術である。また、欧州国籍の出願に占める割合が比較的多いのは、全体構造技術である。

図 II-11 大区分別の出願人国籍割合



## 第2節 出願人国籍別中区分別出願動向

1999年から2004年の間に申請された特許について、中区分別国籍別の出願件数の伸び率および累積出願件数を表11-1に示す。ただし、出願件数伸び率は以下で定義する。

$$(\text{2002年から2004年までの出願件数}) / (\text{1999年から2001年までの出願件数})$$

日本国籍の出願の伸び率が他に比して特に大きいのは、移動型ロボット、指、ロボット協調・群ロボットなどである。逆に伸び率が小さい(減少している)区分は、把持部、腕、その他プログラム制御、人工知能技術などである。把持部やその他プログラム制御は累積件数も大きい区分であり、日本国籍の出願人にとって成熟した技術分野であると推測される。

米国籍の出願の伸び率が他に比して特に大きく、かつある程度の累積件数があるものは、センサ(ロボット用途)、位置決め制御、遠隔制御、人工知能技術、画像認識技術などである。

欧州国籍の出願の伸び率が他に比して特に大きく、かつある程度の累積件数があるものは、アクチュエータ、その他プログラム制御などである。逆にプログラム制御型ロボット、センサ(ロボット用途)などは、累積件数は比較的大きいが、他に比して伸び率が小さい。

表 11-1 中区分別国籍別、出願件数伸び率および累積件数

中区分	伸び率				累積件数(1999~2004)			
	日本国籍	米国籍	欧州国籍	全ての国籍	日本国籍	米国籍	欧州国籍	全ての国籍
マスタースレーブ型ロボット	0.86	1.08	0.60	0.86	95	25	16	138
移動型ロボット	2.10	1.63	0.94	1.85	867	242	136	1293
マイクロロボット	1.07	1.44	0.44	1.13	116	22	13	162
プログラム制御型ロボット	0.89	0.73	0.54	0.78	619	175	212	1038
マニプレータ装置付き小室	0.86	0.00	1.00	1.00	13	1	8	24
把持部	0.52	0.95	0.84	0.60	1399	260	234	1921
関節・手首	1.00	0.79	0.80	0.95	551	84	106	755
腕	0.61	0.99	0.69	0.70	427	147	140	731
安全装置	1.26	0.88	1.64	1.26	355	32	29	418
指	3.38	0.61	0.43	2.06	434	87	43	575
センサ(ロボット用途)	0.99	1.44	0.71	1.05	691	139	84	946
アクチュエータ	1.14	1.00	2.00	1.14	346	80	39	474
位置決め制御	0.94	1.90	1.35	1.12	670	168	94	959
その他プログラム制御	0.83	2.05	2.19	1.06	942	186	137	1291
ティーチングシステム	0.96	1.44	3.75	1.06	296	22	19	340
インタフェース	1.03	1.55	0.68	1.05	207	56	37	306
遠隔制御	1.10	2.55	1.86	1.70	164	181	60	426
パワーアシスト・ウェアラブル	1.50	2.75	1.00	1.91	25	30	8	64
人工知能技術	0.84	1.39	1.00	0.95	367	105	34	520
自律移動制御	1.27	1.75	1.58	1.45	605	184	98	926
ロボット協調・群ロボット	1.89	2.23	1.14	1.84	104	129	60	298
画像認識技術	1.06	1.98	1.00	1.23	536	152	54	761
音声認識技術	1.04	1.08	0.97	1.07	1004	152	71	1250
音声合成・対話技術	1.06	0.61	0.87	1.01	611	58	28	705
音声・画像に依らないコミュニケーション	1.25	1.06	2.33	1.29	115	33	10	160

### 第3節 出願人国籍別注目研究開発テーマ別出願動向

注目研究開発テーマ別出願人国籍別の伸び率及び累積出願件数それぞれを軸として、各注目研究開発テーマに対する各国籍の出願状況をプロットしたものを 図 II-12 に、国籍別の累積件数を 図 II-13 に示す。ただし、出願件数伸び率は以下で定義する。

$(2002 \text{ 年から } 2004 \text{ 年までの出願件数}) / (1999 \text{ 年から } 2001 \text{ 年までの出願件数})$

図 II-12 における配置により、以下のように解釈することができる。

- 右上に位置：伸び率・出願件数ともに大きい「特に注力されている分野」
- 右下に位置：出願件数は少ないが伸び率が大きい「最近注目されている分野」
- 左上に位置：伸び率は小さいが出願件数が大きい、「成熟している分野」

出願件数を見ると、多くの区分において日本国籍による出願件数が最も多いことが伺える。特に歩行技術と安全技術は、欧米からの出願件数はそれぞれ 50 件以下であるが日本からの出願件数は多い。一方、複数ロボットの制御技術と遠隔操作技術については、米国籍による出願件数が最も多いことが伺える。

出願件数および伸び率を見ると、日本国籍については、歩行技術及び多指ハンド技術の出願件数・伸び率がともに大きく、特に注力されている分野であると考えられる。このうち多指ハンド技術は、米国籍および欧州国籍による出願件数は逆に減少しており、日本国籍による出願件数の増加は特徴的である。一方、音声認識技術、自律移動制御技術、画像認識技術等は伸び率はそれほど大きくはないが出願件数が多く、比較的成熟しつつある分野と推察される。

米国籍については、遠隔操作技術、複数ロボットの制御技術、画像認識技術等は米国籍による伸び率が大きく、最近注目されている分野であると考えられる。歩行技術の伸び率も大きいですが、累積出願件数そのものが少ないことに注意が必要である。

欧州国籍については、出願件数の伸びが特に大きいテーマはないが、自律移動制御技術、遠隔操作技術、安全技術に比較的大きな伸びが見られる。また出願件数については、特に多いテーマは見当たらないが、自律移動制御技術に比較的多くの出願が見られる。

図 11-12 注目研究開発テーマの国籍別出願件数伸び率及び出願比率

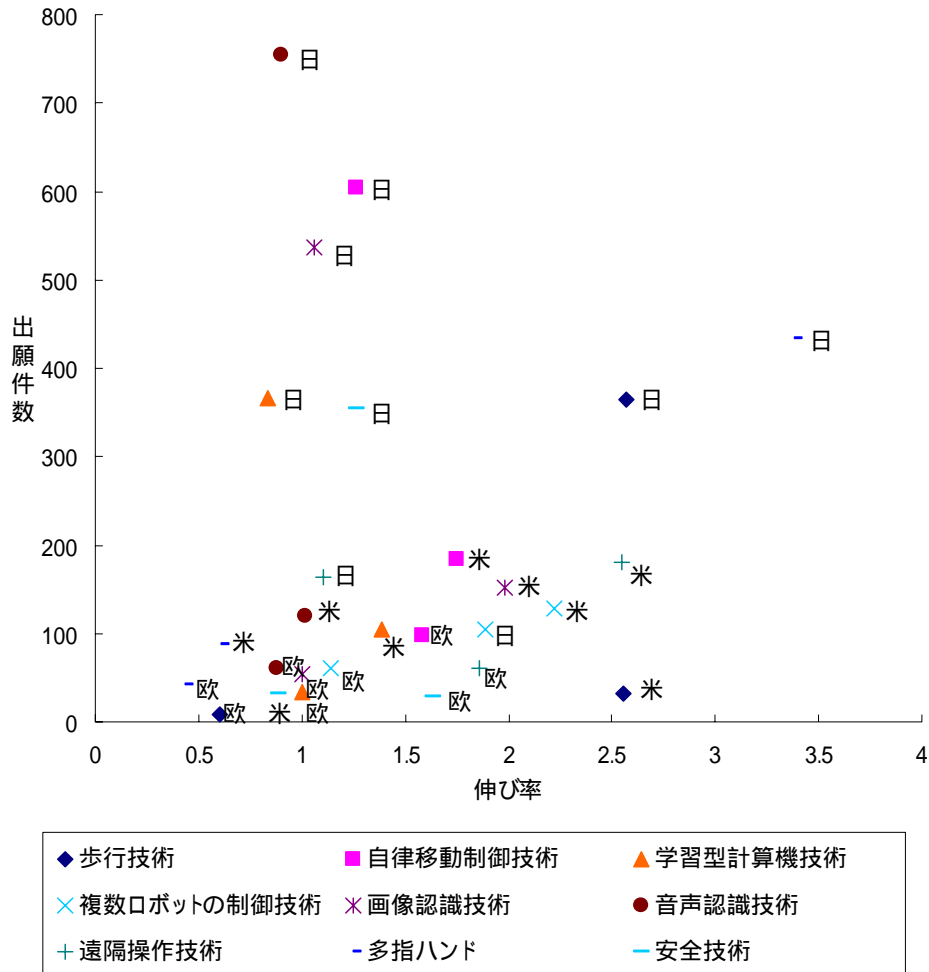
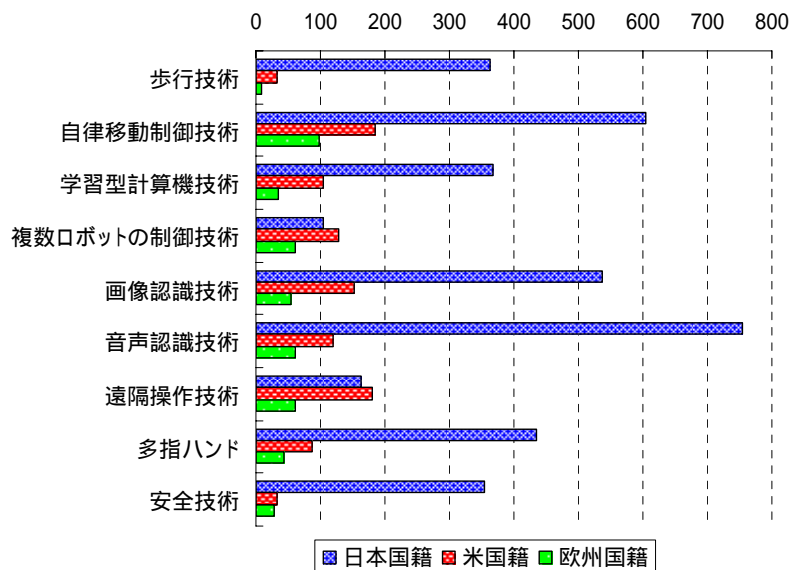


図 11-13 注目研究開発テーマの国籍別累積出願件数



### 第3章 出願人別出願・登録動向

#### 第1節 出願先国別出願件数上位ランキング

##### 1. 日本国特許庁出願

日本国特許庁出願の出願人の出願件数ランキングを表 II-2に示す。上位を見ると、全て日本企業が占めている。ソニーや本田技研工業が上位に来ている要因としては、AIBO や QRIO、ASHIMO 等のペットロボット・ヒューマノイドロボットの技術開発があると推察される。また、安川電機、川崎重工業、ファナックといった産業用ロボットメーカーも上位にある。

表II-2 出願人の出願件数ランキング（日本国特許庁出願）

順位	出願人	出願件数
1	ソニー	733
2	松下電器産業	604
3	本田技研工業	461
4	安川電機	409
5	東芝	220
6	川崎重工業	215
7	トヨタ自動車	209
8	ファナック	201
9	三菱重工業	190
10	日立製作所	167

##### 2. 米国特許庁出願

米国特許庁出願の出願人の出願件数ランキングを表 II-3に示す。上位出願人をみると、全て企業で占められている。日本と米国が各4社、韓国とドイツが各1社である。ソニーは、日本国特許庁出願と同様、米国特許庁出願件数でも1位になっている。

