

平成 1 6 年度 特許出願技術動向調査報告書

回転機構の振動防止 (要約版)

< 目次 >

第 1 章 調査概要	1
第 2 章 特許動向	3
第 3 章 政策動向	18
第 4 章 市場動向	19
第 5 章 研究開発動向	20
第 6 章 日本の課題と目指すべき方向性	25

平成 1 7 年 3 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章 調査概要

第1節 調査目的

特許情報から技術全体を俯瞰し、経済情報、産業情報を踏まえた技術開発の進展状況、方向性を把握することは、特許庁における審査体制の構築や的確かつ効率的な審査等のための基礎資料を整備する上で必要である。また、今後、我が国の産業が持続的に発展していくためには、新規事業の創出が不可欠であり、そのためには、企業、大学、公的研究機関等の技術開発を支援していく必要がある。特許情報はこれら企業等が研究開発動向を把握し、技術開発の方向性を決定していく上でも重要なものである。そこで、本調査では回転機構の振動防止技術について、前記目的の調査を行った。

内燃機関の構成部品であるクランク軸、それに接続するクラッチやトランスミッションの回転伝動部材、その他回転機械のロータは、その設計、製造工程において不可避に発生する不釣合いに起因して、振りや撓みが発生し、それに伴って振動が生じ、機能上、そして、環境上好ましくない影響をもたらす。近年、内燃機関のクランク軸の振動防止技術等を中心に特許出願件数は増加の傾向にもあることから、本技術動向の調査を行った。

第2節 技術概要

1. 回転機構の振動防止技術とその変遷

主な回転機構の振動防止技術の変遷を第1-1表に示す¹。本技術の研究は100年以上の歴史を持ち、あらゆる回転機械に少なからず存在する振動問題に対して、その時世に応じた技術の進歩が繰り返され、今日に至っている。技術革新によって急速な進歩が期待される分野ではないが、反面、機械力学の根幹を成す技術として、その波及範囲は広く、これからも着実な進歩が期待される。近年は、より高速、高精度の回転に加えて、機械本体の小型化、軽量化に伴う振動の防止が課題となっている。

第1-1表 主な回転機構の振動防止技術の変遷

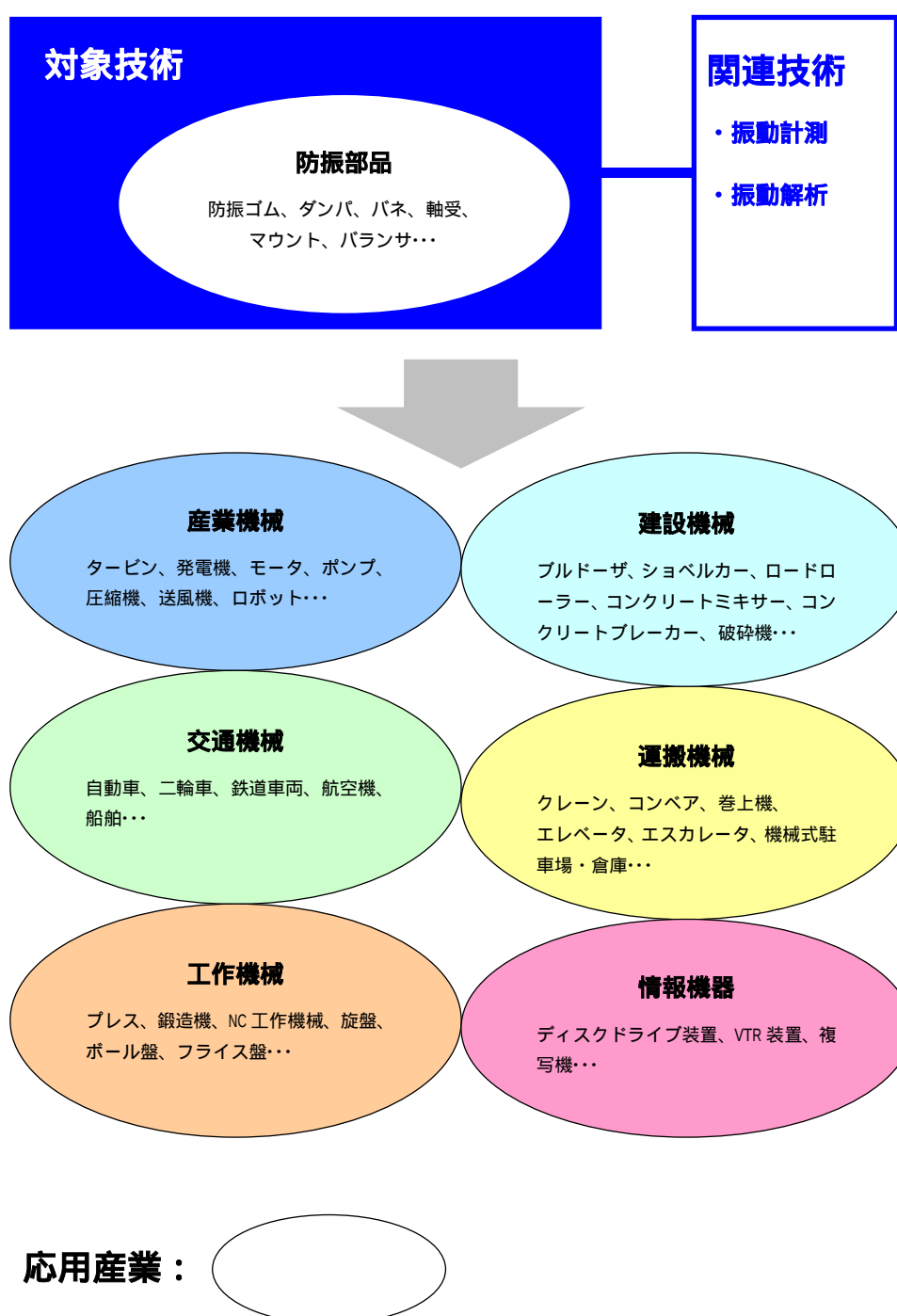
年代	事項
1960 年	・ 流体関連振動の研究活発化 ・ クラック軸振動の研究開始 ・ 伝達マトリックス法の急速な発展
1970 年	・ 有限要素法の適用 ・ 磁気軸受の研究活発化 ・ アクティブ制振法の研究活発化 ・ 振動特性解析システム、振動診断システムの開発開始
1980 年	・ スクイズフィルムダンパ軸受に関する非線形振動の研究活発化 ・ 乗心地振動シミュレーション技術の研究開始
1990 年	・ カオス振動の研究開始
2000 年	・ 目的関数を利用した最適化技術の向上

¹ 参考：「回転機械の力学」 2001 年 6 月 15 日発行，（株）コロナ社

2. 調査対象

本調査対象を示す技術俯瞰図を第 1-2 図に示す。回転機構の振動防止技術が利用される応用産業には、タービン、発電機、ポンプ等の産業機械から、自動車を中心とする交通機械、ブルドーザ、ショベルカー等の建設機械、クレーン、コンベア等の運搬機械、プレス、旋盤等の工作機械、コンピュータの付属機器であるディスクドライブ装置、VTR 装置等の情報機器に至るまで、広範囲の機械製造産業が該当する。また、防振部品の製造メーカーは前記の機械製造産業とは立場が異なるが、本調査では振動防止技術を利用する産業の 1 つとして、応用産業に位置づけた。関連技術としては、振動計測技術と振動解析技術が該当するが、防振技術と密接な関係がある場合は調査対象とした。

第 1-2 図 本調査対象を示す技術俯瞰図



第2章 特許動向

第1節 調査方法

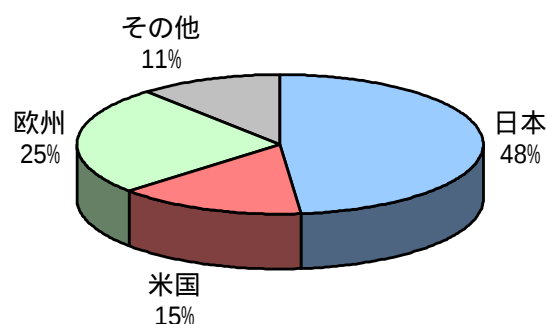
特許情報収集に使用するデータベースは、日本特許は PATOLIS、外国特許は DWPI とした。調査対象は 1989～2004 年 8 月調査時点（但し、出願件数推移は 1989～2002 年）で公開されている特許とした。外国特許については、日本以外の全ての国（但し、DWPI 未収録国を除く）で公開されている特許とした。また、日本、外国それぞれの検索結果は、複数国出願による重複を除いた上で統合した。

第2節 全体動向

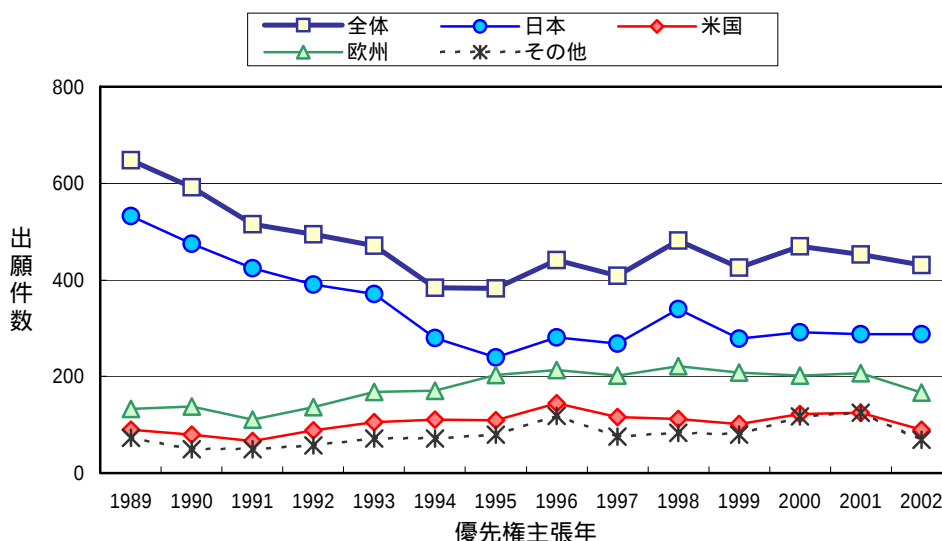
1. 全世界での出願状況

1989～2004 年（調査時点までに公開）の特許出願は、全世界で 9819 件（複数国出願の重複を除いた件数は 6614 件）、その内、日本への出願は 4746 件、米国への出願は 1465 件、欧州特許条約加盟各国および欧州特許庁（以下、まとめて欧州と記す）への出願は 2487 件、日米欧の三極以外の出願は 1121 件であった。ただし、2002 年以降の特許出願には今後公開されるものもあるため、その評価には注意を要する。また、米国への出願件数は、特許制度上、その大半が登録公報発行数であるため（原則として、1999 年までは登録公報発行数のみ、2000 年以降は一部公開公報発行数を含む）、日本および欧州への出願件数との比較には注意を要する。以下、本報告書で述べる 2002 年以降の出願件数および米国への出願件数は同様の注意を要する。出願先国別の出願件数を第 2-1 図に、出願先国別の出願件数推移を第 2-2 図に示す。第 2-1 図によれば、全世界の 48%（4746 件）が日本への出願、次いで欧州への出願が 25%（2487 件）、米国への出願が 15%（1465 件）となっている。また、第 2-2 図によれば、全体の出願件数は 1994 年まで減少し、1995 年以降は年間 400～500 件のレベルをほぼ維持している。1995 年以降は三極いずれも出願件数に大きな変化は見られない。

第 2-1 図 出願先国別の出願件数（n=9819）



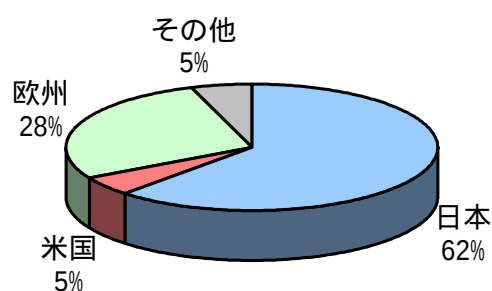
第 2-2 図 出願先国別の出願件数推移



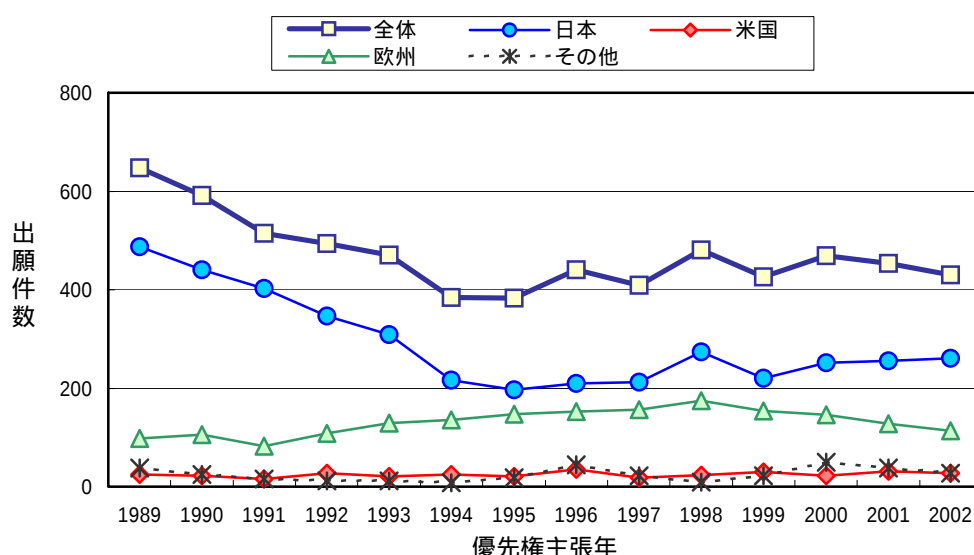
注 1) 2002 年は、調査時点で公開されていない出願が存在する可能性があるため、参考データとして扱う。
注 2) 全体件数は 1 つの Patent Family に対し、最先優先権主張年に 1 件出願されたものとして扱う。