表 II-3 出願人の出願件数ランキング（米国特許庁出願）

順位	出願人	出願件数
1	ソニー	246
2	本田技研工業	207
3	アプライド マテリアルズ (US)	175
4	ファナック	168
5	三星電子 (KR)	126
6	松下電器産業	103
7	SIEMENS AG (DE)	85
8	インタ-ナショナル ビジネス マシ-ンズ (US)	75
9	ストレイジ テクノロジ- (US)	69
10	イントウイティブ サ-ジカル (US)	64

##### 3. 欧州特許庁出願

欧州特許庁出願の出願人の出願件数ランキングを表 II-4に示す。上位出願人を見ると、日本が4社、ドイツが3社、米国が1社、スイスが1社、スウェーデンが1社となっている。欧州特許庁出願では、ファナックが1位になっている。

表 11-4 出願人の出願件数ランキング（欧州特許庁出願）

順位	出願人	出願件数
1	ファナック	172
2	ソニー	114
3	本田技研工業	112
4	ア - ベ - ベ - (SE)	72
5	松下電器産業	67
6	ク - カ ロボテル (DE)	66
7	SIEMENS AG (DE)	64
8	アプライド マテリアルズ (US)	59
9	DUERR SYSTEMS GMBH (DE)	41
9	レリ - エンタ - プライジズ AG (CH)	41

## 第 2 節 技術区分別出願件数上位ランキング

大区分別、出願先国別に特許出願累積件数が多い方から 5 位までを主要出願人とし、表 II-5 に示す。

全体構造技術の出願件数では、ソニー、本田技研工業が全ての出願地域およびファミリー単位での集計で 1 位あるいは 2 位となっている。トヨタ自動車は日本国特許庁への出願は 3 位と多いが、欧米への出願は少ない。米国特許庁への出願では、日本の企業以外に三星電子（韓国）および ABB（スウェーデン）が上位となっている。

部分構造技術全体では松下電器産業による出願が最も多いが、多くが日本国特許庁に対する出願であり、欧米への出願は少ない。ファミリー単位で 3 位の安川電機も同様である。一方、ソニー、本田技研工業、ファナックは日本国特許庁、米国特許庁、欧州特許庁の 3 地域全てにおいて出願件数が多い。米国特許庁の 4 位には、医療用ロボットを手がける Intuitive surgical 社が入っている。また、欧州特許庁の 2 位には ABB 社（スウェーデン）が、5 位には KUKA 社（ドイツ）が入っている。いずれも産業用ロボットのメーカーである。

制御技術について、ファミリー単位ではソニーによる出願が最も多く、地域別でも日本国特許庁、米国特許庁において出願件数が最も多い。安川電機は日本国特許庁への出願は多いが欧米への出願は少なく、一方の本田技研工業やファナックは欧米での出願も多い。特に欧州特許庁に対する出願は、ファミリー単位では 5 位のファナックが 1 位となっている。こちらも米国特許庁の 3 位には、医療用ロボットを手がける Intuitive surgical 社が入っている。また、欧州特許庁の 4 位には ABB 社、5 位には KUKA 社が入っている。

知能化技術では、日本、米国、欧州の 3 地域全てにおいてソニーによる出願が最も多い。ファミリー単位で 2 位の松下電器産業は他の技術区分の場合と同様に、日本国特許庁への出願は多いが欧米への出願は少ない。米国特許庁の 2 位には三星電子（韓国）が、欧州特許庁の 2 位にはシーメンス（独）が入っている。

コミュニケーション技術においても、ソニーによる出願が日本、米国、欧州の 3 地域全てにおいて最も多い。ファミリー単位で 2 番目に出願件数が多いのは日本電信電話である。

応用技術においては、ファミリー単位で見ると本田技研工業、松下電器産業、大日本スクリーン製造による出願件数が多い。ロボットを利用した半導体製造装置等の出願が多いためと考えられる。

表 11-5 大区分別出願先国別主要出願人（上位5位）

全体構造技術								
順位	ファミリー単位		日本国特許庁		米国特許庁		欧州特許庁	
	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数
1	ソニ -	166	ソニ -	163	本田技研工業	91	本田技研工業	71
2	本田技研工業	128	本田技研工業	125	ソニ -	57	ソニ -	27
3	トヨタ自動車	56	トヨタ自動車	56	三星電子 (KR)	30	山口 仁一	18
4	松下電器産業	55	松下電器産業	55	ア - ベ - ベ - (SE)	26	ク - カ ロボテル (DE)	16
5	東芝	44	東芝	44	山口 仁一	21	DUERR SYSTEMS	15
部分構造技術								
順位	ファミリー単位		日本国特許庁		米国特許庁		欧州特許庁	
	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数
1	松下電器産業	194	松下電器産業	193	ファナック	72	ファナック	72
2	ソニ -	191	ソニ -	187	ソニ -	58	ア - ベ - ベ - (SE)	31
3	安川電機	129	安川電機	129	本田技研工業	47	本田技研工業	26
4	本田技研工業	128	本田技研工業	128	イントウイティブ サ - ジカル (US)	35	ソニ -	26
5	ファナック	84	ファナック	84	アプライド マテリアルズ (US)	34	ク - カ ロボテル (DE)	25
制御技術								
順位	ファミリー単位		日本国特許庁		米国特許庁		欧州特許庁	
	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数
1	ソニ -	277	ソニ -	276	ソニ -	98	ファナック	72
2	安川電機	174	安川電機	174	ファナック	69	ソニ -	57
3	本田技研工業	119	松下電器産業	113	イントウイティブ サ - ジカル (US)	44	本田技研工業	28
4	松下電器産業	118	本田技研工業	112	本田技研工業	40	ア - ベ - ベ - (SE)	24
5	ファナック	84	ファナック	82	松下電器産業	26	ク - カ ロボテル (DE)	22
知能化技術								
順位	ファミリー単位		日本国特許庁		米国特許庁		欧州特許庁	
	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数
1	ソニ -	162	ソニ -	155	ソニ -	62	ソニ -	29
2	松下電器産業	110	松下電器産業	109	三星電子 (KR)	25	SIEMENS	14
3	本田技研工業	42	本田技研工業	39	本田技研工業	20	ヤマハ発動機	11
4	松下電工	35	松下電工	35	船井電機	17	三星電子 (KR)	7
5	船井電機	35	船井電機	35	三星光州電子 (KR)	14	ダイソン テクノロジ - (GB)	7
コミュニケーション技術								
順位	ファミリー単位		日本国特許庁		米国特許庁		欧州特許庁	
	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数
1	ソニ -	255	ソニ -	239	ソニ -	86	ソニ -	37
2	日本電信電話	94	日本電信電話	94	本田技研工業	44	ファナック	32
3	松下電器産業	86	松下電器産業	82	ファナック	30	コニン . フィリップス エレクトロニクス (NL)	19
4	本田技研工業	68	本田技研工業	60	松下電器産業	23	松下電器産業	15
5	日本電気	51	日本電気	49	三星電子 (KR)	21	SIEMENS	14
応用技術								
順位	ファミリー単位		日本国特許庁		米国特許庁		欧州特許庁	
	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数	出願人名称	件数
1	本田技研工業	133	本田技研工業	132	アプライド マテリアルズ (US)	86	アプライド マテリアルズ (US)	35
2	松下電器産業	110	松下電器産業	108	本田技研工業	44	レリ - エンタ - プライジズ (CH)	31
3	大日本スクリ - ン製造	105	大日本スクリ - ン製造	104	三星電子 (KR)	31	松下電器産業	17
4	アプライド マテリアルズ (US)	103	東芝	64	TAIWAN SEMICONDUCTOR MFG	29	ファナック	15
5	東芝	64	日立製作所	57	レリ - エンタ - プライジズ (CH)	28	デラバル ホルディング (SE)	15

## 第4章 基本特許・重要特許分析

### 第1節 注目研究開発テーマの分析の観点

各注目研究開発テーマについて、平成13年度調査における分析内容と本調査における分析の観点を以下の表11-6に示す。

また、分析結果のうち、平成13年度前回調査から継続した注目研究開発テーマの例として「歩行技術」を、新規に設定した注目研究開発テーマの例として「安全技術」を、それぞれ取り上げる。

表11-6 注目研究開発テーマの分析の観点

注目テーマ	平成13年度調査における分析内容	本調査における分析の観点(注目サブテーマ)
歩行技術	本田技研工業の二足歩行技術の中核として、床反力制御、モデルZMP制御、着地位置修正制御の3つの技術が挙げられている。また、ソニーの二足歩行技術の特徴として、下肢のみでなく上肢も含めた全身協調制御が指摘されている。	・リアルタイム歩容生成 ・外乱に対する歩行安定性向上 ・着地衝撃の緩和 ・転倒時対応
自律移動制御技術	ロボットの位置、姿勢の確認方法として、画像処理技術による方法、光計測技術による方法、ロボット自身の走行距離や方向の検出による方法の3つが挙げられている。また、障害物回避技術の注目特許として、日本輸送機環境地図を持たないロボットにおける障害物検出・回避技術が挙げられている。	・自己位置および方向の推定 ・環境マップの生成 ・移動経路の計画 ・障害物の回避
学習型計算機技術	交叉、突然変異、淘汰を繰り返し、環境に適合して生き残るといった生物過程を模倣する手法である遺伝的アルゴリズムに注目している。日立製作所による音声認識技術に遺伝的アルゴリズムによる学習機能を採用した事例や、ソニーによるロボットの特性を遺伝的に継承させることで、エンターテインメント性を向上させる特許が挙げられている。	・行動学習(ニューラルネット・遺伝的アルゴリズム) ・行動学習(その他アルゴリズム) ・音声・言語・対話学習 ・感情・感性コミュニケーション
複数ロボットの制御技術	複数のロボットを統括して制御する中核制御装置を用いた制御技術として、川崎重工業、能美防災等の特許が挙げられている。また、中核制御装置を必要としない分散型の制御技術としてソニーの特許が複数挙げられており、「自信モデル」を用いた協調行動の実現方法への発展が指摘されている。	・複数ロボットの同期協調制御 ・複数ロボットの分散協調制御
画像認識技術	ロボットの移動に必要な技術として、産総研の脚移動のための画像認識技術、ソニーのペットロボットの自律移動技術が挙げられている。加えて、顔画像認識を利用した日本電気の親近感を感じるロボットやソニーの盗難防止の利用への利用が注目技術として挙げられている。	・産業用ロボットのピンピッキング性能向上 ・顔認識によるコミュニケーション向上 ・撮像性能の向上 ・自律移動のための障害物回避
音声認識技術	ソニーの音声によるロボットの運動制御技術、エンターテインメント用途に動作を伴うコミュニケーションとしての音声認識技術が上げられている。ロボットの内外の状況に応じて音声あるいは動作をより自然な出力を行う技術が注目技術とされている。	・動作命令入力 ・ロボット内部ノイズのキャンセル ・音声認識と画像認識の組合せ ・ロボットとの自然なコミュニケーション
遠隔操作技術	三菱重工業の自律移動ロボットや、ヤマハ発動機の自動走行を安全に切り替える技術、スイスコムで操作を行う技術などの特許が挙げられている。全体としては操作性の向上に関する特許が多いと指摘されている。	・安全操作 ・監視・観測操作 ・二足歩行操作
多指ハンド	新規設定テーマ	・多指ハンドの駆動機構 ・多指ハンドの把持制御
安全技術	新規設定テーマ	・産業用ロボットの安全技術(危害防止/低減) ・産業用ロボットの安全技術(共存安全) ・サービスロボットの安全技術 ・汎用的な安全制御技術