出願人国籍別の出願件数を第 2-3 図に、出願人国籍別の出願件数推移を第 2-4 図に示す。第 2-3 図によれば、全世界の 62%（4088 件）が日本からの出願、次いで欧州からの出願が 28%（1836 件）、米国からの出願が 5%（347 件）となっている。第 2-1 図の出願先国別の出願件数と比べると、全世界に占める日本からの出願件数比率（62%）は、全世界に占める日本への出願件数比率（48%）より大きく、反対に、全世界に占める米国からの出願件数比率（5%）は、全世界に占める米国への出願件数比率（15%）より小さい。また、第 2-4 図は、第 2-2 図の出願先国別の出願件数推移とほぼ同様のトレンドを示している。

第 2-3 図 出願人国籍別の出願件数（n=6614）



第 2-4 図 出願人国籍別の出願件数推移

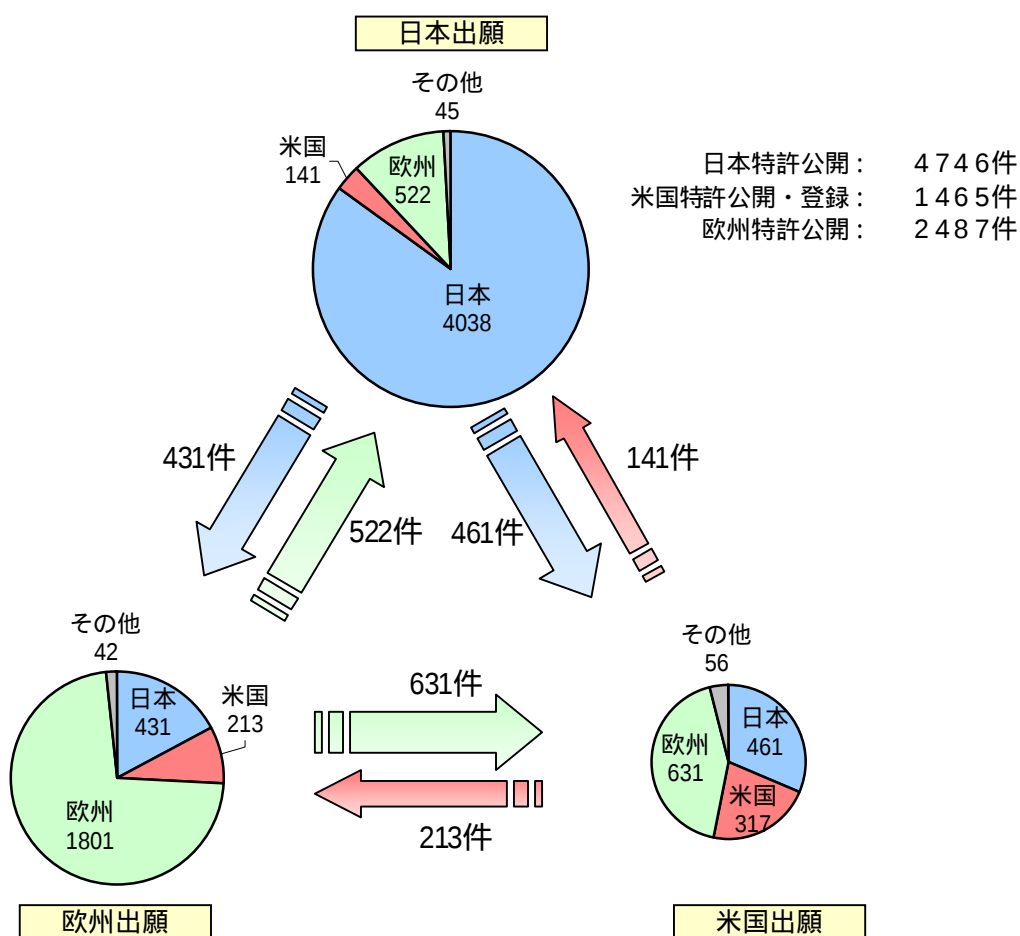


注) 2002 年は、調査時点で公開されていない出願が存在する可能性があるため、参考データとして扱う。

2．三極相互の出願状況

三極相互の出願件数収支を第2-5図に示す。日本からの出願は、日本への出願件数の85%（4038件）を占め、三極の中では最も自国への出願に占める比率が高い。また、米国への出願件数は、欧州からの出願が43%（631件）、日本からの出願が31%（461件）を占め、ともに米国からの自国出願件数比率22%（317件）を上回っている。これらの結果から、日本からの出願は日本のみで、欧州からの出願は欧州と米国において出願件数比率が最も高いことがわかる。米国からの出願件数は三極いずれにおいても日本、欧州に及ばない。

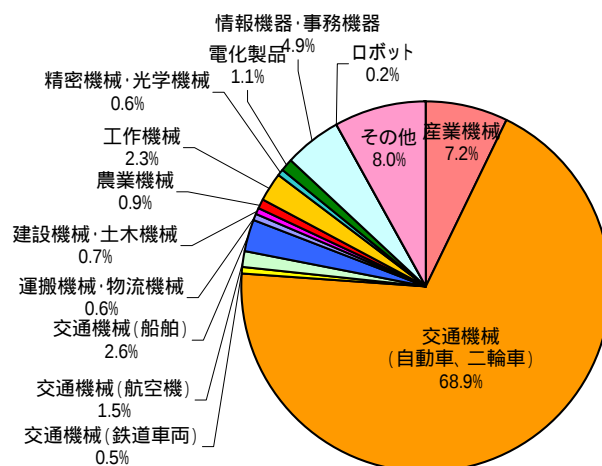
第2-5図 三極相互の出願件数収支



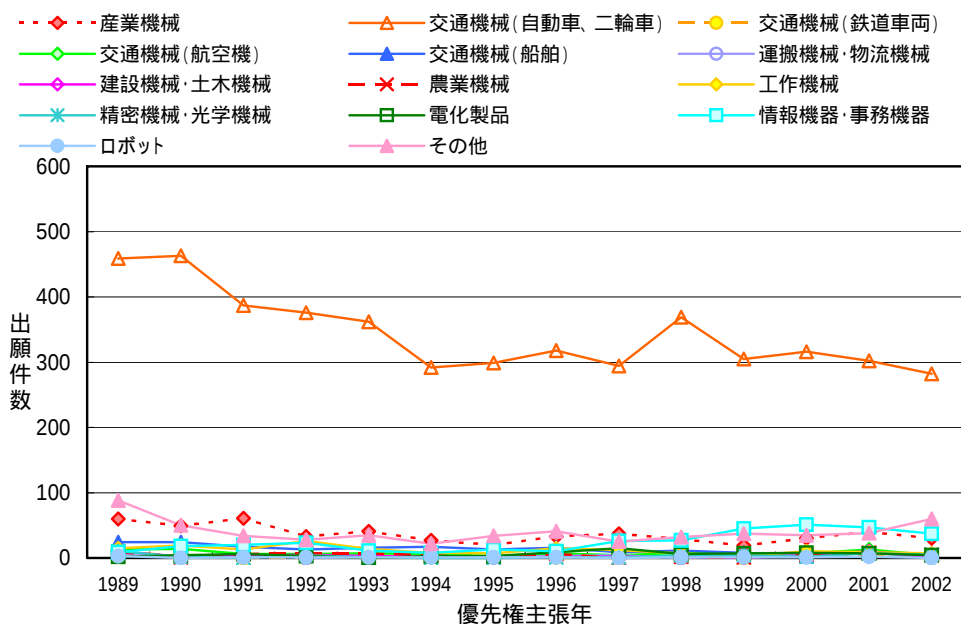
3. 応用産業別の出願状況

応用産業別の出願件数を第 2-6 図に、応用産業別の出願件数推移を第 2-7 (1) ~ (2) 図に、応用産業に関する出願人国籍別の出願件数を第 2-8 図に示す。全世界の 69% (4838 件) が交通機械 (自動車、二輪車) の出願で圧倒的に多く、次いで産業機械の出願が 7% (509 件)、情報機器・事務機器の出願が 5% (346 件) となっている。出願件数推移では、1994 年以降では、交通機械 (自動車、二輪車) は 1998 年に一時的にピークがあるが、それ以外では年間約 300 件でほぼ横ばい、産業機械では年間 50 件に満たない水準で推移している。情報機器・事務機器は年間の件数では産業機械と同水準であるが、今後増加する兆しが見受けられる。

第 2-6 図 応用産業別の出願件数 (n=7022)

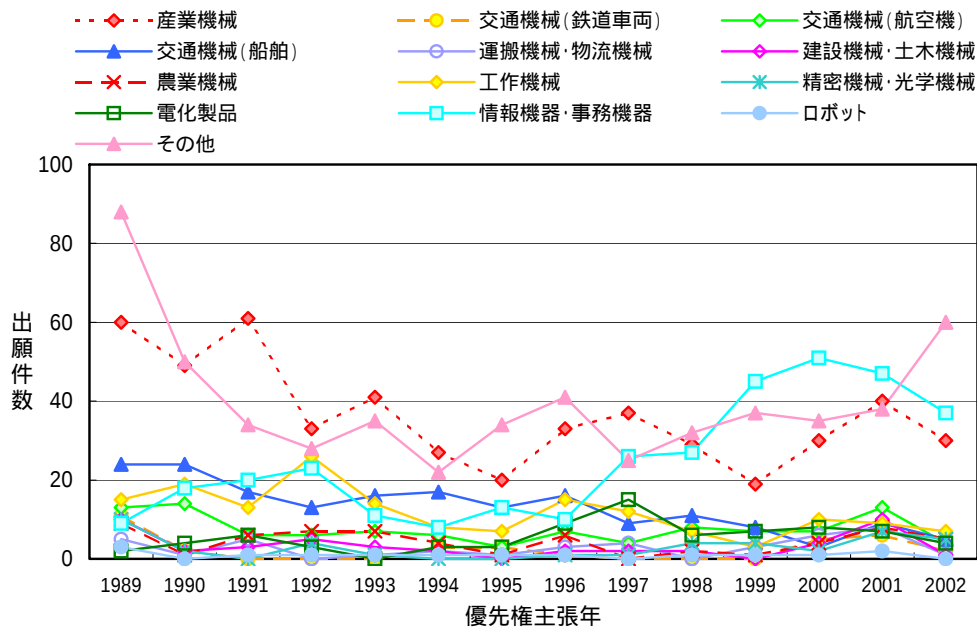


第 2-7 (1) 図 応用産業別の出願件数推移



注) 2002 年は、調査時点で公開されていない出願が存在する可能性があるため、参考データとして扱う。

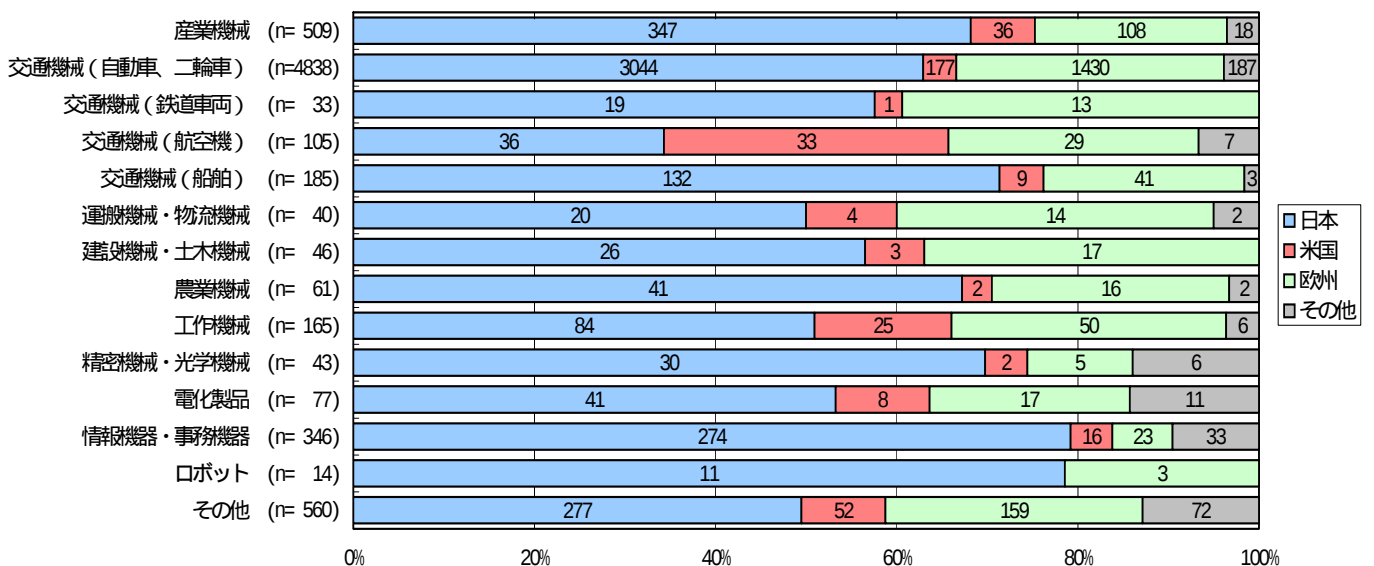
第 2-7 (2) 図 応用産業別の出願件数推移



注 1) 2002 年は、調査時点で公開されていない出願が存在する可能性があるため、参考データとして扱う。
 注 2) 本図は、第 2-7 (1) 図の縦軸スケールを変更したものである。

出願人国籍別の出願件数では、日本からの出願が大半を占め、特に、交通機械（船舶）、情報機器・事務機器、ロボットでは、全体の 70% を超えている。欧州からの出願との比較でも、日本からの出願は、いずれの業種においても多い。このような中で、交通機械（航空機）では米国からの出願も目立つ。

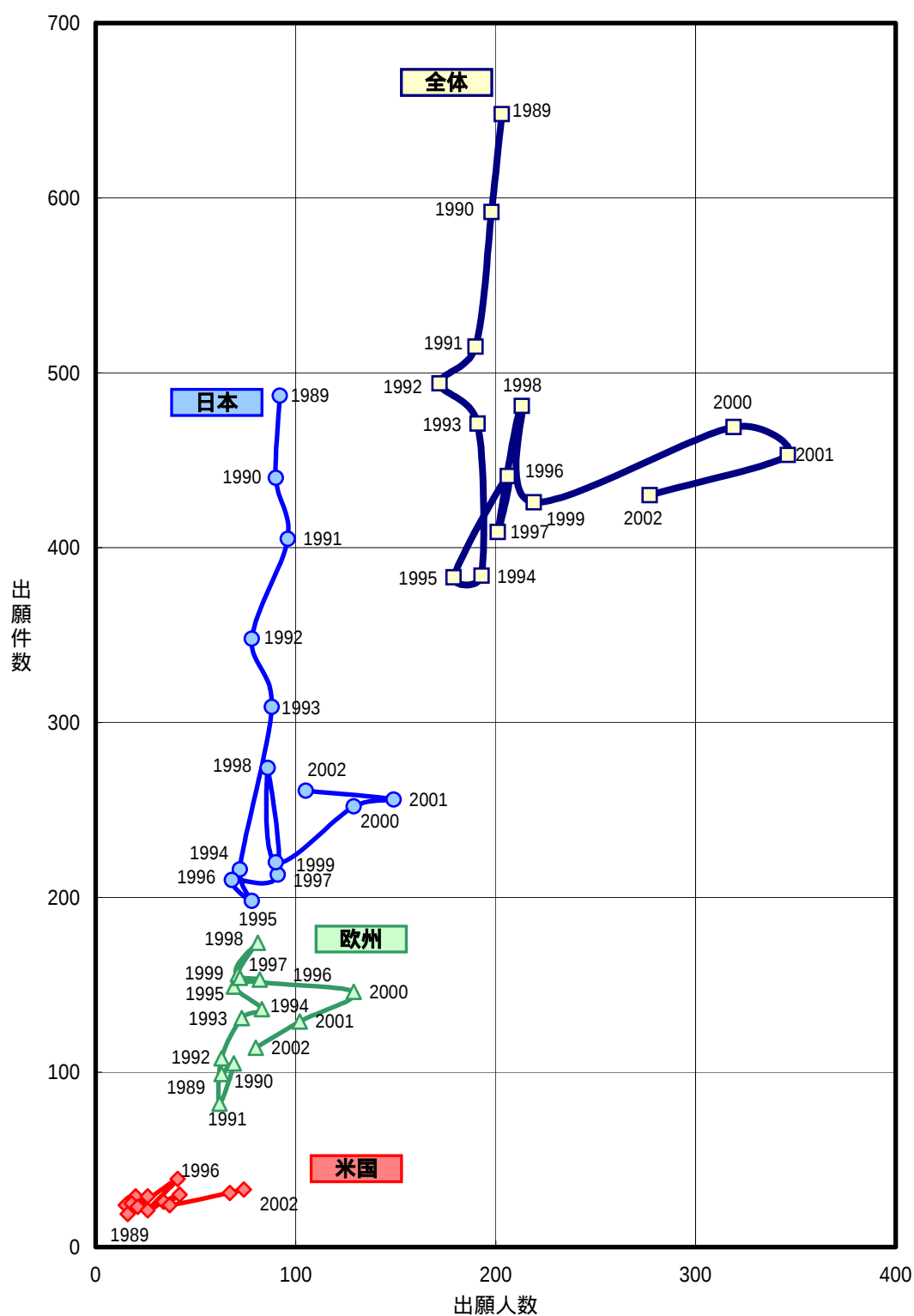
第 2-8 図 応用産業に関する出願人国籍別の出願件数



4．主要出願人の状況

出願人国籍別の出願件数と出願人人数推移を第 2-9 図に、一出願人当りの出願件数を第 2-10 表に、主要出願人の出願件数ランキングを第 2-11 表に示す。第 2-9 図および第 2-10 表によれば、一出願人当りの出願件数が最も多いのは、日本国籍の出願人であり、7.69 件、次いで、欧州国籍の出願人が 2.69 件、米国国籍の出願人が 1.13 件となっている。

第 2-9 図 出願人国籍別の出願件数と出願人人数推移



三極の比較では、一出願人当りの出願件数は、欧州国籍の出願人が米国国籍の出願人の2.4倍、さらに日本国籍の出願人が欧州国籍の出願人の2.9倍となっている。出願件数の総数が多い国籍の出願人ほど、一出願人当りの出願件数も多いことがわかる。

第2-10表 出願人国籍別の一出願人当りの出願件数

出願人国籍	出願件数	出願人数	出願件数 / 出願人数
日本	4093	532	7.69
米国	380	335	1.13
欧州	1846	686	2.69
その他	347	198	1.75
全世界	6614	1751	3.78

注) 出願人数は共同出願人を含めた人数、全世界の出願件数は複数国出願の重複を除いた件数である。

第2-11表によれば、主要出願人の出願件数ランキング上位19位(同率含め20社)はすべて企業で、業種は大半が交通機械(自動車、二輪車)である。20社中、15社が日本国籍の出願人であり、欧州国籍の出願人4社に大きく差をつけている。米国国籍の出願人は上位20位の中には含まれていない。

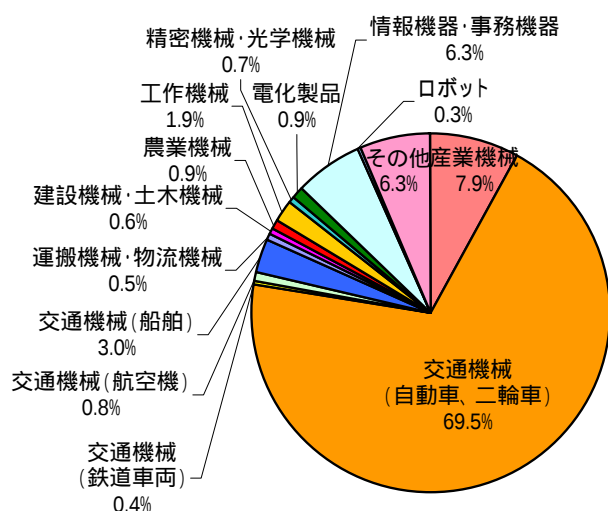
第2-11表 主要出願人の出願件数ランキング(上位19位)

	筆頭出願人	国籍	地域	属性	件数
1	ZF SACHS AG	ドイツ	欧州	企業	334
2	エクセディ	日本	日本	企業	309
3	NOKピブラコースティック	日本	日本	企業	242
4	VALEO	フランス	欧州	企業	231
5	本田技研工業	日本	日本	企業	220
6	日産自動車	日本	日本	企業	219
7	トヨタ自動車	日本	日本	企業	189
8	日立製作所	日本	日本	企業	188
9	NOK	日本	日本	企業	154
10	三菱自動車工業	日本	日本	企業	140
11	アイシン精機	日本	日本	企業	102
12	東海ゴム工業	日本	日本	企業	101
13	三菱重工業	日本	日本	企業	92
14	スズキ	日本	日本	企業	91
15	HYUNDAI MOTOR CO. LTD	韓国	その他	企業	90
16	ブリヂストン	日本	日本	企業	87
16	FREUDENBERG	ドイツ	欧州	企業	87
16	LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU GMBH	ドイツ	欧州	企業	87
19	ヴァレオユニシアトランスミッション	日本	日本	企業	80
19	マツダ	日本	日本	企業	80

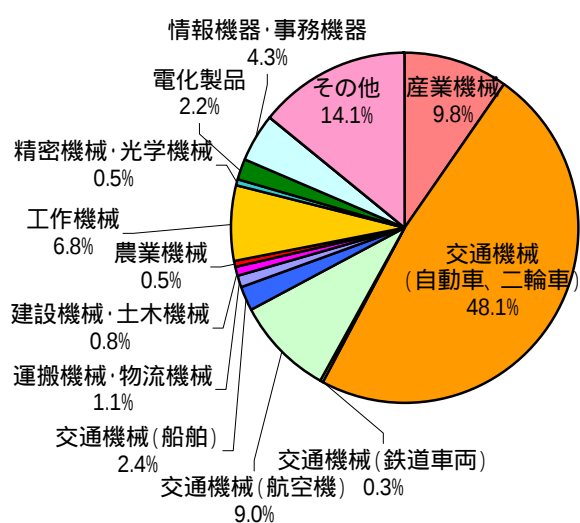
5. 各国国籍出願人の状況

各国国籍出願人の応用産業別の出願件数を第2-12～15図に示す。いずれの国籍の出願人も交通機械（自動車、二輪車）の出願が最も多く、特に、日本および欧州国籍出願人においては、全体の約70%を占めている。交通機械（自動車、二輪車）に次いで多い出願は、日本国籍出願人の場合は産業機械、情報機器・事務機器、米国籍出願人の場合は産業機械、交通機械（航空機）、欧州国籍出願人の場合は産業機械、工作機械、その他国籍の出願人の場合は情報機器・事務機器、産業機械となっている。

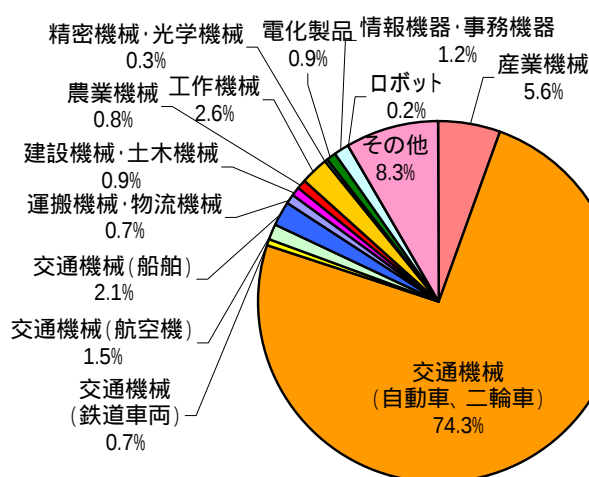
第2-12図 日本国籍出願人の応用産業別の出願件数（n=4382）



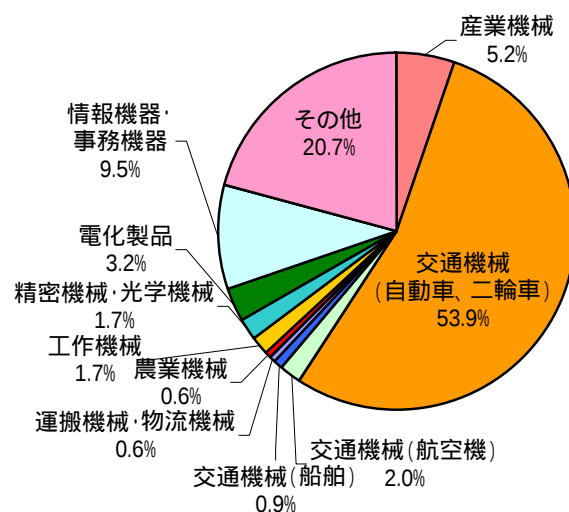
第2-13図 米国籍出願人の応用産業別の出願件数（n=368）



第2-14図 欧州国籍出願人の応用産業別の出願件数（n=1925）



第2-15図 その他国籍出願人の応用産業別の出願件数（n=347）



6．技術区分間の相関

振動対象（用途、対象機器・装置、対象部位）と、振動要因、振動種類、振動低減方法、振動低減要素および課題の技術区分との相関を出願件数で表したものを第 2-16～18 図に示す。以下、文中の〔 〕の中は該当する対象部位を示す。