## 第2節 分析結果

### 1. 歩行技術

歩行技術の展開を、図 II-14に示す。当該技術分野では、本田技研工業を中心に、二足歩行時の安定性向上に関する特許が多く出願されている。平成 13 年度調査において、本田技研工業により 1992 年頃に多数の安定性向上に関わる特許の出願・権利化がなされ、さらに 1997 年頃にはそれらの技術を複合化した発明が出願されていることが指摘されている。前者は図中にも示した特許 3148829 や特許 3148827 等であり、後者は同じく図中に示した特許 3629133 の、両脚コンプライアンス制御と足首コンプライアンス制御を干渉がないように併用する複合コンプライアンス制御等である。その後の発展として、歩行に限らず走行にも利用可能な歩容生成方法に関する技術が出願されている(特許 3672103)。また、WO03/090978 においては、ロボットの脚部の離床タイミングに着目した安定性向上及び着地衝撃の緩和に関する技術が提案されている。ロボットが目標歩容通りの離床タイミングで離床することで、離床タイミングが早すぎることに起因するスリップやスピン、逆に遅すぎることに起因する脚体先端部の床への引っ掛かりや過大な着地衝撃を防止することができる。本田技研工業はその他に、動力学モデルを用いて床反力を含む歩容データをリアルタイムに生成するための技術等に関する特許を出願している。

本田技研工業の技術が主として下肢に着目した安定性向上であることと対照的に、ソニーは全身運動の際の、上肢・下肢がともに関連する安定性向上技術に関する特許を出願している。例えば平成 13 年度調査においても言及されている特許 3443077 は上肢の動きに合わせて、安定性を確保できるように下肢の歩容を決定する技術に関する特許である。また、ソニーは他に、転倒時にロボットが受ける損害の軽減や、転倒からの復帰等、転倒時の対応に関する特許を出願している。なお、ソニーは、2006 年 1 月にロボット事業からの撤退を発表している。

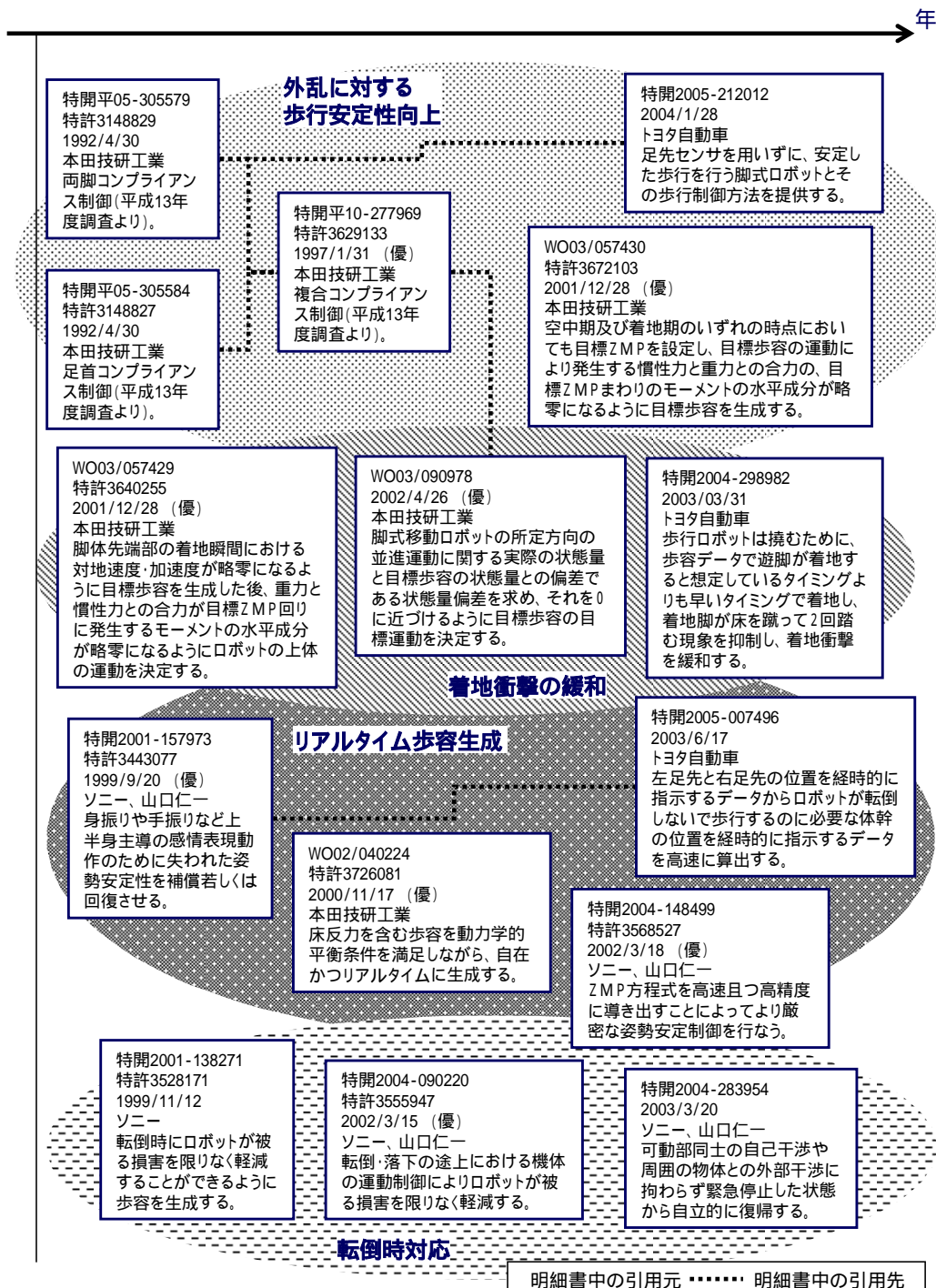
トヨタ自動車は、本田技研工業やソニーに続き、2002 年頃から二足歩行技術に関する特許を出願している。本田技研工業と同じ研究テーマの、人に近いサイズの人型ロボットに関する特許を出願しており、本田技研工業の特許を明細書中で引用しているものもある。トヨタ自動車の技術の特徴としては、足先センサを用いずに安定歩行制御を行っている点が挙げられる。トヨタ自動車により出願された特開 2005-212012 においては、床反力や床反力モーメントの検出を必要とする歩行制御では足先に高性能なセンサを搭載することが必須であるが、それらは高価である点、また、足先は着地衝撃荷重が繰り返し作用するためにセンサが故障しやすい点が問題として指摘されている。この問題に対し同特許では、足先センサを用いずに目標とする体幹運動の生成およびその実際の体幹運動とのずれの検出により安定した歩行制御を実現する方法を提案している。トヨタ自動車は他に、体幹の位置および加速度に着目した歩容データの生成方法や、歩容データの補正による着地衝撃の緩和に関する特許も出願している。

日本国特許庁への日本国外からの出願特許では、韓国の三星電子からの出願が多い。二足歩行ロボットの足底に設置する反力センサ及びそれを装着したロボットの足構造に関する特許(特開 2004-255563)や、床反力を利用した歩行制御方法に関する特許(特開 2005-028567)等、7 件が出願されている。海外からは他に、オランダのデルフト工科大学のバネを利用した二脚体に関する特許(特開 2002-514514)等が出願されている。日本国内の出願人による特許が歩容生成・修正、衝撃緩和等の詳細な目的のための技術であるのに対して、日本国外の出願人からの出願は、構造や歩行制御全般に関する特許が多い。

表 11-7 歩行技術における日本国外からの出願

日本国外の主要出願人	出願件数
三星電子 (KR)	7
テクニツシエ UNIV デルフト (NL)	1
アイシス イノベーション (GB)	1
コミツサリア タ レネルジー アトミック (FR)	1
ランドル ミツチ (US)	1

図 11-14 歩行技術の展開



## 2. 安全技術

安全技術の展開を、図 II-15に示す。産業用ロボットに関する安全技術は、2000 年以前よりロボットの本質的な安全設計と危害を事前に回避するための技術、また、危害の程度を低減するための技術など多様な技術が研究され、出願されている。特にファナックでは、安全設計、危害の回避技術、危害低減技術のそれぞれにおいて多くの特許が登録されており、近年では、周辺機器との干渉を回避するためにロボットの周辺回線の配線を簡素化し配置する、周辺環境の最適化に関する技術が出願されている。

2000 年以降の産業用ロボットにかかる安全技術の傾向として、産業用ロボットと人が同室で安全に作業するための安全性に係る技術が出願され始めていることがあげられる。出願数・特許数ともに未だ少ないものの年々増加傾向が見られ、今後はさらに多くの出願がされるものと見られる。現在では、特開 2002-199792 にて、ユーザが誤って多軸システムを過負荷レベル以上で使用しても、コンバータを故障させないようにするための技術の特許が特許 3694756 で登録されている。また、特開 2004-230509 では、多関節マニピュレータを移動台車に搭載した移動ロボットが走行時または待機時に、搭載した多関節マニピュレータが周りの人間および物品に危害を与えないようにする技術が出願されている。

近年では、産業用以外の用途を目的としたヒューマノイドロボットやコミュニケーションロボット、業務用のクリーンロボット等のサービスロボットの研究開発が増加し実用化が進展していることから、サービスロボット分野における安全技術の重要性への意識が高まっている。出願傾向にもこの傾向がみられ、特に 2002 年以降、脚式歩行ロボットに関する出願が増加している。ソニーや本田技研工業では、いくつかの特許登録が行われており、特開 2003-211379、特開 2003-211380 において、移動ロボットの異常検知装置に関する特許がそれぞれ特許 3811072、特許 3811073 で登録されており、特開 2004-025434 では、脚部・胴体・腕部を含めた機体全体の運動制御によりロボットが被る損害を限りなく軽減することができる脚式移動ロボット及び脚式移動ロボットの転倒時動作制御に関する特許が特許 3522741 で登録されている。また、人に対する安全性を確保しながらも、移動ロボットの作業位置の間隔を狭めることを可能とする移動ロボットの安全装置に関する技術が特許 3446650 で登録されている。