（１）振動対象と振動要因との相関

自動車を中心とする交通機械のエンジン〔クランク軸・カム軸・偏心軸等〕では、設計・計画時の要因により発生する振動を対象にした出願が多く、同じ交通機械でも変速機や駆動系装置〔クラッチ・ブレーキ、タイヤ、ホイール等〕では、製作・加工・組立時および据付・調整・運転時の要因により発生する振動を対象にした出願も多い。一方、工作機械、精密機械・光学機械、電化製品、情報機器・事務機器のモータや伝動装置〔シャフト・スピンドル、軸受等〕では、製作・加工・組立時の要因により発生する振動を対象にした出願が多い。

（２）振動対象と振動種類との相関

用途分野を問わず、強制振動（加振力）を対象にした出願が多いが、対象機器・装置がタービン〔ブレード等〕では自励振動を、また、対象部位がクラッチ・ブレーキ、タイヤ、ホイール、歯車等では非線形振動を対象にした出願も多い。

（３）振動対象と振動低減方法との相関

自動車を中心とする交通機械のエンジン〔クランク軸・カム軸・偏心軸等〕、変速機、駆動系装置〔クラッチ・ブレーキ、ベルト・プーリ、継手等〕では、エネルギー吸収（パッシブ）に関する出願が多く、交通機械の駆動系装置〔タイヤ、ホイール〕では、加振力低減に関する出願が多い。産業機械のタービン〔ロータ、ブレード等〕、発電機、モータ等や、建設機械・土木機械、農業機械、工作機械の切削装置・研磨装置、精密機械・光学機械、電化製品、情報機器・事務機器のディスクドライブ装置等では、加振力低減に関する出願が多い。

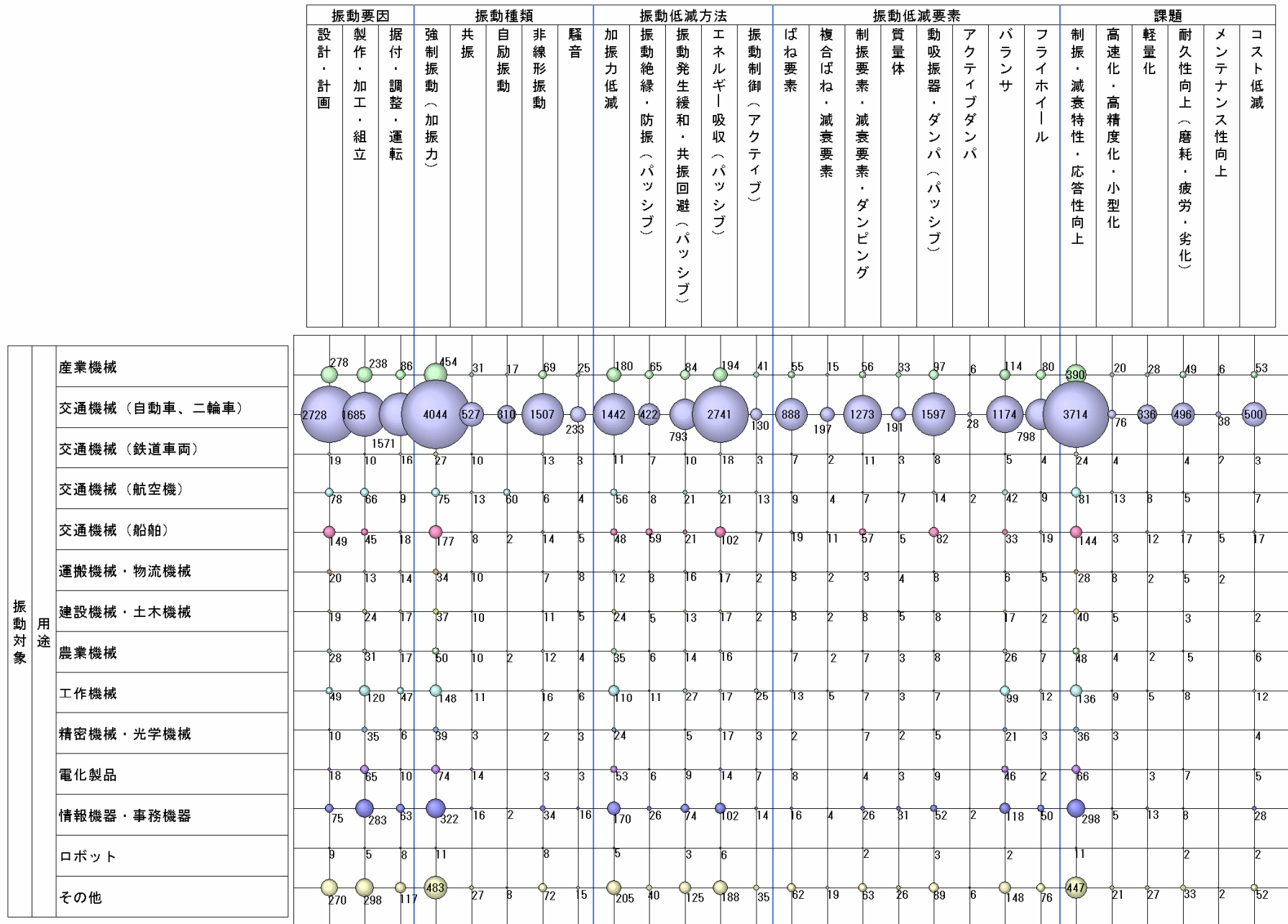
（４）振動対象と振動低減要素との相関

自動車を中心とする交通機械のエンジン〔クランク軸・カム軸・偏心軸等〕では、動吸振器・ダンパ（パッシブ）、バランス、フライホイールに関する出願がいずれも多く、交通機械の変速機や駆動系装置〔クラッチ・ブレーキ等〕では、制振要素・減衰要素・ダンピングに関する出願が多い。また、交通機械の駆動系装置〔タイヤ、ホイール〕では、バランスに関する出願が多い。産業機械のタービン〔ロータ、ブレード等〕、モータ、ポンプ、圧縮機・送風機ではバランスに関する出願が、発電機ではフライホイールに関する出願が多い。さらに、建設機械・土木機械、農業機械、工作機械の切削装置・研磨装置、精密機械・光学機械、電化製品、情報機器・事務機器のディスクドライブ装置等でもバランスに関する出願が多い。

（５）振動対象と課題との相関

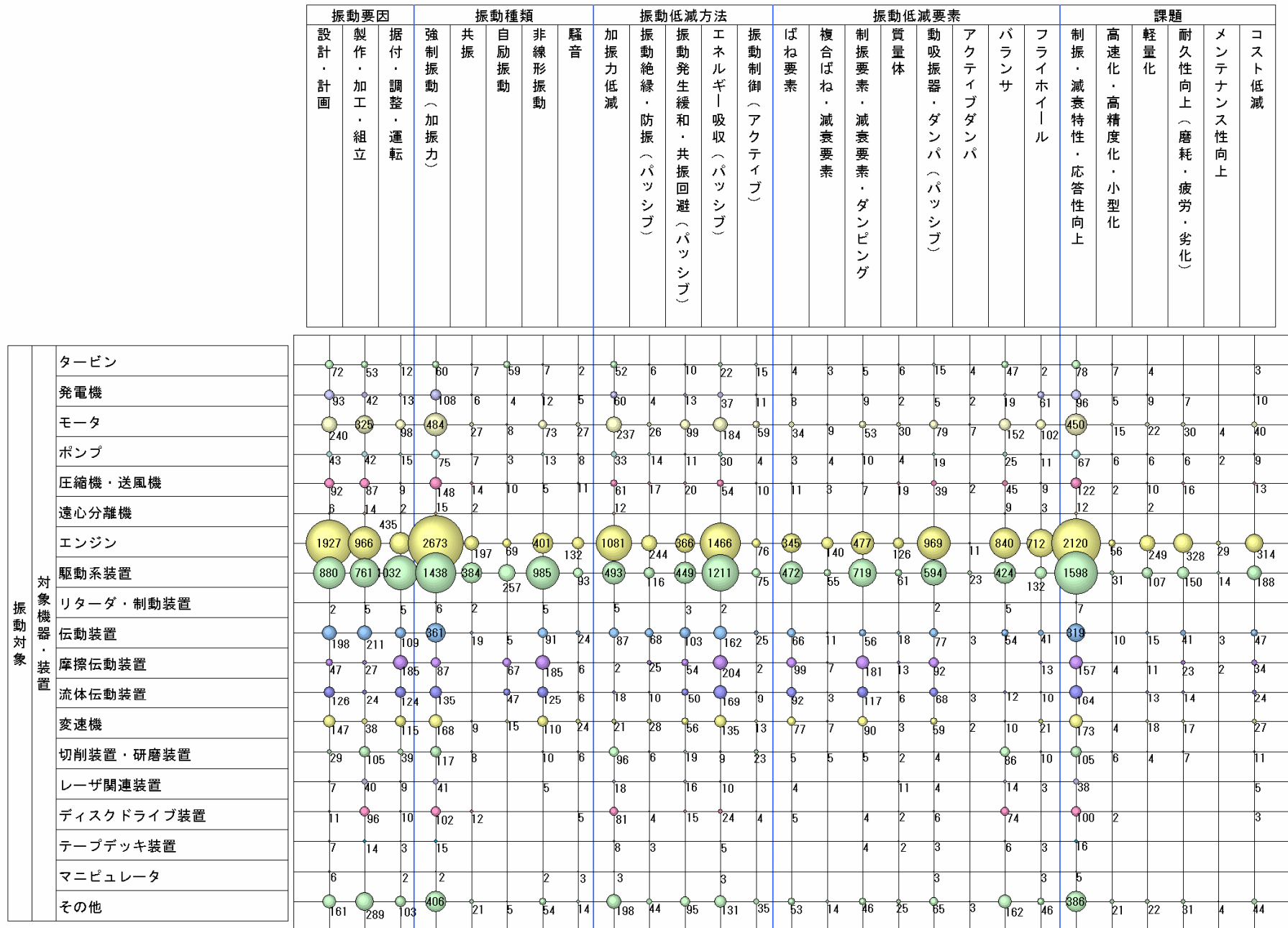
用途分野、対象機器を問わず、制振・減衰特性・応答性向上を解決課題にした出願が多い。次いで、コスト低減、耐久性向上（磨耗・疲労・劣化）、軽量化を解決課題にした出願が多いことも、ほぼ全体的な傾向であるが、対象部位が軸受では高速化・高精度化・小型化を解決課題にした出願も多い。

第 2-16 図 振動対象（用途）と他の技術区分との相関（出願件数）



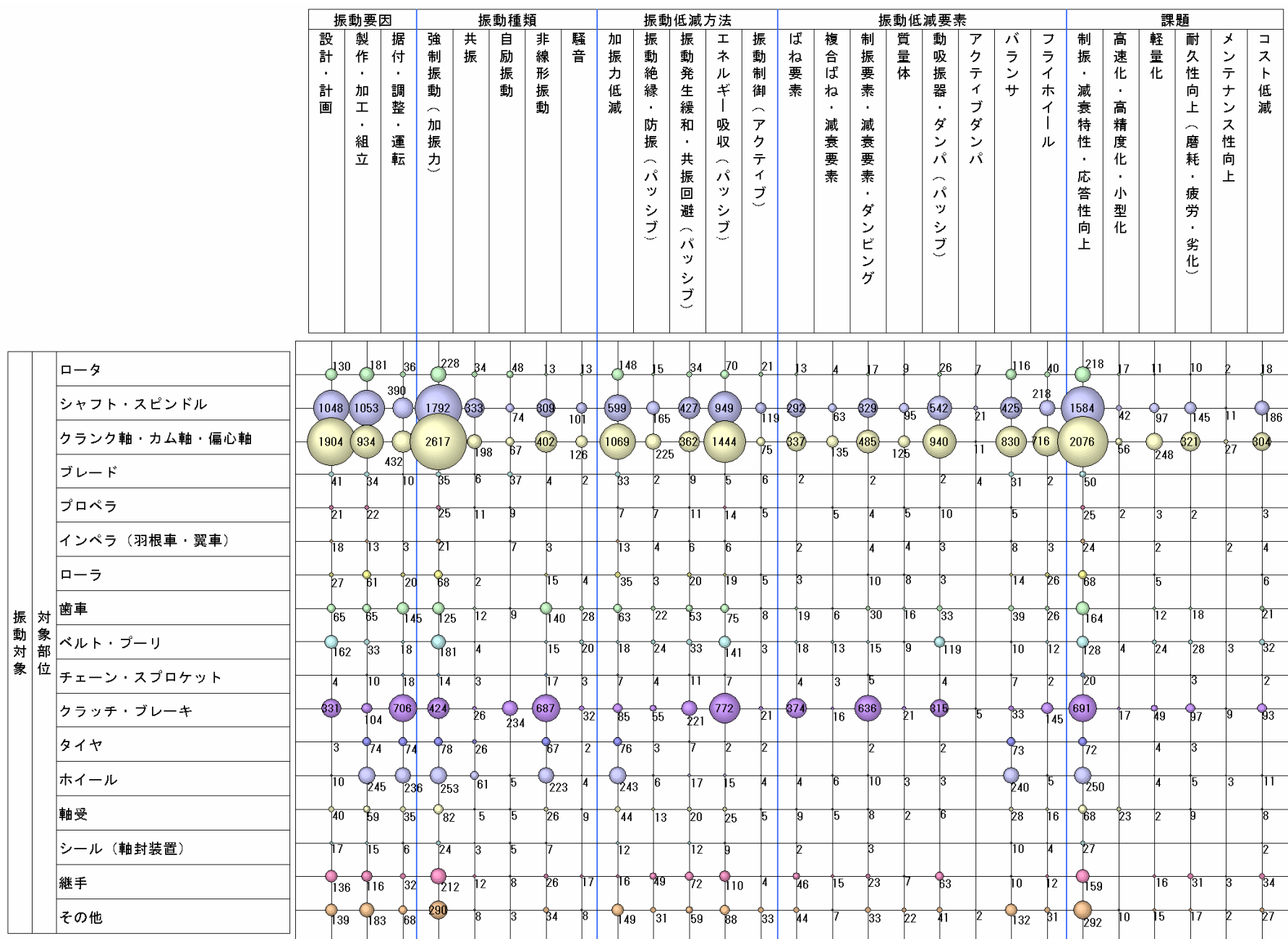
注）出願件数 2 件以上を表示。

第 2-17 図 振動対象（対象機器・装置）と他の技術区分との相関（出願件数）



注）出願件数 2 件以上を表示。

第 2-18 図 振動対象（対象部位）と他の技術区分との相関（出願件数）



注）出願件数 2 件以上を表示。

第3節 注目技術分野の動向

出願件数、出願件数の増加率、ビジネスにおける特許の重要性および応用産業（用途分野）の市場規模を考慮に入れて抽出した今後注目される9つの技術分野について、注目技術分野別の出願件数推移を第2-19(1)～(2)図に、注目技術分野に関する出願人国籍別の出願件数を第2-20図に、注目技術分野と技術区分との相関を出願件数で表したものを第2-21図に示す。

出願件数推移では、1995～1996年以降のモータ（情報機器・事務機器）、ディスクドライブ装置（情報機器・事務機器）の伸びが著しい。モータ（自動車・二輪車）でも安定した伸びが見られるが、それ以外では目立った増加傾向はない。しかしながら、エンジン（自動車・二輪車）、駆動系装置（自動車・二輪車）は、それぞれが年間100～150件の出願件数（2001年時点）であり、他の分野と比較して出願件数が群を抜いて多く、今後も特許が重要な役割を果たす分野であると考えられる。また、変速機（自動車・二輪車）、タービン（産業機械・航空機）、切削装置・研磨装置（工作機械）、コンプレッサ（産業機械）は大きな変動はないが、堅実な出願件数で推移している。

出願人国籍別の出願件数を三極比較すると、日本からの出願が大半を占めていることは、全体動向と同様である。特に、モータ（情報機器・事務機器）では、全体の86%を占めており、日本が圧倒的に優位な技術分野であることが窺える。また、モータ（自動車・二輪車）では、日本と欧州が拮抗しており、両者間で開発競争が展開されていることが推察される。

技術区分との相関については、対象部位では、タービン（産業機械・航空機）でロータ、ブレードに関する出願が多く、エンジン（自動車・二輪車）でクランク軸・カム軸・偏心軸、変速機（自動車・二輪車）でクラッチ・ブレーキ、それ以外の注目技術分野でシャフト・スピンドルに関する出願が多い。

振動要因では、タービン（産業機械・航空機）、エンジン（自動車・二輪車）、モータ（自動車・二輪車）で設計・計画時の要因により発生する振動を対象にした出願が多く、コンプレッサ（産業機械）、切削装置・研磨装置（工作機械）、ディスクドライブ装置（情報機器・事務機器）、モータ（情報機器・事務機器）で製作・加工・組立時の要因により発生する振動を対象にした出願が、変速機（自動車・二輪車）、駆動系装置（自動車・二輪車）で据付・調整・運転時の要因により発生する振動を対象にした出願が多い。

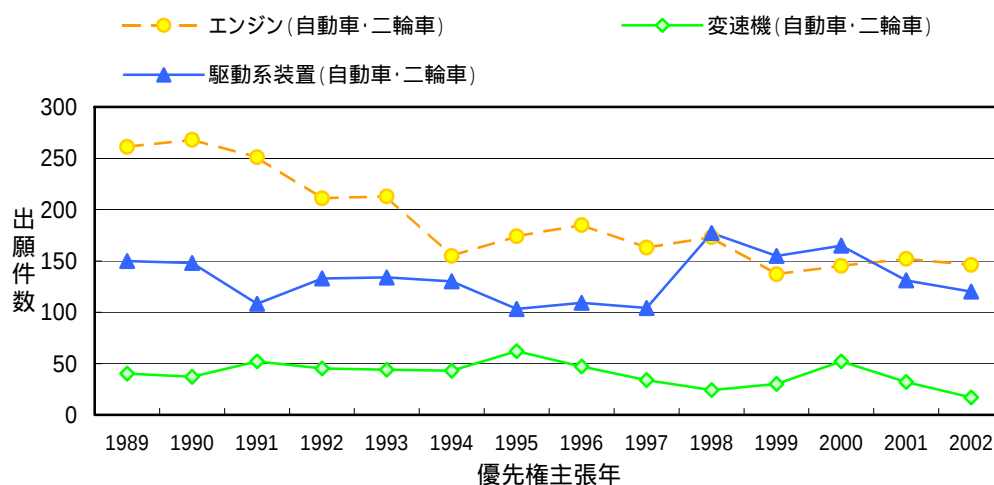
振動種類では、注目技術分野を問わず、強制振動（加振力）を対象にした出願が多い他、タービン（産業機械・航空機）で自励振動を、変速機（自動車・二輪車）で非線形振動を対象にした出願も多い。

また、振動低減方法では、エンジン、変速機、駆動系装置、モータ（以上、すべて自動車・二輪車）でエネルギー吸収（パッシブ）に関する出願が多く、それ以外の注目技術分野で加振力低減に関する出願が多い。

振動低減要素では、エンジン、変速機、駆動系装置、モータ（以上、すべて自動車・二輪車）で動吸振器・ダンパ（パッシブ）、制振要素・減衰要素・ダンピング、バランス、フライホイール、ばね要素等に分散している状況がわかる。それ以外の注目技術分野ではバランスに関する出願が多い。

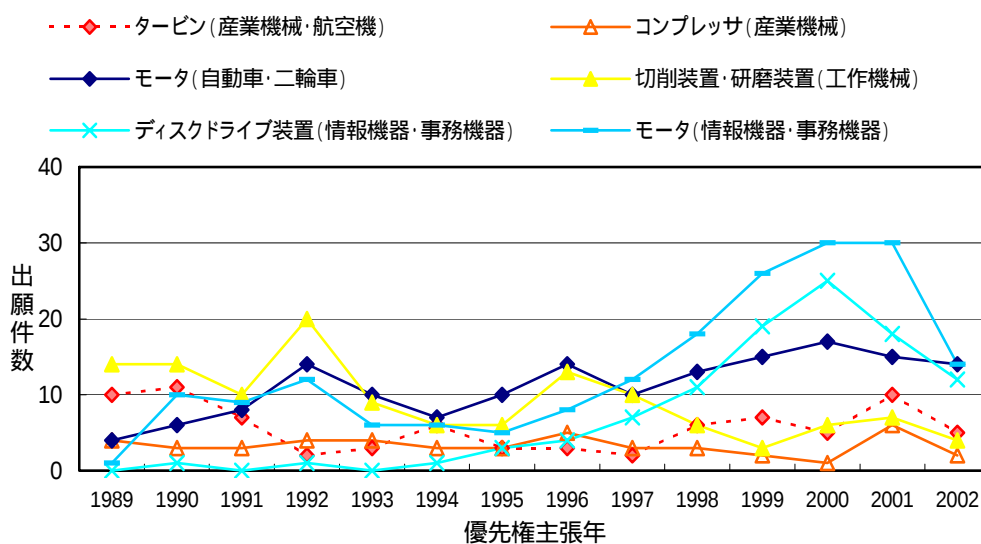
さらに課題では、注目技術分野を問わず、制振・減衰特性・応答性向上を解決課題にした出願が多い。次いで、コスト低減、耐久性向上（磨耗・疲労・劣化）、軽量化を解決課題にした出願が多いことは、ほぼ共通した傾向である。

第 2-19 (1) 図 注目技術分野別の出願件数推移



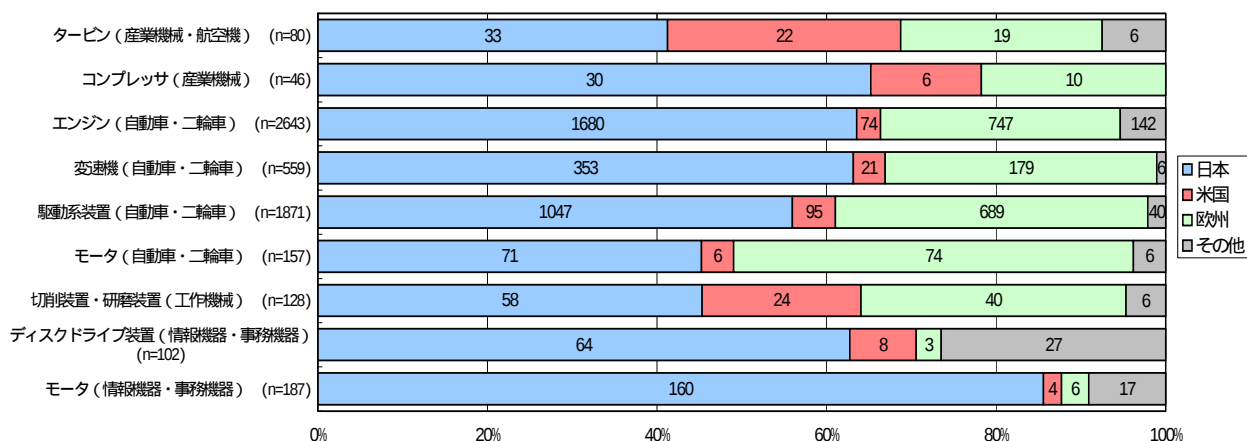
注) 2002 年は、調査時点で公開されていない出願が存在する可能性があるため、参考データとして扱う。

第 2-19 (2) 図 注目技術分野別の出願件数推移



注) 2002 年は、調査時点で公開されていない出願が存在する可能性があるため、参考データとして扱う。

第 2-20 図 注目技術分野に関する出願人国籍別の出願件数



第 2-21 図 注目技術分野と技術区分との相関（出願件数）



注）出願件数 4 件以上を表示。

第3章 政策動向

第1節 日本の動向

我が国の主な振動および騒音に関する法令、基準を第3-1表に示す。1967年に施行された公害対策基本法（1993年に環境基本法に移行）は、公害問題に対処する上での基本となる理念、政府の取るべき施策のあり方を明らかにしたもので、施策の対象とする7つの公害の中に、騒音、振動が含まれている。1968年に施行された騒音規制法や1976年に施行された振動規制法は、公害対策基本法に基づき、規制基準等の制定を行ったものである。

騒音規制法の規制対象は、工場騒音、建設騒音、自動車騒音で、定められた規制基準に適合しない場合は、改善勧告や改善命令等が出されることになる。振動規制法の規制対象は、工場振動、建設振動、道路交通振動で、騒音規制法同様、定められた規制基準に適合しない場合は、改善勧告や改善命令等が出されることになる。また、航空機や鉄道の騒音、振動は別途環境基準や指針が設定されている。

一方、日本の振動および騒音に関する法令、基準を国際的な視点で見ると、整合性の面で十分とは言えないため、先進諸外国の状況を考慮した上で、評価方法や規制方法の見直しの必要性も生じている。

第3-1表 日本の主な振動および騒音に関する法令・基準

	事項
1967年	・公害対策基本法の施行
1968年	・騒音規制法の施行
1970年	・騒音規制法の改正（自動車騒音規定の追加）
1971年	・騒音に係る環境基準の制定
1973年	・航空機騒音に係る環境基準についての告示
1975年	・新幹線鉄道騒音に係る環境基準についての告示
1976年	・振動規制法の施行
1993年	・環境基本法の施行
1998年	・騒音に係る環境基準の改正（等価騒音レベルの採用）
1999年	・騒音規制法の改正（自動車騒音の常時監視）
2000年	・騒音規制法の改正（自動車騒音の要請限度）

第2節 世界の動向

米国での1972年の騒音規制法（Noise Control Act）は、当時は環境騒音に関する画期的な法律として注目されたが、実施権限が地方へ委譲されたこと等により、現状はそれほど効力を発揮していないとの評価がある。その反省から、米国では騒音問題をグローバルな問題として捉えるべきであるという議論が出てきている²。