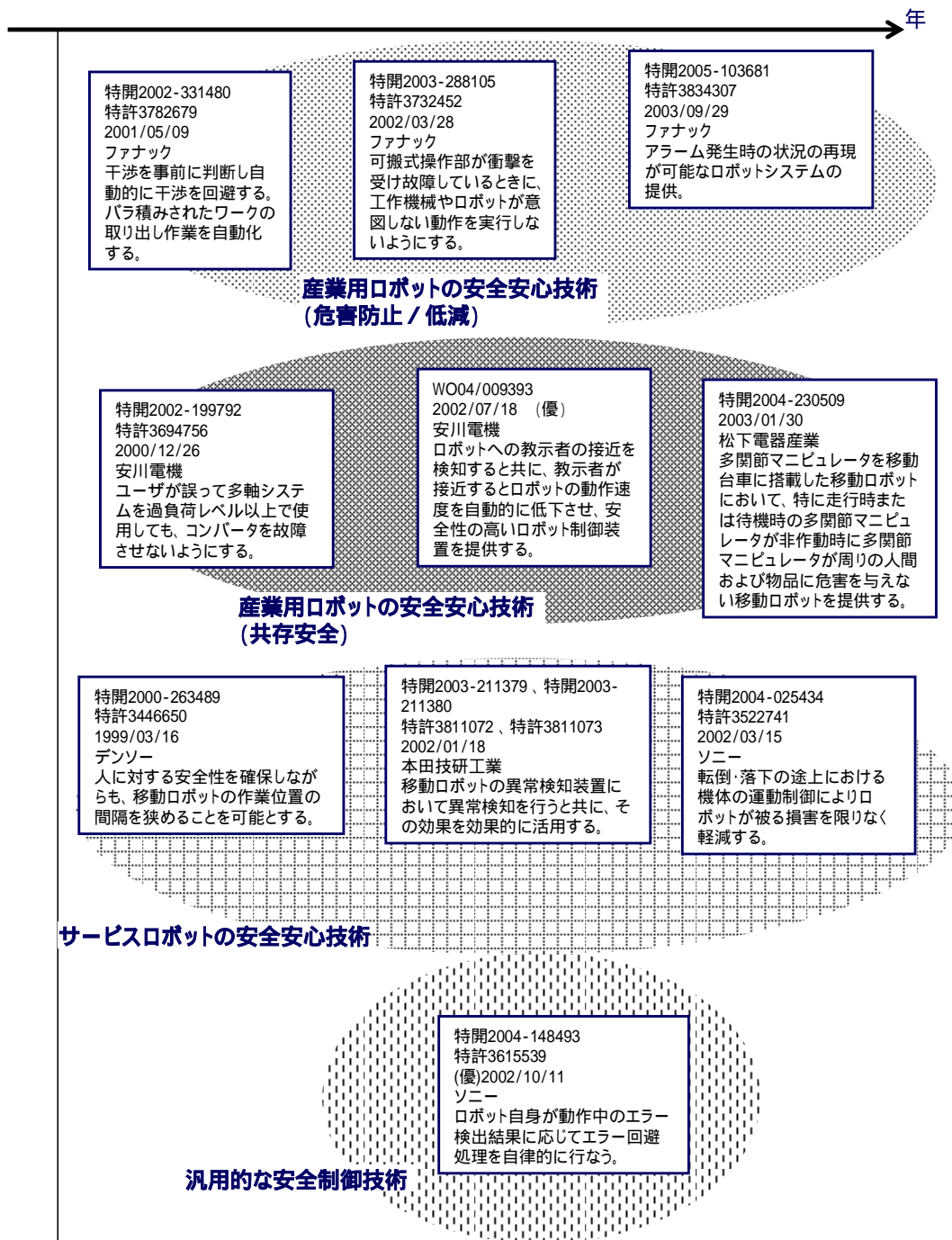
また、産業用やサービスに用途を特に特化せずに安全にロボットを制御するものと見られる技術も近年出願されている。特開 2004-148493 では、リモート・コントローラなどを介してユーザが遠隔操作を行なうことができるロボット装置（自律ロボット装置など）の動作制御装置及び動作制御方法に係り、特に、遠隔操作の最中に反射的エラーが発生したことに応答して、自律的な回避処理により動作を保証するロボット装置の動作制御装置及び動作制御方法に関する技術が特許 3615539 で登録されている。利用分野として、少なくとも複数の可動部を備えたロボット装置の動作制御装置及び動作制御方法に係り、特に、さまざまな環境下での使用が想定されるロボット装置の動作制御装置および動作制御装置へ利用できるとしている。また、特開 2005-081445 では、オフラインでロボットの動作シミュレーションを行い、ロボットの緩衝領域を確認する際に用いられる装置に関する技術が出願されており、干渉を起こす領域、起こさない領域等が簡単に確認できるようになり、そのことを通して治具や安全策などの周辺物体の適正配置を定める作業の効率化が容易となるとしている。

安全技術に分類された国外からの出願は 3 件のみであり、表 II-8に示す。産業用ロボットの安全技術では、韓国の三星電子により充電器の充電構造を改善することにより、充電器と移動ロボット間の電気接続を容易にし、経済的負担を減らし、充電不良を防止するようにした移動ロボットの充電装置に関する技術が出願されている。国内では移動作業ロボットの充電中の誤動作を防止する技術が船井電機により同年出願されている以外には充電に係る技術の出願はなく、比較的新しい技術であるものとみられる。一方、米国のロボティック ワークスペース テクノロジーズのロボット制御に係る技術や、ドイツのクカ ロボターの衝突回避に係る技術は、国内でも主流な研究分野であり、多数出願されている状況にある。

表 II-8 安全技術における日本国外からの出願

テーマ	出願番号	公開番号	特許番号	基準日	出願人	発明の名称
産業用ロボットの安全技術 (危害防止/低減)	特願 2004-016195	特開 2005-130687	-	2003/10/21(優先権日)	三星電子(KR)	移動ロボットの充電装置
	特願 2002-555354	特開 2004-524171	-	2000/12/28(優先権日)	ロボティック ワークスペース テクノロジーズ(US)	多用途ロボット制御システム
	特願 2003-150492	特開 2004-001217	-	2002/05/30(優先権日)	クカ ロボター(DE)	ロボットと他の物体との衝突を回避する方法と装置

図 11-15 安全技術の展開



## 第5章 特許権の活用に関する分析

### 第1節 特許侵害事例

#### 1. 平成13年度調査における主たる事例の追跡調査

平成13年度調査において、サブマリン特許と呼ばれる特許の1つであるレメルソン特許の問題が指摘されている。その後、米国の画像処理業界の大手企業であるコグネックス社がレメルソン特許の無効性を主張して1998年に訴訟を行い、2004年1月、レメルソン特許は合理的な理由無く特許権の審査・登録手続を遅延させており、権利行使は適当でないとする「prosecution laches」に基づいて無効とされた。よってレメルソン特許の問題は解決しつつあり、ロボット分野への影響はないものと考えられる。また、平成13年度調査においては、他に米国の医療ロボット分野におけるComputer Motion社、Intuitive Surgical社、Brookhill-Wilk社の3社による訴訟合戦が指摘されているが、その後Brookhill-Wilk1社がIntuitive Surgical社に対して起こした訴訟については2001年11月に侵害がないとの判決が下った。これを受けてBrookhill-Wilk1社はComputer Motion社に対する提訴も取り下げている。また、Computer Motion社は2003年にIntuitive Surgical社に吸収合併され、手術支援ロボット市場は現在Intuitive Surgical社に独占されている状況である。

#### 2. 近年の侵害訴訟の事例

産業用ロボットの分野では、近年いくつかの知的財産権の侵害訴訟の事例がある。

ファナックの米国子会社であるFANUC Robotics America社は2004年12月、安川電機やその米国子会社であるMotoman社などの日米独4社を相手取り、主として自動車の塗装に使われる産業用ロボットの特許侵害を受けたとして、米国国際貿易委員会(ITC)に提訴した。これに対しITCは2006年2月に侵害なしとの結論を出している。

また、2003年には株式会社ハイテック・プロダクトが、同社の所有する「多関節搬送装置、その制御方法及び半導体製造装置」に関する特許権(特許2580489号)をローツェ株式会社の製造販売する基板搬送装置が侵害しているとして製造等の差し止めおよび損害賠償を求める訴訟を起こした。これに対して2007年2月、原告の訴えを認める判決がされている。

サービスロボット分野では、特許訴訟の事例は特に見つかっていない。サービスロボットについては未だ研究開発段階にあり市場も成長途上であることが要因として考えられる。今後のサービスロボット市場の拡大とともに、特許訴訟等についても増加する可能性がある。

### 第2節 ロボット関連技術の標準化動向

ロボット関連技術の標準化動向を表II-9に示す。国際動向としては、IEE Robotics and Automation Societyにおけるネットワークロボットやプログラム環境の標準化に関する取り組みや、OMGにおける日本主導のRTミドルウェア標準化の取り組みが挙げられる。後者のRTミドルウェア標準化は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の事業として平成14年度から3年計画で実施された「ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備(RTミドルウェアプロジェクト)」の一環として、産業技術総合研究所、日本ロボット工業会等を中心に行われた取り組みが元となっている。

米国ではNIST主導の取り組みや米国防総省主導の取り組み等の事例がある。また、欧州では

EUの資金により、ロボット制御用オープンソフト OROCOS 等のプロジェクトが実施されてきている。韓国では、URC (Ubiquitous Robotic Companion) などの国家プロジェクトの中で、ビジネスモデルも考慮しつつロボット関連技術の標準化の検討が進められている。

日本国内では、先に述べた「RTミドルウェアプロジェクト」の他、総務省が中心となっているネットワークロボット標準化の取り組みや、NEDOの委託事業である「次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト」等の国家プロジェクトが進められている。民間主導の取り組みとしては、ORiN評議会やロボットサービスイニシアチブの取り組みが挙げられる。

表 11-9 ロボット関連技術の標準化動向

地域	事例	概要
国際	IEEE RAS ロードマップ	・IEEE Robotics and Automation Societyは新たなサービスロボットの実現に向けたロードマップ中で標準化技術に言及し、ネットワークロボットやプログラム環境などが議論されている。
	OMGにおける RTミドルウェア 標準化	・ソフトウェア技術の国際標準化団体OMGにおいて、日本主導のRTミドルウェア標準化活動グループ（Robotics-DSIG）を発足し、NEDO技術開発機構プロジェクト「ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備」の成果であるロボット用ミドルウェア（RTミドルウェア）をベースにしてロボット技術の国際標準化活動を展開。2006年9月に開催されたOMG技術会議において国際標準仕様原案が採択された。
米国	RCS	・National Institute of Standards and Technology (NIST) 提唱の制御システムのアーキテクチャであるReal-Time Control Systems (RCS) は、制御システムのデザイン、エンジニアリング、統合、テストのための包括的な方法論を提供している。特に、不確実な環境下に適応するための知能システムの制御に注力したものとなっている。
	J AUS	・Office of the Under Secretary of Defense (OUSD)をスポンサーとするJoint Architecture for Unmanned Systems (JAUS) が提唱する無人操縦システムのアーキテクチャ。JAUSは米国防総省指定の標準で、これによって既存の可動性プラットフォームを元にして作られたモジュールを活用したロボット開発が加速すると見られている。また、JAUSによってノートパソコンや携帯電話端末(PDA) など各種機器からロボットに命令を送ることができる。
欧州	OROCOS	・Open Robot Control Software (OROCOS) は、欧州で開発されているオープンオースのロボット制御ソフトウェアライブラリである。ルーヴェン・カトリック大学 (KULeuven、ベルギー)、LAAS (Laboratory for Analysis and Architecture of Systems、フランス)、スウェーデン王立工科大学 (KTH、スウェーデン) の3機関が中心となり開発が実施されている。2001年から2年間は、EUのプロジェクトとして開発が進められた。Real-Time Toolkit、Kinematics and Dynamics Library、Bayesian Filtering Library、Orococos Components Library の4つが公開されている。
韓国	URC	・韓国の「IT839」政策の一環として取り組みが行われているURC (Ubiquitous Robotic Companion) は、ネットワーク基盤サービスロボットのことを指す。外部のセンサーネットワーク利用やサービスの遠隔操作により、ロボットの機能やサービスの向上を促し、いつでもどこでも必要なサービスを提供してくれるロボットを目指している。このURCの取り組みの中で、URC基盤技術の標準化についても検討が行われている。
日本	RTミドルウェア プロジェクト	・経済産業省「21世紀ロボットチャレンジプログラム」の一環として実施された新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業「ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備」(2002年から2005年)において、産業技術総合研究所、日本ロボット工業会、松下電工株式会社によりロボット用ミドルウェアが開発された。ロボットシステムの機能要素をソフトウェア的にモジュール化し、ユーザの幅広いニーズに合わせた新しいロボットシステムを容易に構築するための基盤技術である。
	ネットワーク ロボット・プ ロジェクト	・ネットワークロボットはネットワーク技術とロボット技術を融合したロボットであり、総務省が2002年12月から2003年7月にかけて開催した「ネットワーク・ロボット技術に関する調査研究会」において提唱された。当該研究会の報告書では、ネットワーク・ロボット実現のための標準化課題と標準化時期に関し、6つの技術分野について標準化ロードマップが作成されている。また、2004年度から2008年度までの5カ年計画で、株式会社国際電気通信基礎技術研究所を中心とする研究開発が実施されている。
	次世代ロボッ ト共通基盤開 発プロジェクト	・経済産業省「21世紀ロボットチャレンジプログラム」の一環として平成17年度から平成19年度までの計画で実施されているNEDOの委託事業。次世代ロボット共通基盤技術開発の成果及びその課題を踏まえ、共通化・標準化の観点から、認識処理や制御用のデバイス及びモジュール開発を行う。また、開発したモジュールをロボットシステムに組み込むことにより有効性の検証を行う。
	ORiN協議会	・ORiN (Open Resource interface for the Network/Open Robot interface for the Network、オライン) はロボットをはじめとする各種FA機器に対する標準通信インタフェースを提供するツールであり、産業用ロボットメーカーや大学等からなるORiN協議会において開発・管理されている。製造業におけるロボットをはじめとする生産システムのオープンなデータ交換環境実現のため、必要な共通基盤技術の確立を図り、製造業の健全な発展に寄与することを目的としている。
	ロボットサー ビスイニシア チブ	・通信ネットワークを活用したパーソナルロボットによる多様なサービスの、家庭や職場に円滑な導入を推進することを目的とした、富士通、三菱重工業、東芝等の民間企業を中心とした民間組織。2004年5月に設立され、2006年10月には、ロボットとサービスを結ぶ基本的な機能のほか、ロボットの動きの制御、画像・音声のやり取り、情報・コンテンツの提供の仕組み等を規定した「RSiプロトコル仕様書1.0版」を公開している。
ユーザ指向ロ ボットオーブ ンアーキテク チャの開発	・産業技術総合研究所が2006年4月より3年間実施の、産学官連携プロジェクト。複数の次世代型ロボットのプロトタイプ開発を通じ、ロボット要素技術(省電力高性能プロセッサ、実時間Linux、分散コンポーネント型シミュレータ、アクティブRF-ID、3次元視覚、雑音下での音声認識、2足歩行技術等)をRTミドルウェアで再利用可能なロボット機能部品としてモジュール化する。モジュール群とその規範・仕様およびロボットシステムのアーキテクチャは公開され、これらの組み合わせによって新たなロボット製品が効率良く開発できる環境を整える。	