また、欧州ではEU指令のもと、法令や基準の統一化、整合化の努力がなされていると同時に、環境騒音の低減に向けて、本格的に取り組み始めており、その動向は内外に大きな影響を与える存在となっている。

² 参考：「騒音制御 Vol.28, No.6」 2004年12月1日発行，（社）日本騒音制御工学会

第4章 市場動向

回転機構の振動防止技術が利用される応用産業の中から、自動車、情報通信機器の2つの産業について、世界における各企業の位置付けを第4-1～2表に示す。

自動車では、売上順位12位中、3社が日本企業となっている。日米欧三極市場の成熟化、環境・安全規制の強化に伴う技術開発コストの増大等を背景に、国境を越えた自動車メーカーの資本提携は1990年代後半に急速に進展したが、現在は技術提携等により経営資源の有効活用を進めるとともに、相手の強みを互いに取り入れる相互補完等により、戦略提携によるシナジー効果を出していく段階に移行している。日本企業の強みは効率的な開発、生産、品質管理におけるシステム技術であり、完成車メーカーと部品メーカーが連携して、モジュール化、システム化に取り組むことにより、新たな付加価値、コスト削減等を生み出している³。

情報通信機器では、売上順位10位中、5社が日本企業となっている。日本企業はデジタル家電機器分野で強い国際競争力を有している。特に、新三種の神器と言われる薄型テレビ、デジタルスチルカメラ、DVDレコーダーにおいては世界市場を席巻している。また、家電やAV機器等の省エネ化を始めとした環境対応技術についても世界的に先行している³。

第4-1表 世界における各企業の位置付け（自動車）

（単位：億円）

売上順位	企業名	国籍	売上高
1	GM	米国	222,364
2	Ford	米国	203,469
3	Daimler Chrysler	ドイツ	199,319
4	トヨタ	日本	160,543
5	VW	ドイツ	115,858
6	ホンダ	日本	79,715
7	Fiat	イタリア	74,152
8	PSA	フランス	72,536
9	日産	日本	68,286
10	BMW	ドイツ	56,513
11	Renault	フランス	48,418
12	現代	韓国	48,235

第4-2表 世界における各企業の位置付け（情報通信機器）

（単位：億円）

売上順位	企業名	国籍	売上高
1	IBM	米国	97,423
2	SIEMENS	ドイツ	92,646
3	日立製作所	日本	81,918
4	ソニー	日本	74,736
5	松下電器産業	日本	74,017
6	Hewlett-Packard	米国	67,906
7	SAMSUNG ELECTRONICS	韓国	59,569
8	東芝	日本	56,558
9	日本電気	日本	46,950
10	TYCO INTERNATIONAL	米国	46,765

注）売上高は全社ベースの値。

出典：第4-1～2表いずれも、「2004年版 ものづくり白書」 2004年6月25日発行、経済産業省 厚生労働省 文部科学省 をもとに作成

³ 「2004年版 ものづくり白書」 2004年6月25日発行、経済産業省 厚生労働省 文部科学省

第5章 研究開発動向

第5-1図 発表者国籍別の論文発表件数（n=805）

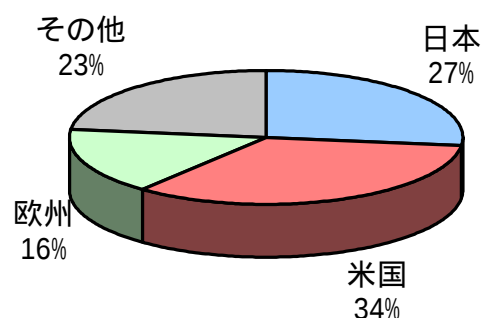
第1節 論文から見た動向

1. 調査方法

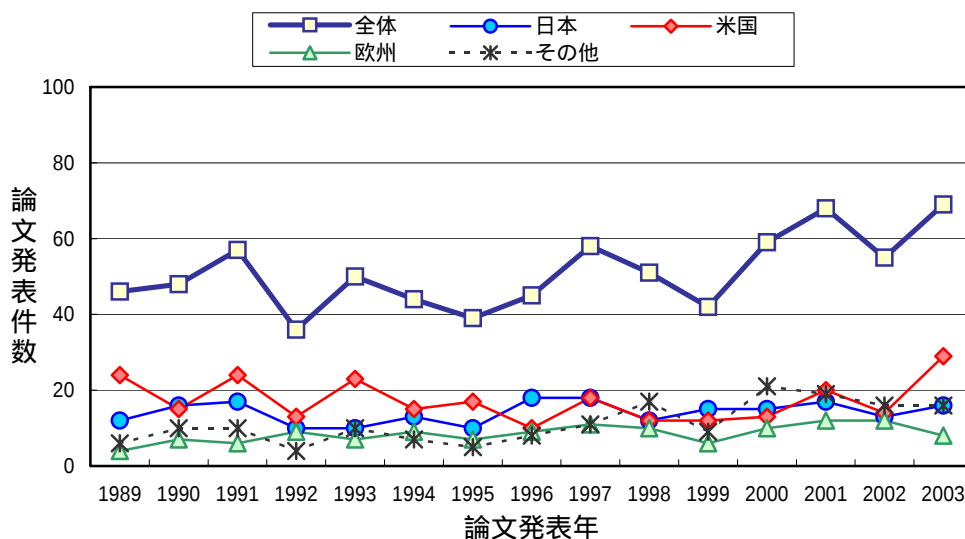
論文検索に使用するデータベースは、日本論文は JSTPlus、外国論文は COMPENDEX とし、調査対象期間は、1989～2004年9月調査時点（但し、論文発表件数推移は1989～2003年）とした。

2. 全体動向

1989～2004年（調査時点までに発表）の論文発表件数は805件、その内、筆頭発表者の所属機関が日本の件数は全体の27%（218件）、米国の件数は34%（271件）、欧州の件数は16%（131件）、日米欧の三極以外の件数は23%（185件）となっている。また、いずれの国籍の発表者による論文発表件数も大きな変化はなく、全体としては漸増状況である。発表者国籍別の論文発表件数を第5-1図に、発表者国籍別の論文発表件数推移を第5-2図に示す。なお、本報告書では筆頭発表者の所属機関国籍を発表者国籍とした。



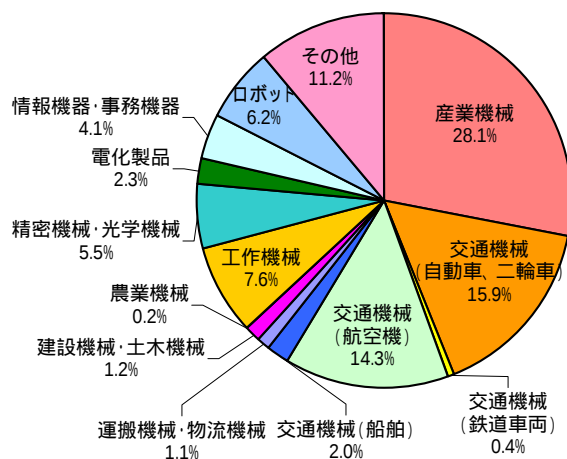
第5-2図 発表者国籍別の論文発表件数推移



3. 応用産業別の状況

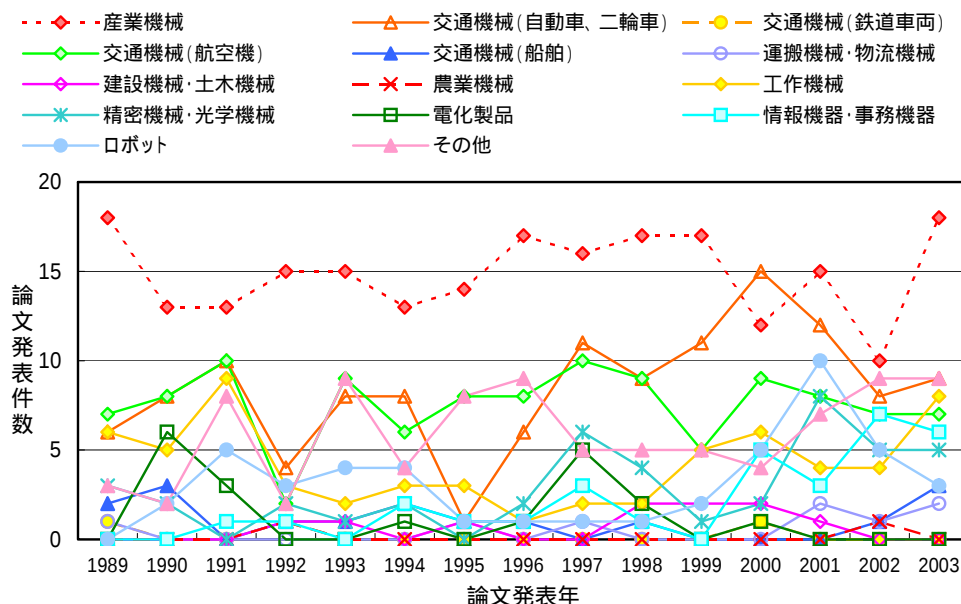
応用産業別の論文発表件数を第5-3図に、応用産業別の論文発表件数推移を第5-4図に、応用産業に関する発表者国籍別の論文発表件数を第5-5図に示す。全体の28%（234件）が産業機械の発表、次いで交通機械（自動車、二輪車）が16%（133件）、交通機械（航空機）が14%（119件）となっている。論文発表件数推移では、産業機械は1996～1999年にかけは横ばい、2000～2002年は減少傾向であったが、2003年になって再び増加している。

第5-3図 応用産業別の論文発表件数（n=834）



交通機械（自動車、二輪車）は増減を繰り返しながら、増加傾向を保っている。2000 年以降は、情報機器・事務機器の伸びが目立つ。

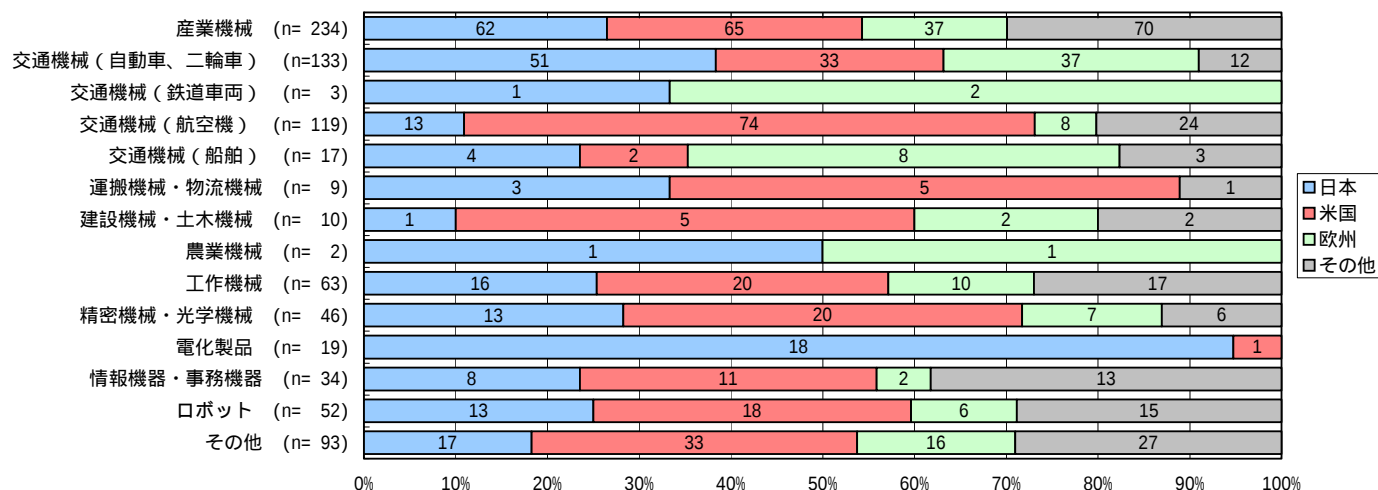
第 5-4 図 応用産業別の論文発表件数推移



発表者国籍別の論文発表件数を三極比較すると、米国からの発表は交通機械（航空機）で全体の 62% を占めている他、精密機械・光学機械、工作機械、ロボット、情報機器・事務機器、産業機械等で多い。日本からの発表は、電化製品、交通機械（自動車、二輪車）等で、欧州からの発表は、交通機械（船舶）等で多い。

第 5-3～5 図のいずれも、第 2-6～8 図の応用産業に関する出願件数の傾向とは一部を除き、大きく異なっている。中でも、特許出願件数では交通機械（自動車、二輪車）が全体の約 70% を占めていたが、論文発表では、その他の業種からの発表も目立っていることと、特許出願件数では劣勢であった米国が、論文発表では優勢であることが特徴的である。

第 5-5 図 応用産業に関する発表者国籍別の論文発表件数



4．主要発表者の状況

国籍別発表者数および一発表者当りの論文発表件数を第 5-6 表に、主要発表者の論文発表件数ランキングを第 5-7 表に示す。論文発表件数と発表者数が最も多いのは米国であるが、一発表者当りの論文発表件数が多いのは、日本の 2.53 件であった。主要発表者の論文発表件数においては、米国および日本の大学、企業がその上位を占めている。なお、本調査で利用した文献検索データベースは欧州に比べて、米国と日本の論文データの収録が多いことが考えられるため、この数字だけで研究開発のレベルを評価することはできないと考える。

第 5-6 表 発表者国籍別の一発表者当りの論文発表件数

発表者国籍	発表件数	発表者数	発表件数 / 発表件数
日本	218	86	2.53
米国	271	146	1.86
欧州	131	84	1.56
その他	185	107	1.73
全世界	805	423	1.90

注) 発表者数は筆頭発表者のみをカウントし、所属機関が明記されていない場合は雑誌の発行国を発表者国籍とした。

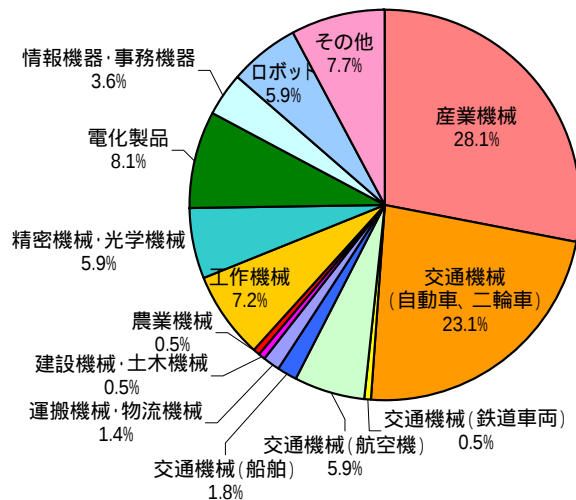
第 5-7 表 主要発表者の論文発表件数ランキング (上位 13 位)

	所属	著者所属国	地域	属性	件数
1	TEXAS A&M UNIV	米国	米国	大学	16
2	日立製作所	日本	日本	企業	11
3	UNIV OF CALIFORNIA	米国	米国	大学	8
3	VIRGINIA POLYTECH INST STATE UNIV	米国	米国	大学	8
5	三重大	日本	日本	大学	7
5	UNIV OF MARYLAND	米国	米国	大学	7
5	UNIV OF VIRGINIA	米国	米国	大学	7
8	中部大	日本	日本	大学	6
8	東芝	日本	日本	企業	6
8	GENERAL ELECTRIC CO	米国	米国	企業	6
8	MECHANICAL TECHNOLOGY INC	米国	米国	企業	6
8	BEIJING UNIV OF AERONAUTICS & ASTRONAUTICS	中国	その他	大学	6
13	国土館大	日本	日本	大学	5
13	神戸大	日本	日本	大学	5
13	宇宙航空研究開発機構	日本	日本	研究機関	5
13	松下電器産業	日本	日本	企業	5
13	MASSACHUSETTS INST OF TECHNOLOGY	米国	米国	大学	5
13	PURDUE UNIV	米国	米国	大学	5
13	LOUGHBOROUGH UNIV	イギリス	欧州	大学	5
13	KING FAHD UNIV OF PETROLEUM AND MINERALS	サウジアラビア	その他	大学	5

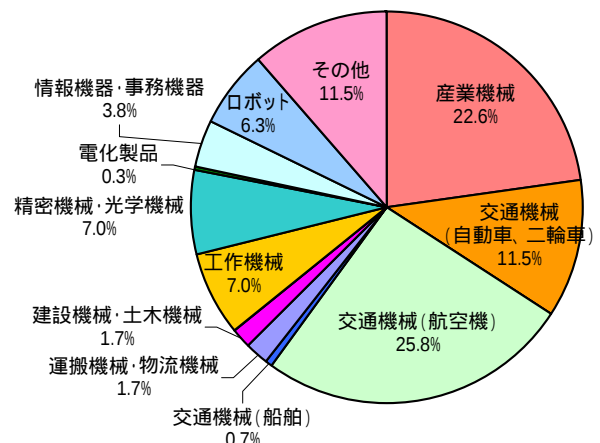
5．各国国籍発表者の状況

各国国籍発表者の応用産業別の論文発表件数を第 5-8 ~ 11 図に示す。日本国籍の発表者は産業機械、交通機械（自動車、二輪車）、電化製品の順に多く、欧米国籍発表者に比べて、電化製品の比率が高いところに特徴がある。米国籍の発表者は交通機械（航空機）、産業機械、交通機械（自動車、二輪車）の順に多く、三極の比較では交通機械（航空機）の比率が高いところに特徴がある。欧州国籍の発表者は産業機械、交通機械（自動車、二輪車）、工作機械の順に多く、三極の比較では交通機械（船舶）の比率が高い。また、その他の国籍の発表者の場合は産業機械、交通機械（航空機）、工作機械の順に多くなっている。

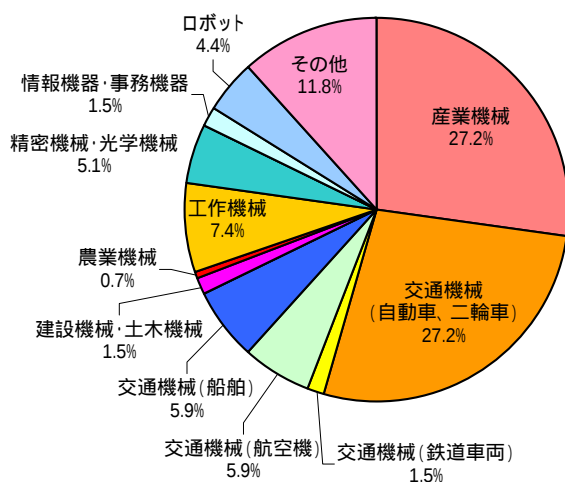
第 5-8 図 日本国籍発表者の応用産業別の論文発表件数 (n=221)



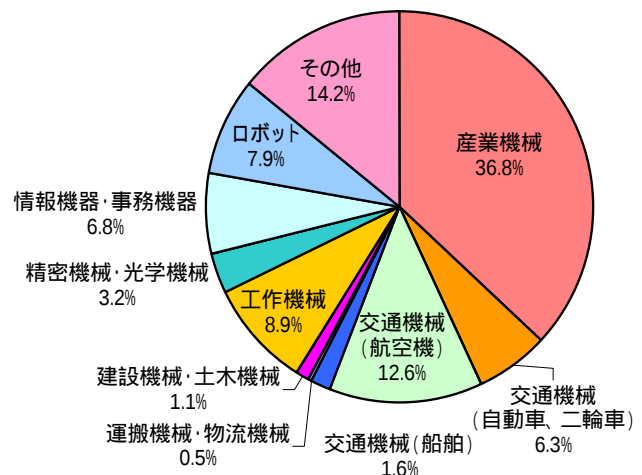
第 5-9 図 米国国籍発表者の応用産業別の論文発表件数 (n=287)



第 5-10 図 欧州国籍発表者の応用産業別の論文発表件数 (n=136)



第 5-11 図 その他国籍発表者の応用産業別の論文発表件数 (n=190)



第 2 節 研究開発体制の状況

1. 日本の状況

日本の国や大学の研究機関では、産業のための応用研究は少ないため、各企業が横並びに一斉に研究を行っている状況である。研究設備も各企業が独自に持っており、計算プログラムでさえ、自前のものを開発することが多い。日本のこのような研究開発体制は短期的には効率がよいとの評価もあるが、グローバル化の進む中、国際競争力の低下が懸念される側面もある。

日本でも共同研究体制によって優れた研究成果を上げた実績もある。1980 年代後半から 1990 年代前半にかけて、自動車の年間生産台数で世界の頂点に立っていた時代には、日本の共同研究体制は米国の見本となっし、1995 年にハードディスク業界で作ったコンソーシアムである情報記憶研究機構 (SRC:Storage Research Consortium) は日本企業の世界シェア回

復に貢献している。社会的要請が高く、技術的に解決が困難な課題に対して、大学、企業、国立研究機関等の関係する専門家が効果的かつ有用な解決策を見出していく手法に日本は長けているとの評価もある⁴。

しかしながら、今日の日本の研究開発体制においては、企業間の壁を越えたコンソーシアムや共同プロジェクト体制が取られている例は少なく、産学官の連携を含めた今後の取り組みに期待がかかっている。日本機械学会の研究協力分科会（RC分科会）や自動車技術会のワーキンググループはその取り組みの一例である。日本機械学会の研究協力分科会は、大学、研究機関の研究者と企業の技術者が協力して、種々の技術問題を解決するための研究組合的プロジェクトであり、個々の企業の単独研究より、学会の共同研究が適切なテーマが取り上げられている。2003年より活動中のダンピング材料と制振デバイスの実用化技術に関する研究分科会は、ダンピング材料の評価法および制振材料の特性を考慮した制振デバイスの最適設計法の確立を目的としている。また、自動車技術会では振動騒音分野の内、共通基盤的な部分の共同作業が必要なテーマに関して、2005年ワーキンググループで取り組んでいる。

2．米国の状況

米国では一般的には産学官連携のもとに、基礎研究や応用研究を遂行できる仕組みがいくつかある。企業と大学の結びつきは、委託研究やコンサルティング等を通じて密接であり、また、連邦政府や州政府は研究費の供給元として、大学と密接な繋がりを持つ⁵。一例として、1991年より始まった米国空軍、NASA（米国航空宇宙局：NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION）、Carnegie Mellon Universityを中心とする大学および企業が参加するタービン翼の振動を対象としたGUIDe（Government, Universities, and Industry Working Together to Develop New Technology）コンソーシアムがあり、その他DOE（米国エネルギー省：Department of Energy）主催の先進技術開発研究プロジェクトも複数推進されている。

3．欧州の状況

欧州では基礎研究は国家の戦略研究、EUの枠組みの中で行われ、その段階より、大学、研究機関および企業によるコンソーシアムや共同プロジェクト体制を組んで開発することが多い⁴。Ricardo研究所（英）、University of SouthamptonのISVR（Institute of Sound and Vibration Research）研究所（英）、Forschungszentrum Karlsruhe研究センター（独）、Fraunhofer-Gesellschaft研究所（独）、RWTH Aachen University of Technology（独）、University of Stuttgart（独）、AVL（オーストリア）、LMS（ベルギー）等、欧州を代表する国立や民間の大学、研究機関が中心となり、コンソーシアムに参画した企業がその成果を共有すると同時に、参画しなかった企業に対しても有償で成果が利用できる仕組みがある。この仕組みによって、各企業は独自にそれも重複した基礎研究を行うことを避けることができ、コンソーシアムが業界全体のために基礎研究を行う体制となっている。各企業にとっては、基礎研究では協力し、商品開発で競争する考え方である。1999年からのISVRとRolls-Royce plc（英）によるガスタービン騒音の研究、2001～2004年のAVLと複数の企業、大学による自動車の加速走行騒音シミュレーションに関する研究等、コンソーシアムや共同プロジェクトには多くの例がある。

⁴ 参考：「自動車技術 Vol.58, No.1」 2004年1月1日発行，（社）自動車技術会

⁵ 参考：「精密工学会誌 Vol.71, No.1」 2005年1月5日発行，（社）精密工学会

第6章 日本の課題と目指すべき方向性

第1節 注目技術分野別の課題と方向性

1. タービン（産業機械・航空機）

（1）特許動向から見た日本の特徴

大手企業を中心に、出願件数では欧米を上回っているが、三極相互の出願状況では、米国から日欧への出願が多く、米国の影響力が強いと考えられる。このことから、特許動向から見たこの分野における日本の国外での技術競争力は必ずしも高いとは言えない。

（2）日本の課題と方向性

タービンの振動の大半は、設計・計画時の要因により発生するものであり、振動設計技術や振動シミュレーション技術の重要性は極めて高い。特許出願では目立った動きはないが、シミュレーション解析のためのCFD（Computational Fluid Dynamics：数値流体力学）技術のさらなる高度化により、翼構造の振動解析を利用した振動低減技術や機能性材料の開発に期待がかかる。また、騒音対策としては、パッシブ制御技術の他に、アクティブ制御技術の実用化も望まれるが、コストとその信頼性が今後の鍵となる。

2. コンプレッサ（産業機械）

（1）特許動向から見た日本の特徴

全世界に出願された特許の65%が日本からの出願であり、主要出願人の1位も日本企業であるが、三極相互の出願は低調であることから、三極の独自性が比較的強い分野であると考えられる。この分野においては、欧米が研究開発の牽引役であるというのが一般的な見方であり、日本は研究開発の遅れを挽回する必要から、本調査対象期間（1989～2004年）においての出願件数では欧米を上回ったとも考えられる。

（2）日本の課題と方向性

LNG（Liquefied Natural Gas）や水素輸送用の高圧コンプレッサのニーズが高まることが予想されている。特に多段高圧コンプレッサでは、翼列構造の段解析により翼振動の低減を図る解析システム、および、回転軸系の安定性に大きな影響があるシール回り流れや翼・翼車回り流れの解析システムを開発することが重要である。また、多段になるほど回転軸系の剛性が低下するため、流れに起因する回転軸系の不安定化対策が重要となり、そのための各種ダンパ機構や流体的処置法に関する特許出願が増えることが期待される。