## 第 III 部 研究開発動向

第 III 部では、研究発表されている論文から各大学、各研究機関、各国の研究開発動向を分析する。また、実際に製品化された商品や技術について、ニュースやプレスリリースとして発表された記事から分類し、研究開発動向をまとめる。

### 第 1 章 分析対象

非特許文献の調査対象としては、IROS (IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems)、ICRA (IEEE International Conference on Robotics and Automation) の二つの国際会議を対象に調査することにした。いずれの文献も特許調査に合わせて 1999 年から 2005 年までの 7 年間分を対象範囲としている。IROS に関しては、IEEE(the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)が提供する検索システム IEEE Xplore<sup>1</sup>を使用し、全 3544 件の論文の抽出を行った。ICRA については、(独)科学技術振興機構が提供する JDream II<sup>2</sup> のコマンドラインデータベース検索を使用して検索を行った。対象とする期間の ICRA に掲載された論文は 4,863 件のデータが登録されており、そのうち、今回の注目技術分野に対応する検索キーワードを用いて検索した結果、ICRA で発表された論文のうち、調査対象として抽出されたものは合計 2,150 件(全体の 43.8%に相当)となった。以上の検索により、調査対象範囲は合計 5,694 件とした。各文献の抄録を読み込み、特許文献調査と同様の技術区分に対して、分類を行った。

### 第 2 章 論文件数の全体動向、技術区分別動向

前述のように取得した IROS および ICRA での発表文献合計 5694 件について、技術区分別に分析を行なった。分類結果全体を、図 III-1に示す。

また、IROS の発表文献全体(対象文献数 3544 件)の大区分別に発表件数の年ごとの動向を図 III-2に示す。なお、実際の件数よりも多い全数で 3862 件となっているのは、一つの文献が複数の技術分野に分類されているためである。

IROS 全体での発表件数は増加傾向にあり、特に智能化技術に関する発表が増えており、2000 年以降は約 40%と調査対象期間を通じて常に多い。一方で、制御技術に関する発表件数は、隔年で大きく変化する傾向があるものの、平均して 100 件前後である。従来は制御技術が占める割合が多かったものの、全体の発表件数が増えたことに伴い、相対的に発表件数における制御技術の割合が減少している。なお、部分構造技術に関しては、全体構造技術とほぼ同じ傾向があり、約 20%と安定した件数になっている。また、コミュニケーション技術に関しては、2001 年までは毎年 30 件程度だったもののそれ以降増加に転じている。

<sup>1</sup> <http://ieeexplore.ieee.org/> を利用

<sup>2</sup> <http://pr.jst.go.jp/jdream2/> を利用

図 III-1 IROSおよびICRA発表文献の技術小区別件数（1999年～2005年の累計）

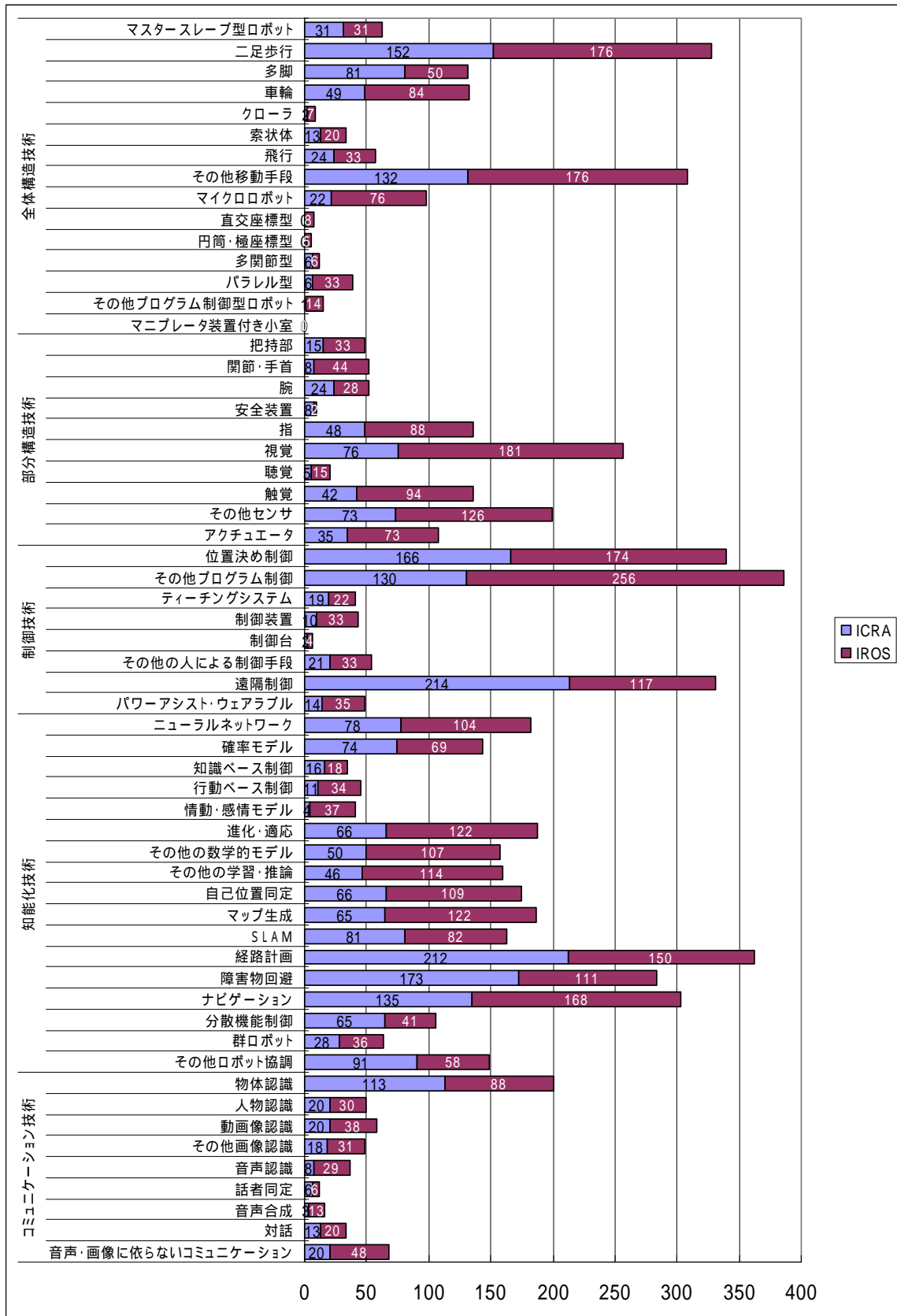
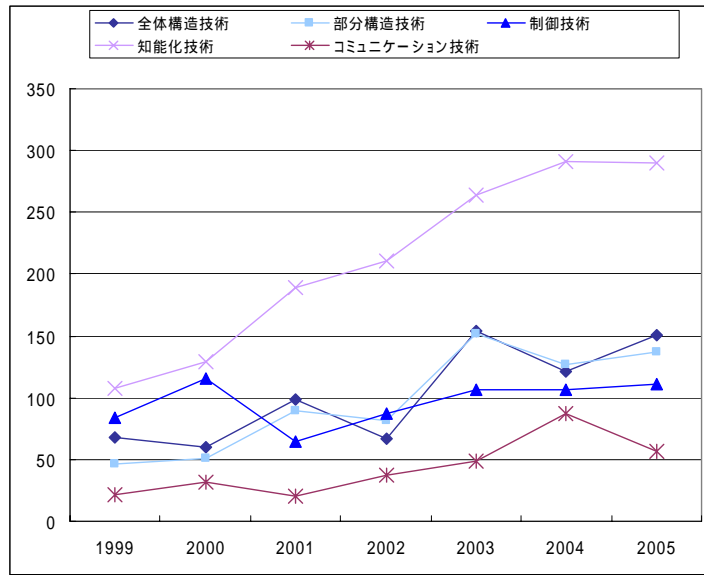


図 III-2 技術大区分ごとの発表文献数推移 (IROS)

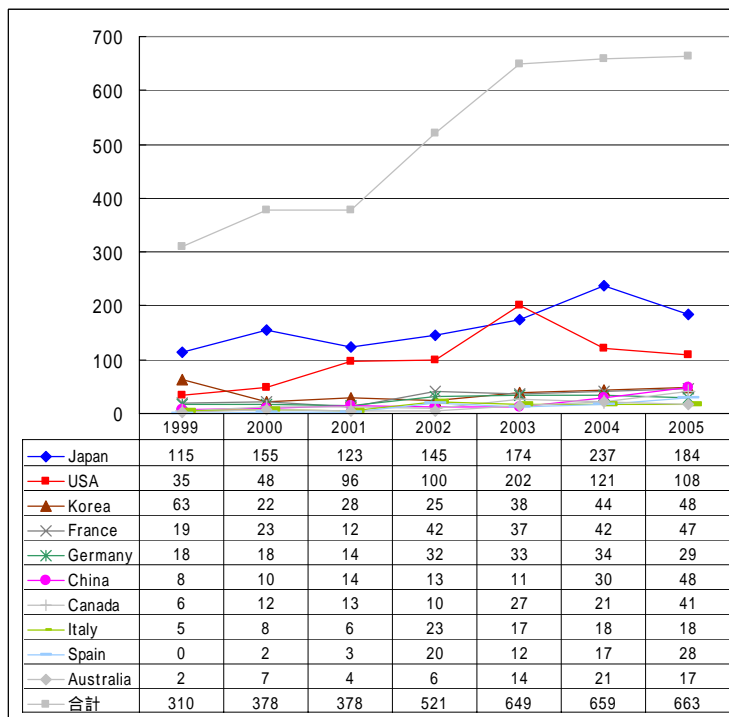


### 第3章 研究者所属機関国籍別論文数推移 (全体、技術区分別)

#### 第1節 研究者国籍

IROS での各国の発表件数の推移を図 III-3に示す。日本、韓国からの発表が増加傾向にある。中国は2004年以降の増加が目立っている。ただし、会議の開催地により各国の発表件数に偏りがある。例えば、1999年はソウルで開催されたため、韓国からの発表件数が非常に多い。また、2004年は仙台で行なわれたため、日本から発表が圧倒的に多かった。また同じアジア内のためということで、中国からの発表も増えた年でもある。