3. エンジン（自動車・二輪車）

（1）特許動向から見た日本の特徴

今回の調査対象の中で、最も出願件数が多い分野であり、さらに三極の中で、最も出願件数が多いのが、全世界に出願された特許の64%を占めている日本からの出願である。最近10年間を見れば、日本同様にこの分野の出願に積極的な欧州をわずかにリードしているに過ぎない。今後も出願件数では欧州との競争は続くと考えられるが、主要出願人に見られる部品メーカーは、1位のNOK ビブラコースティック（日独の合併企業）のように、実際にはグローバルな提携を行っており、日欧の企業が協調体制を取っている。また、部品メーカーの台

頭は近年の部品モジュール化の進展によるもので、主要出願人においても徐々に完成車メーカーから部品メーカーへの移行が起きつつあることを示している。データでは主要出願人 10 位中、7 社が日本企業（完成車メーカー 4 社、部品メーカー 3 社）となっている。

（２）日本の課題と方向性

燃費低減に伴う新たな課題として、車両の軽量化とそのトレードオフ性能である振動、騒音の低減化を両立することが求められている。具体例としては、軽量化のためにシャフト径を細くすることによる固有振動数の低下についての対策等である。また、エンジン負荷によって、気筒数を加減するエンジン気筒休止システムでの振動低減も課題の一つである。前述のようなグローバルな提携下において、日本企業としての存在感を示すことが重要となる。

４．変速機（自動車・二輪車）

（１）特許動向から見た日本の特徴

三極の中での日本の位置付けは、エンジン（自動車・二輪車）とほぼ同様である。出願件数推移の変動が欧州以上に激しいのは、騒音規制法等の法改正の影響が少なからず含まれているためと考えられる。主要出願人 10 位中、7 社が日本企業であり、完成車メーカー 3 社（5、8、10 位）より部品メーカー 4 社（1、4、6、7 位）の上位進出が目立つ。このことは、前述の部品モジュール化の影響であり、エンジンより変速機の方が顕著にその傾向が表れたことを示している。

（２）日本の課題と方向性

快適性、静粛性の追及によって、商品価値を高める段階に入ってきており、歯車の歯打ち音の低減や、エンジンレスポンスと変速ショックの低減の両立等、新たな歯車設計方法やエンジン制御方法で高いレベルでの要求に応えることが課題となる。

５．駆動系装置（自動車・二輪車）

（１）特許動向から見た日本の特徴

エンジン、変速機（ともに自動車・二輪車）以上に、日欧が拮抗しており、最近 10 年間を見れば、年間出願件数はその首位の座が頻繁に入れ替わっている。欧州の部品メーカーが得意としている分野である。日本からの出願の特徴は、動吸振器やバランスに関するものが多いことであるが、反対に、フライホイールやアクティブダンパについては、欧州の出願件数に及ばない。主要出願人の顔ぶれは、変速機（自動車・二輪車）とほぼ同様で、10 位中、7 社が日本企業であるが、完成車メーカー 2 社（5、9 位）より部品メーカー 5 社（2、4、6、7、9 位）の存在が、前述のエンジンや変速機以上に大きい。このことも、部品モジュール化の影響であり、エンジン、変速機以上にさらに顕著にその傾向が表れたことを示している。

（２）日本の課題と方向性

エンジン同様、車両の軽量化と振動、騒音の低減化を両立することが求められている。アクティブ制御については、これからの差別化技術として、日欧で研究開発競争が行われており、現状では出願件数において若干欧州に先行されているが、日本でも歯車装置に適用した事例が見られる等、実用化に向けた研究開発に期待がかかる。

6．モータ（自動車・二輪車）

（１）特許動向から見た日本の特徴

日欧による研究開発競争が繰り広げられていることは、エンジン、変速機、駆動系装置（ともに自動車・二輪車）と同様であるが、それら３分野がどちらかと言えば、日本優勢で推移してきたのに対し、モータ（自動車・二輪車）の場合は 2000 年あたりまで、欧州にリードを許してきた分野である。しかし、日本も 1998 年以降、出願件数は順調に伸びており、現在では年間出願件数において、欧州を逆転している状況である。

（２）日本の課題と方向性

ハイブリッド車モータの高調波磁束によるトルクリップルが原因となる電磁騒音や、頻繁なエンジン起動停止に伴う振動、騒音等が課題となる。ハイブリッド車の開発においては、世界を牽引している状況から、特許出願でも今後の伸びが期待できる。

7．切削装置・研磨装置（工作機械）

（１）特許動向から見た日本の特徴

日本からの出願は、1989 年以降の出願件数の総数としては多いが、1998 年以降の出願は低調で、2000 年以降の年間出願件数では若干欧州を下回っている。主要出願人には米国企業も複数存在しており、三極の技術競争力の差はそれほど大きくないと推察する。また、日本は三極相互の出願には消極的な面が見られる。出願人は比較的広く分布し、主要出願人の中に日本の大手企業は見当たらない。

（２）日本の課題と方向性

高速化、高精度化、高機能化の要求に伴って、送り機構、主軸軸受を中心に、積極的な開発がなされている。共通する課題は低振動化であり、送り機構および制御技術、高剛性軸受、低摩擦軸受等が開発のポイントである。今後、超高精度小型高速機用の送り機構ではリニアモータ駆動が普及する可能性がある。リニアモータ駆動においては、先行する欧州を捉えることが急務であるが、近年は日本企業が競って開発を行っており、欧州をキャッチアップしつつある。

8．ディスクドライブ装置（情報機器・事務機器）

（１）特許動向から見た日本の特徴

全世界に出願された特許の 63% を占めている日本からの出願件数およびその推移、三極相互の出願状況、主要出願人等、特許動向から見れば、日本が研究開発の牽引役であることがわかる。その日本に迫りつつあるのが、韓国、台湾、中国といった国々となる。最も多い自動バランスに関する特許は、ディスク交換を前提とする高速、高密度 DVD のための技術で、一部にハードディスクに対する釣り合わせ工程を単純化する特許もある。

一方、軸受では、転がり軸受が微小な振動・騒音の発生源となり、耐衝撃性にも弱いために、流体軸受に移行する開発競争が行われている。光ディスク用多孔質流体軸受やハードディスク用流体軸受の普及に貢献したのは日本の技術である。ただし、今回の調査範囲では必ずしも流体軸受の特許を含んではおらず、特許データからはその存在が確認できなかった。

また、ディスクドライブ装置の中核を成すハードディスクでは、世界シェアの約 60%を米国企業が占めている等、必ずしも日本が研究開発、ビジネスの両面で優勢というわけではない。

(2) 日本の課題と方向性

長期信頼性が確保されたことにより、流体軸受の使用が主流になりつつある。しかしながら、これによって、ディスクドライブ用軸受の開発に終止符が打たれたわけではなく、さらなる高速、高精度回転を実現するために継続的な開発努力が求められてくる。流体軸受の外乱は低周波数であるために大きな問題にはならないが、ハードディスク、光ディスクともに高速回転によるディスクのフラッタ振動の抑圧が当面最大の課題である。米国とともに、日本が研究開発の牽引役であることには変わりなく、その期待は大きい。

9 . モータ (情報機器・事務機器)

(1) 特許動向から見た日本の特徴

全世界に出願された特許の 86%を占めている出願件数およびその推移、三極相互の出願状況、主要出願人等において、前述のディスクドライブ装置 (情報機器・事務機器) 以上に、日本の突出が際立っている。部品技術は日本の独壇場である。今回の全調査対象の中で、最も日本が得意とする技術分野である。

(2) 日本の課題と方向性

最も高精度が要求されるモータはハードディスク用途であるが、高速回転においては、レーザープリンタ、デジタル複写機等の用途であり、回転速度 50000rpm 以上の要求がある。そのための課題には、釣合せと振動・騒音抑圧、風損低減と冷却、回転膨張抑制等がある。特許出願でも、加振力低減に関するものが多く見られる。

10. まとめ

注目技術分野別の日本の特許出願動向と研究開発動向を整理すると、第 6-1 表になる。特許出願動向、研究開発動向の近年の動向については、最近 5 年間の出願件数推移、論文発表件数推移を示す。また、論文発表件数が少ないために近年の動向の評価が難しい分野については、有識者の見解も参考にして、欧米との比較評価を行った。

第 6-1 表 注目技術分野別の日本の特許出願動向と研究開発動向

	特許出願動向		研究開発動向		注目すべき要素技術など
	近年の動向	欧米との比較	近年の動向	欧米との比較	
タービン (産業機械・航空機)	増加兆候	同等	増減なし	やや劣位	特許出願では目立った動きはないが、CFD解析技術の高度化により、翼構造の振動解析を利用した振動低減技術や機能性材料の開発に期待がかかる。騒音対策としてのアクティブ制御技術についてはコストとその信頼性が今後のポイント。
コンプレッサ (産業機械)	増減なし	優位	-	やや劣位	翼列構造の段解析により翼振動の低減を図る解析システムや、回転軸系の安定性に大きな影響があるシール回り流れと翼・翼車回り流れの解析システムの開発が重要。各種ダンパ機構や流体的処置法に関する特許出願が増えることに期待。
エンジン (自動車・二輪車)	やや減少	優位	変動	優位	燃費低減に伴う車両の軽量化とそのトレードオフ性能である振動、騒音の低減化を両立することが課題。グローバルな企業提携下において、日本としての存在感を示すことが重要。
変速機 (自動車・二輪車)	変動	優位	-	同等	歯車の歯打ち音の低減やエンジンレスポンスと変速ショックの低減の両立等、新たな歯車設計方法やエンジン制御方法で高いレベルでの要求に応えることが課題。
駆動系装置 (自動車・二輪車)	やや増加	同等	-	同等	アクティブ制御については、これからの差別化技術として、実用化に向けた研究開発に期待。欧州とともに日本が研究開発を牽引することに期待。
モータ (自動車・二輪車)	増加兆候	同等	-	同等	ハイブリッド車の電磁騒音や頻繁なエンジン起動停止に伴う振動、騒音等が課題。ハイブリッド車の開発においては、世界を牽引している状況から、特許出願でも今後の伸びに期待。
切削装置・研磨装置 (工作機械)	増減なし	同等	増加兆候	同等	高速化、高精度化、高機能化の要求に共通する課題は低振動化。送り機構および制御技術、高剛性軸受、低摩擦軸受が開発のポイント。超高精度小型高速機用にはリニアモータ駆動の開発に期待。
ディスクドライブ装置 (情報機器・事務機器)	増加	優位	-	同等	さらなる高速、高精度回転を実現するために継続的な開発努力が必要。流体軸受の高速回転によるディスクフラッタ振動の抑圧が当面の課題。米国とともに、日本が研究開発の牽引役であることには変わりなく、その期待は大きい。
モータ (情報機器・事務機器)	増加	優位	-	優位	さらなる高速化のために、釣合せと振動・騒音抑圧、風損低減と冷却、回転膨張抑制等が重要。日本が得意な技術分野で期待も大きい。

注) 表中の - は、論文の件数が少ないために評価が難しいもの

第2節 日本の目指すべき方向性

今回の調査では、回転機構の振動防止技術が利用される応用産業として、産業機械、交通機械、工作機械、情報機器、等々に至るまでの広範囲の機械製造産業と研究機関を対象に、1989～2004年までの約15年間の特許出願動向についての分析を行った。また、合わせて論文発表から見た研究開発動向についての分析も行った。最後にそれらを踏まえて、これからの日本の目指すべき方向性について、以下に述べる。

これまで見てきたように、広範囲に亘る応用産業の各注目技術分野において、日本はその大半で主導的な立場にある。特許出願においては、論文による研究発表以上に積極的な一面も窺える。中でも、ディスクドライブ装置、モータ（いずれも情報機器・事務機器）は、欧米を寄せ付けないほど積極的な特許出願が行われ、研究開発を牽引している。スピンドルに代表される部品技術については現状、日本の独壇場であるが、さらなる高速、高精度回転を実現するために、継続的な開発努力が必要である。

エンジン、変速機、駆動系装置、モータ（いずれも自動車・二輪車）においては、日欧が時に協調、時に競争しながら、ともに研究開発を牽引している。燃費低減に伴う車両の軽量化とそのトレードオフ性能である振動、騒音の低減化を両立することや、快適性、静粛性の追及によって、商品価値を高めること等が今後の課題である。また、今回の調査対象の中で、応用産業として最も出願件数が多いのが全体の約70%を占める交通機械（自動車・二輪車）であったが、その背景には当該産業における研究開発投資への積極的な姿勢があると考えられる。研究開発費の安定した確保が持続的なイノベーションを生み出す源になっていると考えられるため、個々の技術における課題克服とともに、今後とも研究開発費の安定した確保が不可欠である。

タービン、コンプレッサ（いずれも産業機械）においては、特許出願では健闘しているが、研究開発では欧米に遅れを取っているのが実状である。材料、流体、熱等の基幹的な技術が要求される分野であり、産業機械に限らず、あらゆる回転機械の振動にその技術が波及する分野でもあるため、継続的に研究開発に注力することが肝要である。