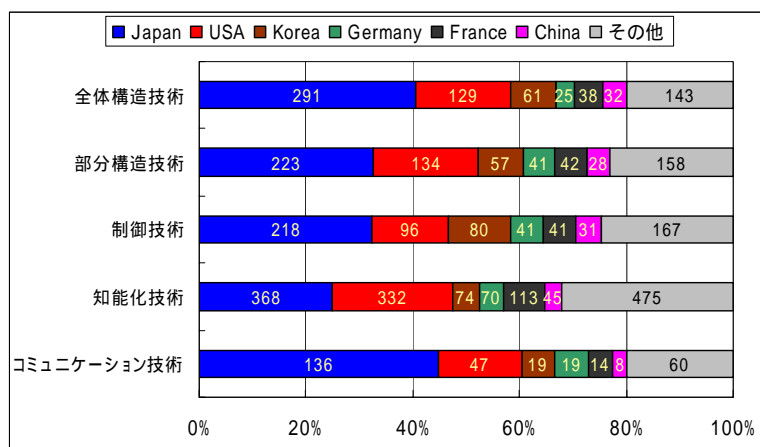
図 III-3 IROSにおける発表件数の国籍別推移



## 第2節 技術区分別国籍

発表件数の上位6カ国（日本、米国、韓国、フランス、ドイツ、中国）の傾向を図 III-4にまとめた。日本は知能化技術を除く各技術区分に分類されている件数の30%から45%程度を占めている。特にコミュニケーション技術においては、他国よりも発表が多い。一方、知能化技術に関しては、日本と米国は25%前後の割合を占めているが、フランスが占める割合も他の技術と比較して、比較的高い。制御技術に関しては、米国が他の項目と比較して少なく、韓国が占める割合が高い。中国からの発表も比較的多い。

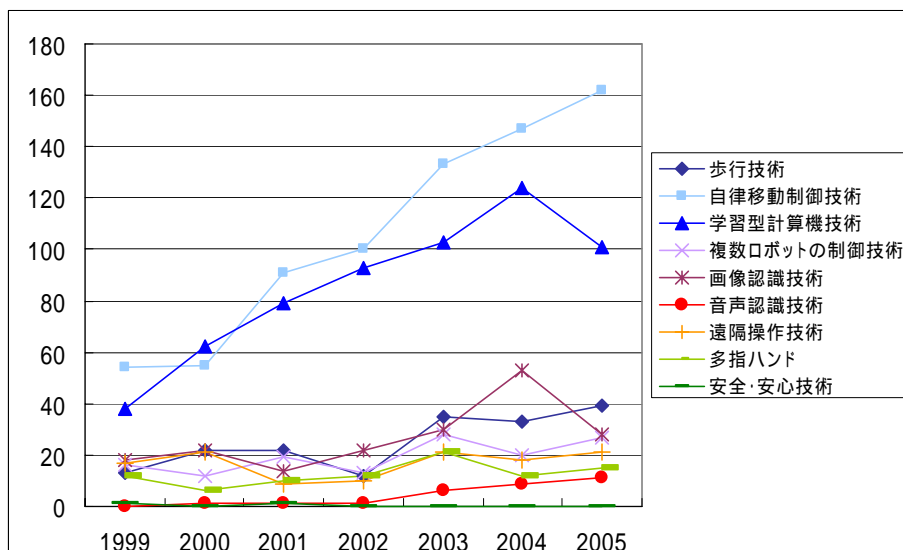
図 III-4 技術大区別に占める国籍の割合 (IROS)



## 第4章 注目研究開発テーマの研究者所属機関国籍別論文数推移

特許動向分析と同様に9つの注目研究開発テーマ（歩行技術、自律移動制御技術、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、多指ハンド、安全・安心技術）を設定し、対応する技術区分への発表文献の動向により分析する。注目研究開発テーマそれぞれ9技術に関する発表文献件数の推移を図 III-5に示す。

図 III-5 注目技術分野推移 (IROS)



- ・ 自律移動制御、学習型計算機技術については全体として大幅な増加傾向にある。
- ・ 画像認識技術に関しても 2005 年に減少しているものの増加傾向にある。
- ・ 歩行技術に関しては 2002 年から 2003 年にかけて増加し、その後は横ばいである。
- ・ 多指ハンドは 10 件から 20 件の範囲に入っており傾向としてはほぼ横ばいである。
- ・ 複数ロボット制御や遠隔制御に関しては 2002 年、2004 年において減少が見られる。
- ・ 音声認識については、2003 年以降増加傾向にあるもの、全体としては少ない。
- ・ 安全・安心技術は発表件数が極端に少ない。

## 第 5 章 研究機関ランキング

大学、国の研究機関別に発表件数を集計した。

大学としては東京大学が圧倒的に多く、全体の発表件数の 5% を占めている。20 位以内に日本の大学 8 校が入っている。米国では、カーネギー・メロン大学、UCLA、MIT の 3 大学が多い。韓国については、大学よりも KAIST、KIST といった国の研究機関からの発表が多い。

研究機関としては、韓国の KAIST および KIST、日本の産業技術総合研究所、フランス INRIA が圧倒的に多い。

表 III-1 IROSの発表文献研究機関別ランキング（大学編）

順位	団体名	国	合計
1	東京大学	日本	151
2	カーネギー・メロン大学	米国	98
3	大阪大学	日本	81
4	東京工業大学	日本	77
5	東北大学	日本	60

表 III-2 IROSの発表文献研究機関別ランキング（研究機関編・上位5位）

順位	団体名	国	総計
1	KAIST	韓国	63
2	産業技術総合研究所	日本	55
3	INRIA	フランス	43
4	KIST	韓国	38
5	ATR	日本	19

## 第 6 章 注目製品開発市場投入動向分析

本章ではニュースやプレスリリースから見られる近年のロボットの開発、市場投入動向をまとめる。

産業用ロボットは多くが単機能のワークロボット、および搬送用ロボットなどであり、小型化・低価格化・能力強化などの洗練に進んでいる。

家庭用ロボットでは家電メーカーを中心としたコミュニケーション・ロボットと、玩具メーカーなどによる組立式のロボット・キットが数多く発表されている。この分野に関しては、自律型家庭用向けのロボットとして 1999 年に市販された AIBO の影響が大きい。また、2000 年の ASIMO の発表と、2001 年は様々なイベント（国際ロボット展、ロボカップジャパンオープン、災害救助用のロボットコンテスト等）もあり、ASIMO を追いかけるように、2001 年には 2 足歩行ロボッ

トや2足歩行玩具が多く発表された。

一方で、人型ロボットを外部研究機関や研究所に販売・レンタルし、プラットフォームとしてオープンソース的なアプローチによって開発を加速させようという試みも始まった。人型ロボットは組み立て式のロボット・キットも多く発売されており、この分野への関心の高さが伺える。

実用化ロボットとしては2001年には初めて掃除ロボットが開発されている。また、セキュリティ分野では高額ながらも実サービスとして運用がいち早く進んでいる。医療用途および災害救助用途では、それぞれ下肢のリハビリや瓦礫下の調査など、具体的な状況に対応したロボットが中心に発表されている。最後にデモンストレーション用途では、依然として人型ロボットへの注目の高さが見られる。

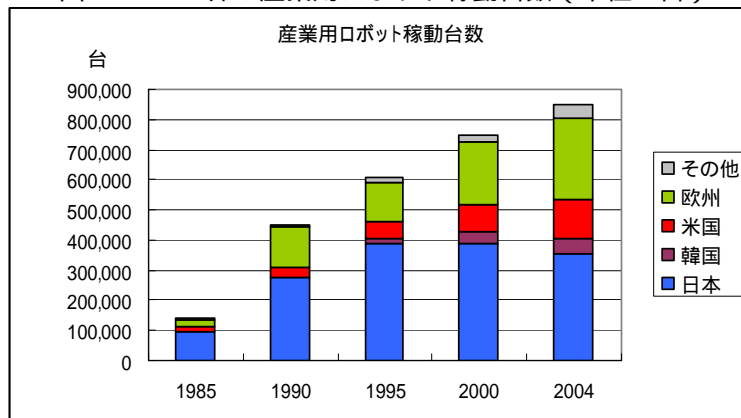
## 第IV部 市場、政策動向分析

### 第1章 市場環境分析

#### 第1節 世界の産業用ロボット市場

世界の産業用ロボット稼働台数の推移を図IV-1に示す。世界のロボット市場は、日本、欧州、米国、韓国で90%以上を占めており、世界規模での産業用ロボットの稼働台数は年々増加している。日本は産業用ロボットの稼働台数は1985年には世界の67%を占めていたが、2000年をピークに2004年には4割に落ち込んでいる。特に2000年から2004年の間に10%下がっている。その理由としては、1990年以降のバブル崩壊による過剰設備への反動（国内設備投資の減少）、ユーザ産業のアジアを中心とした生産工場の移転に伴い国内ロボット市場が縮小したことなどが伺える。

図IV-1 世界の産業用ロボット稼働台数（単位：台）



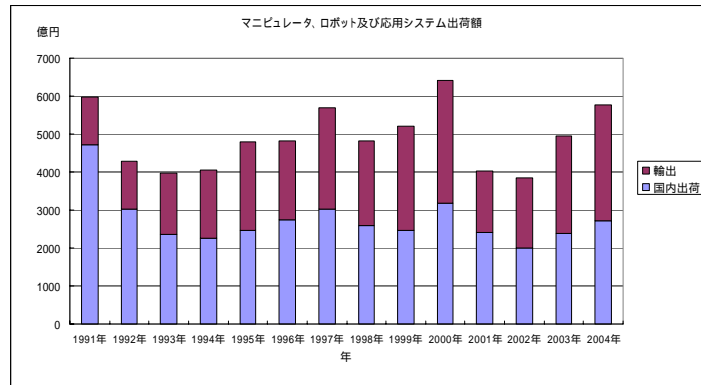
（マニュアルマニピュレータ、シーケンスマニピュレータを除く）

出展：日本ロボット工業会 HP(<http://www.jara.jp/>)よりMRI作成

#### 第2節 日本の産業用ロボット市場

ロボットの出荷額は、好況と不況の波との相関が高い。出荷額のピークは2000年であり、これはIT需要が起きていた時期と重なる。2001年、2002年にはIT不況となり、ロボット出荷額も同時に落ち込んでいるが、その後の景気の回復と合わせて、ロボット出荷額も輸出を中心に復調している。

図 IV-2 産業用ロボットの国内外出荷額推移



出典：社団法人日本ロボット工業会「マニピュレータ、ロボットに関する企業実態調査報告書 2005」を元に MRI 作成

### 第3節 海外のサービスロボット市場

国際ロボット連盟（IFR:International Federation of Robotics）によると国際的なサービスロボットの市場は、企業向けは 2006～2009 年に防衛、レスキュー、セキュリティ関連が伸びるといふ予測がある。また、パーソナル向けは、2006～2009 年に掃除機・芝刈り機が現時点（2005 年現在）の 2 倍、エンターテイメント・レジャーロボットが 1.5 倍に増えるという予測になっている。

### 第4節 日本のサービスロボット市場

これまではロボット市場は産業用が中心であったが、今後 2005 年までに生活分野や医療・福祉分野への需要が飛躍的に伸びるとされ、2010 年には総額約 2.9 兆円、2025 年には総額約 6.2 兆円と予測されている（次世代ロボットビジョン懇談会）。

ただし、現状ではサービスロボットの市場は黎明期と言われている。その原因としては、「一定規模の消費者に受け入れられる機能を有し、製造者が開発コストに見合う収益を上げられる価格設定が可能となる『先行用途』を見出しきれていない点にある」と新産業創出のためのアクションプログラム（経済産業省）では指摘されている。特に家庭用ロボットでは潜在需要規模や期待水準の高さと、価格面・安全面を考慮したロボットの供給はもう一步とされている。家庭用ロボットが普及するためには、安全面のみならず、メンテナンスが各家庭で簡単に行えるような構造や、故障の際のサポート体制が家電製品並みに行えることも必要と考えられる。

## 第2章 自治体とイベント動向

自治体でロボット産業を熱心に推進しているエリアは、東京、神奈川、名古屋、岐阜、滋賀、大阪、兵庫（神戸）、福岡、北九州である。また、ロボットの大きなイベントとしてのロボカップは日本の研究者が提唱し、2050 年にサッカーのワールドカップ・チャンピオンチームと試合をして勝つ人型ロボットを目指して 1997 年より毎年開催されており、まだサッカーの試合までは至らないものの 2000 年以降のロボットの毎年の進歩は著しいものがある。また、国際ロボット展では 1990 年代は産業用のロボットの展示が多かったが、2001 年には、産業用ロボットが中心ではあるものの、いくつかのエンターテイメントロボットが登場しはじめた。ロボットのイベントは 2004 年ころから盛んになり、2005 年の愛知万博ではさらにロボットが人間の身近なものとして印

象付けられるようになった。

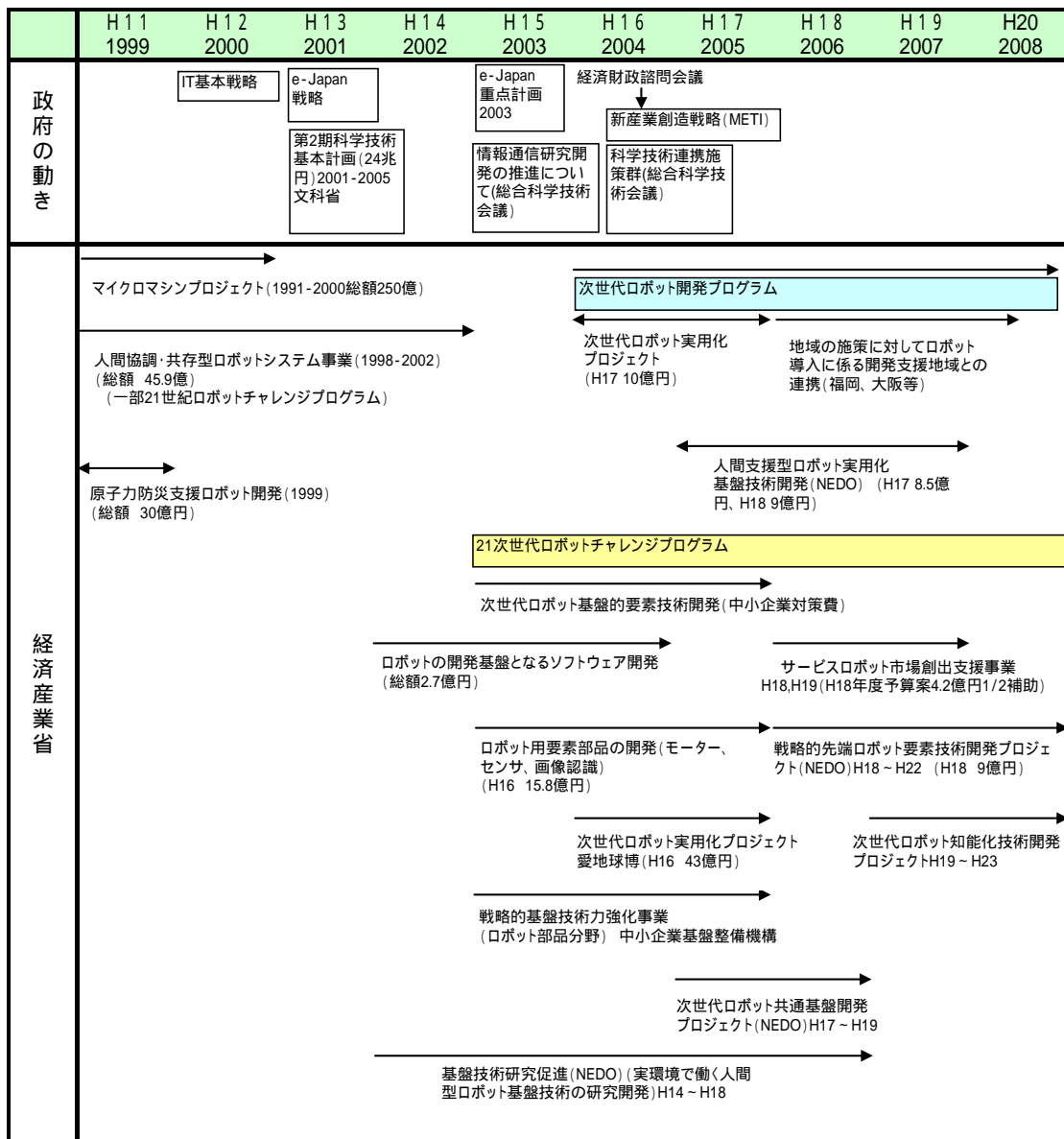
### 第3章 政策動向分析

#### 第1節 日本国内の科学技術関連政策

1970年代後半から1991年までロボット産業は世界トップレベルの産業用ロボット技術を有し、日本は「ロボット大国」と位置付けられてきた。以前のロボット政策は、各省庁別に研究開発を中心とした取り組みが行われてきており、大学などの研究機関においても市場ニーズとは別に研究課題が設定されて研究が進められてきた。しかし、少子高齢化等による労働力不足や、熟練労働者の人材不足などの問題に対して、次世代ロボットで活路を開くという背景から、総合科学技術会議において「人間と共存するロボット技術」が戦略的研究開発課題とされた。これを皮切りに、政府主導型、省庁連携での次世代ロボット技術の開発が推進されるようになってきた。

以下に、各省庁の主なロボットプロジェクトを示す。

図 IV-3 経済産業省の主なロボットプロジェクト変遷





製品、サービスを可能にする基盤技術の開発である。欧州ではロボット技術を多様なサービス間の選択の組合せを媒介する「インタフェース技術」として位置づけていることが特徴的である。すなわち、ロボットを歩行や把持などの人の基本的な動作能力を模倣するようなヒューマノイドとしてではなく、人を支援する道具として捕らえている。

### 第3節 米国の科学技術関連政策

2001年9月の同時多発テロ以降、国家安全保障が科学技術政策の中核となり、科学技術政策予算の配分はその傾向が現在でも色濃く出ている。従ってロボット分野でも、軍事と宇宙に関連するロボット技術の開発がDARPA(国防総省国防高等研究事業局)などの防衛関連組織によって多く行われている。

軍事あるいは宇宙以外の用途のロボットに関する予算規模は、全米科学財団(NSF)からの助成金が減少し続けており、現在は1,000万ドル以下となっている。(世界技術評価センターWTEC)

### 第4節 韓国の科学技術関連政策

韓国のロボットの科学技術政策はまだ浅く、1999年に韓国の技術経済分野におけるロボット技術の重要性の意識が高まり、2002年に科学技術省によるロボティクス研究会が発足し、国家レベルの研究が盛んになったところである。2003年には、科学技術省(MOST)において、21世紀フロンティア R&D プログラム(Frontier21)の一つとしてヒューマンライフサポートにおける知能ロボットプロジェクトが開始された。

現在、情報通信省(MIC)においては、ITベースの知能サービスロボットに関する研究開発プロジェクトが遂行されている。通商産業省(MOCIE)では、クリーニングやセキュリティ、監視、教育を含むホームサービスロボットや、先端的な製造プロセスのためのロボット、フィールドロボットの研究開発プロジェクトが遂行されている。

### 第5節 中国の科学技術関連政策

中国の代表的な国家的ロボットプロジェクトは1986年の3月に鄧小平が遂行した「863プログラム(ハイテク研究発展計画)」と呼ばれるハイテクプログラム制度のもとで推進されている。ロボット技術は「先端製造・オートメーション」技術分野のサブプログラムであり、大学・国立研究所の参画のもと国家規模で行われている。このプログラムのロボット分野は、基礎研究(多指ハンド、ヒューマノイド、生物模倣ロボット)から応用ロボット(産業用ロボット、屋内/外サービス/メンテナンスロボット、検査ロボット、土木作業ロボット、農業/林業ロボット、医療福祉ロボットなど)まで幅広い分野を扱っている。

863プログラムのほか、中国の政策における5ヵ年計画でも中国独自の産業用のロボットについて研究開発が推進されている。2001年からの「第10次5ヵ年計画」では、ハルビン工業大学ロボット技術有限公司においてサービスロボットやペットロボットの開発、上海交通大学ロボット研究所では自律行動型の掃除ロボット(掃除ロボット隊)の開発、ハルビン工業大学では人との会話が可能な知能サービスロボット、二足歩行ロボットの研究開発、中国化学技術隊では、深海探査用ロボットの開発及び応用プロジェクト、など具体的なロボットプロジェクトが推進されている。

## 第 V 部 前回調査の検証

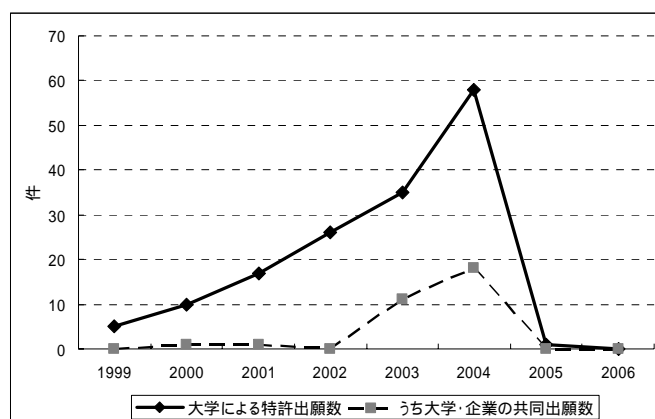
### 第 1 章 「学術研究と実用化技術開発の融合」の検証

平成 13 年以降に立ち上げられた国プロジェクトのうち、産学連携での取り組みとなっているものは、例えば「次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト」、「次世代ロボット実用化プロジェクト」等多数見られる（図 IV-3）。

また、特許出願状況でみると、バイドール政策や TLO の整備が進んだこともあり、本調査の対象においても、大学の特許出願が増加している。その中で 2003 年以降、産学が共同出願となっている特許も着実に増加している傾向が見られる。

こうした点からみて、学術研究と実用化技術開発の融合は着実に進んでいると考えられる。

図 V-1 本調査の対象における大学と企業の特許共同出願数の推移



### 第 2 章 「実用化までの長期一環プロジェクト」の検証

平成 13 年以降、実用化を目的とした国プロジェクトが多数実施されている。このうち、21 世紀ロボットチャレンジプログラムの一環として実施されている「サービスロボット市場創出支援事業」、「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト」等が実用化までを睨んだ一環プロジェクトとして位置づけられる（図 IV-3）。

また、実用化という観点では、「次世代ロボット実用化プロジェクト」において、愛知万博のプロトタイプロボット展への展示を意識した多くの実用化製品が産出されており、実際に市場化されたロボットも見られる。

こうした点からみて、「実用化までの長期一環プロジェクト」についても着実に実施が進んでいると考えられる。

### 第 3 章 「対人安全に関する技術アセスメント」の検証

注目研究開発テーマとして選定した「安全技術」に関して、日本国籍の出願状況をみると、図 II-12 で示した通り増加傾向にある。また、図 II-15 でみたように、産業用ロボットに関しては人と同室で安全に作業をするための技術、サービスロボットに関しては、2002 年以降、脚式歩行ロボットに関して安全性を確保する技術に対する出願が見られる。

また、愛知万博の運営、万博を通じて、事故時や安全性評価に不備があった場合の関係者（メーカー（部品やソフトウェア・メーカーを含む。）、ユーザー、保険事業者等）間の責任分担の明確化等いくつか課題が抽出された。抽出された課題を踏まえて、経済産業省ロボット政策研究会では、ロボット導入に対する安全性の確保は、ロボット導入に効用があることを前提とし、設計段階で可能な限りリスクを減らした上で、残るリスクに対しては、誤作動防止等の安全防護措置等を講ずることが必要であるとしている。そして、万が一事故が生じた場合に対応すべく、製造物責任法における責任関係等について、事例を踏まえ、さらに検討を進めることが必要であるとし、安全性を確保するため、「次世代ロボット安全性確保ガイドライン」（仮称）を策定することが必要とされており、今後の検討が予定されている。

このように対人安全に関する技術、制度が整いつつあり、「対人安全に関する技術アセスメント」についても着実に実施が進んでいると考えられる。

#### 第4章 要素技術の深い研究

図 II-12で示した通り、1999年～2001年までの日本国籍特許出願件数と2002年～2004年までの日本国籍特許出願件数の伸び率でみると、「歩行技術」、「複数ロボットの制御技術」、「多指ハンド」分野で顕著な増加が見られる。それ以外の分野でも、「学習型計算機技術」、「音声認識技術」以外は増加傾向となっており、要素技術の研究が進捗していることが伺える。また、出願件数でみても、図 II-12で示した通り、米国籍、欧州国籍と比較すると複数ロボットの制御技術を除き、日本国籍の特許が最も多数の出願数となっている。こうした点からみて、「要素技術の深い研究」についても着実に実施が進んでいると考えられる。

#### 第5章 インフラ整備

サービスロボットについては、人間とロボットが共存するために、ロボットの導入しやすい環境整備作りを志向したインフラ整備は欠かせない。しかしながら現時点では、サービスロボットがまだ十分に生活空間に浸透していないこともあり、インフラ整備を行うまでに至っていない。

ただ、実験レベルでは、ロボットと人間の共存するための様々な試みが行われている。例えば、総合科学技術会議科学技術連携施策群次世代ロボット連携群「次世代ロボット共通プラットフォーム技術」では、ICタグやGPS、センサ等を環境側に埋め込むことでロボットが動作するための情報を提供等の「環境の情報構造化」に関する研究がいくつか行われている。具体的には、福岡市で行われている「ロボットタウン」では、同市内のアイランドシティを研究開発フィールドとして実験住宅の建設や、道路、公園にセンサ類を埋め込んだ環境整備が進んでいる。大阪市でも「人がどこにいるのか」をセンサやカメラで認識し、「周囲の状況」や「その人の行動」を抽出する研究が行われている。

また、岐阜県各務原市では、ロボットと人間が共存する具体的な社会システムや社会技術の設計原理を創造するロボットハウスの研究が行われている。

以上のように、現時点ではまだインフラ整備は進んでいないものの、実験・研究レベルでは様々な試みが行われている。今後の進展が期待される場所である。

## 第 VI 部 総合分析

### 第 1 章 調査結果のまとめ

調査結果のまとめを以下の表 VI-1に示す。

表 VI-1 調査結果のまとめ

項目		調査結果のまとめ
技術動向	特許動向 (特許文献)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロボット分野の特許文献18546件を対象に、読み込みによる各技術区分(要素技術5大区分25中区分59小区分、応用技術1大区分3中区分33小区分)への分類を行い、それら技術区分(大中小)、出願地域(日米欧)、出願人国籍(日米欧)に着目して集計・分析を行った。</li> <li>・調査期間におけるロボット分野の累積出願件数は、出願地域別では日本国特許庁への出願件数が最も多く(13,276件)、次に米国特許庁(7,302件)、欧州特許庁(3,945件)と続いている。一方、累積登録件数では米国特許庁(1,697件)、日本国特許庁(1,297件)、欧州特許庁(649件)の順である。</li> <li>・要素技術の5大区分別の累積出願件数は、多い方から順に、把持機構や関節等の部分構造技術、制御技術、二足歩行ロボットの構造等のロボット全体に関わる全体構造技術、コミュニケーション技術、知能化技術となっている。どの技術区分についても日本国籍からの出願件数が他の国籍よりも多く、日本がロボット分野で世界を牽引している様子が伺える。</li> <li>・本調査で設定した9つの注目研究開発テーマでは、日本国籍について、歩行技術、多指ハンドへの累積出願件数および出願件数の伸びがいずれも大きい。また、音声認識技術、自律移動制御技術、画像認識技術、学習型計算機技術、安全技術についても累積出願件数は多い。米国籍では、画像認識技術、自律移動制御技術、複数ロボットの制御技術、遠隔操作技術に関する特許の出願件数および伸びが大きい。欧州からは、いずれの区分もそれほど多くの特許出願が行われていない。</li> </ul>
	研究開発動向 (非特許文献)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非特許文献に関しては国際学会 IROS、ICRAでの発表文献を調査対象にした。</li> <li>・知能化技術に関する発表が増えており、調査対象期間を通じて常に多い区分である。一方で、制御技術に関する発表件数は、隔年で大きく変化する傾向があるものの、平均して100件前後である。従来は制御技術が占める割合が多かったものの、全体の発表件数が増えたことに伴い、相対的に制御技術の割合が減少している。</li> <li>・国籍別では、日本、韓国からの発表が増加傾向にある。中国は2004年以降の増加が目立っている。日本はコミュニケーション技術において、他国よりも発表が圧倒的に多い。知能化技術に関しては、日本と米国は25%前後の割合を占めており、フランスが占める割合も他の技術と比較して、比較的高い。制御技術に関しては、米国が占める割合が他の技術と比較して少なく、韓国が占める割合が高い。中国からの発表も比較的多い。</li> </ul>
基本・重要特許動向		<ul style="list-style-type: none"> <li>・基本・重要特許分析では注目研究開発テーマとして、歩行技術、自律移動制御技術、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、遠隔制御技術、多指ハンド技術、安全技術の9つを設定し、特許文献を詳細に読み込むことで技術の変遷等を分析した。</li> <li>・歩行技術では、リアルタイムに歩容を生成する技術や外乱(床の凹凸やロボットの撓み、摩擦等)に対応する技術について、本田技研工業やソニー、また近年ではトヨタ自動車等からの出願が見られた。</li> <li>・安全技術では産業用ロボット分野におけるロボット自体の危害防止・低減技術、あるいは人とロボットが共存した環境下での安全技術に加えて、サービスロボットを想定した安全技術に関する特許の出願が見られた。</li> </ul>
政策動向		<ul style="list-style-type: none"> <li>・1970年代後半から日本のロボット産業は世界トップレベルの産業用ロボット技術を有し、日本は「ロボット大国」と位置付けられてきた。以前のロボット政策は、各省庁別に研究開発を中心とした取り組みが行われてきており、大学などの研究機関においても市場ニーズとは別に研究課題が設定されて研究が進められてきた。しかし、少子高齢化等による労働力不足や、熟練労働者の人材不足などの問題に対して、次世代ロボットで活路を開くという背景から、総合科学技術会議において「人間と共存するロボット技術」が戦略的研究開発課題とされ、政府主導型、省庁連携での次世代ロボット技術の開発が推進されるようになってきた。</li> <li>・欧州においても高齢化による労働力不足の担い手としてロボットへの期待が高く、FP6の戦略的テーマである「先進的ロボット工学」の目的は、消費者、家庭、娯楽といった広範な市場での製品、サービスを可能にする基盤技術の開発である。</li> <li>・米国では、2001年9月の同時多発テロ以降、国家安全保障が科学技術政策の中核となり、科学技術政策予算の配分はその傾向が現在でも色濃く出ている。従ってロボット分野でも、軍事と宇宙に関連するロボット技術の開発がDARPA(国防総省国防高等研究事業局)などの防衛関連組織によって多く行われている。</li> </ul>
市場動向		<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界のロボット市場は、日本、欧州、米国、韓国で90%以上を占めており、世界規模での産業用ロボットの稼働台数は年々増加している。日本は産業用ロボットの稼働台数は1985年では世界の67%を占めていたが、2000年をピークに2004年では4割に落ち込んでいる。特に2000年から2004年の間に10%下がっている。その理由としては、1990年以降のバブル崩壊による過剰設備への反動(国内設備投資の減少)、ユーザ産業のアジアを中心とした生産工場の移転に伴い国内ロボット市場が縮小したことなどが伺える。</li> <li>・ロボットの出荷額は、好況と不況の波との相関が高い。出荷額のピークは2000年であり、これはIT需要が起きていた時期と重なる。2001年、2002年にはIT不況となり、ロボット出荷額も同時に落ち込んでいるが、その後の景気の回復と合わせて、ロボット出荷額も輸出を中心に復調している。</li> </ul>

## 第2章 日本が取り組むべき課題、目指すべき研究開発、技術開発の方向性

### 【提言1】注目研究開発テーマの技術開発の深度化

注目研究開発テーマのうち、日本は多くの分野で欧米に比べて優位性を確保している。特に歩行技術や多指ハンド分野で優位性が顕著であるが、その一方、複数ロボットの制御技術や遠隔操作技術に関してはやや米国に遅れをとっているように見受けられる。注目研究開発テーマは、今後産業用ロボットはもとより、サービスロボット、特殊環境用ロボットの実用化、市場拡大を目指す上で非常に重要な技術である。産業競争力確保の観点からも、今後も、さらなる技術開発の深度化が必要である。

### 【提言2】サービスロボット分野の強化

#### 1. ロボット要素・ソフトウェアの標準化、および標準化技術の活用

ロボット開発の低コスト化・短時間化の実現、企業規模によらないロボット関連企業による開発競争力の強化、および海外市場における日本の高度なロボット技術の利用を促進するため、日本主導でのロボット要素・ソフトウェアの標準化活動を継続するとともに、RT ミドルウェア等の標準化技術を利用した研究開発を推進することが重要である。

#### 2. 応用技術開発の強化

サービスロボットの市場普及においては、ロボットの要素技術のみではなく、利用シーンや消費者のニーズに応じた周辺技術、応用技術の研究開発も重視する必要がある。

### 【提言3】産業用ロボット分野の更なる強化

アジア地域での産業用ロボット市場の成長の見込み、国内でのセル生産等の新規生産システムの導入ニーズを踏まえ、「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト(NEDO)」等により実施されている次世代産業用ロボット技術の研究開発をさらに促進させ、ロボット導入に係る時間短縮および生産工程の精度向上を目指す。