

# 加速度センサ

## —平成21年度 特許出願技術動向調査—

企画調査課技術動向班技術動向係長  
渡邊 純也

### 抄録

現在、加速度センサは、自動車、航空機、ロボットなどの用途に利用されています。最近では携帯電話や家庭用ゲーム機の入力装置など幅広く応用されており、身近なセンサの1つとなっています。そして、スマートフォンやゲーム機などの市場の伸びに伴い、加速度センサの携帯ツール、ゲーム機など民生用途での市場の拡大が期待されています。このような背景のもと、「加速度センサ」を調査テーマとして平成21年度特許出願技術動向調査を実施しました。本稿では、この調査結果から、「加速度センサ」における技術開発、研究開発状況についてご紹介します。

## 1. はじめに

現在、加速度センサは、自動車、航空機、ロボットなどの用途に利用されています。最近では携帯電話や家庭用ゲーム機の入力装置など幅広く応用されており、身近なセンサの1つとなっています。そして、スマートフォンやゲーム機などの市場の伸びに伴い、加速度センサの携帯ツール、ゲーム機など民生用途での市場の拡大が期待されています。

今回のテクノトレンドでは、平成21年度特許出願技術動向調査「加速度センサ」の調査結果から、加速度センサにおける技術開発、研究開発状況についてご紹介します。特許出願技術動向調査とは、特許情報から技術全体を俯瞰し、研究開発動向・市場動向等を踏まえた技術開発の進展状況・方向性を分析するものです。特許情報は、企業、大学等における研究開発の成果に係る技術情報や権利情報です。これを多面的に分析することにより、今後の技術開発、研究開発状況を明らかにするものです。

今回は、平成21年度に調査を行った「加速度センサ」について、特許動向、研究開発動向、市場動向の調査結果を示し、最後に、今後わが国が目指すべき技術開発、研究開発の方向性について示します。

## 2. 加速度センサとは

加速度センサとは、速度の時間変化率（時間微分）である加速度を検出するセンサです。物体に働く加速度は加えられた外力に比例するという物理法則を用いて、加速度そのものの値の測定や、外力が加わったことを検出するために用いられます。前者は、高精度な測定が要求される科学実験や重力計測、地震計測などで利用され、後者は、傾き、振動、動き、衝撃、落下などの検出に利用されます。また、加速度センサの利用目的により、検出すべき加速度の大きさや周波数帯域幅が異なります。

現在、加速度センサは、自動車、航空機、ロボットなどで利用されていますが、応用産業分野は、IT・情報通信、アミューズメント、環境、医療などへ広がっています。このように、加速度センサの応用範囲が広がった要因は2つあります。

1つ目は、MEMS (MicroElectroMechanical Systems) 技術を応用したMEMS加速度センサの登場です。MEMS技術は、半導体の微細加工技術を応用して、微細な構造に様々な機能を実現する技術であり、1980年代初頭まで、いわゆる機械式加速度センサまたは電気機械式と呼ばれる加速度センサがエアバッグシステムに用いられていました。

MEMS加速度センサがエアバッグシステム用に製品化されると、エアバッグシステムに利用される加速度センサはMEMS加速度センサに置き換わりました。その理由として、MEMS加速度センサは小型であること、センサ出力のデジタル回路入力が入力容易なことなどが挙げられます。

2つ目は、多軸（2軸方向、3軸方向）の加速度を検出可能な加速度センサが登場したことです。1軸の加速度センサでは、多軸方向の加速度を検出するために、加速度センサを複数組み合わせることが必要ですが、多軸加速度センサであれば1つで機能を満たすことができます。また、加速度と角速度を同時に検出できるセンサも開発され、センサ機能の複合化が進みました。

次に、加速度センサの具体的な構成について説明します。一般的な構成では、加速度が生じることによりセンサのおもり（錘、マス）が慣性力を受け、おもりを支持するばねの反力とのつりあいによって変位します。この変位は、おもりに取り付けられた変位検出部、あるいは、おもりを支持するばねのひずみを検出するひずみ検出部で電気信号に変換され、周辺電子回路で信号処理され、信号が出力されます。主な周辺電子回路は、検出機構で検出された信号を増幅したり、アナログ/デジタル変換したりする信号変換部、変換後の信号を出力する出力部などです。サーボ型の場合、検出機構部を駆動するための駆動部、さらに、検出部および周辺電子回路の機能診断を行う自己診断部、温度

補正を行う温度補正部などもあります。

加速度センサはこのような構成であるので、設計技術として、センサ全体の総合的な機能を設計するシステム設計技術、周辺回路の回路設計を行う回路技術、加速度検出部の設計を行うデバイス構造設計技術が必要です。対応するテスト技術として、システム全体のテストを行うテスト技術、電子回路の製造過程のテストを行うプロセステスト技術、検出部の動作テストを行うデバイステスト技術があります。

加速度センサを製造する技術は、MEMS加速度センサと非MEMS加速度センサとで大きく異なります。MEMS加速度センサは微細な構造を形成するため、製造技術として半導体微細加工技術、マイクロマシニング技術を用います。

加速度検出部のセンシング方式は、静電型、圧電型、抵抗型、熱・流体型、動電型、サーボ型、磁気型などがあり、複数軸方向の加速度の同時検出や、角速度との同時検出など複合センシングもあります。

加速度センサにおける主な技術的な課題として、低コスト、低電力化、多品種少量、特殊環境、小型・軽量化、高感度化、高精度化、高機能化・複合化、信頼性向上、開発期間短縮、量産化技術などが挙げられます。

以上の構成を踏まえて作成した加速度センサの技術俯瞰図を図1に示します。

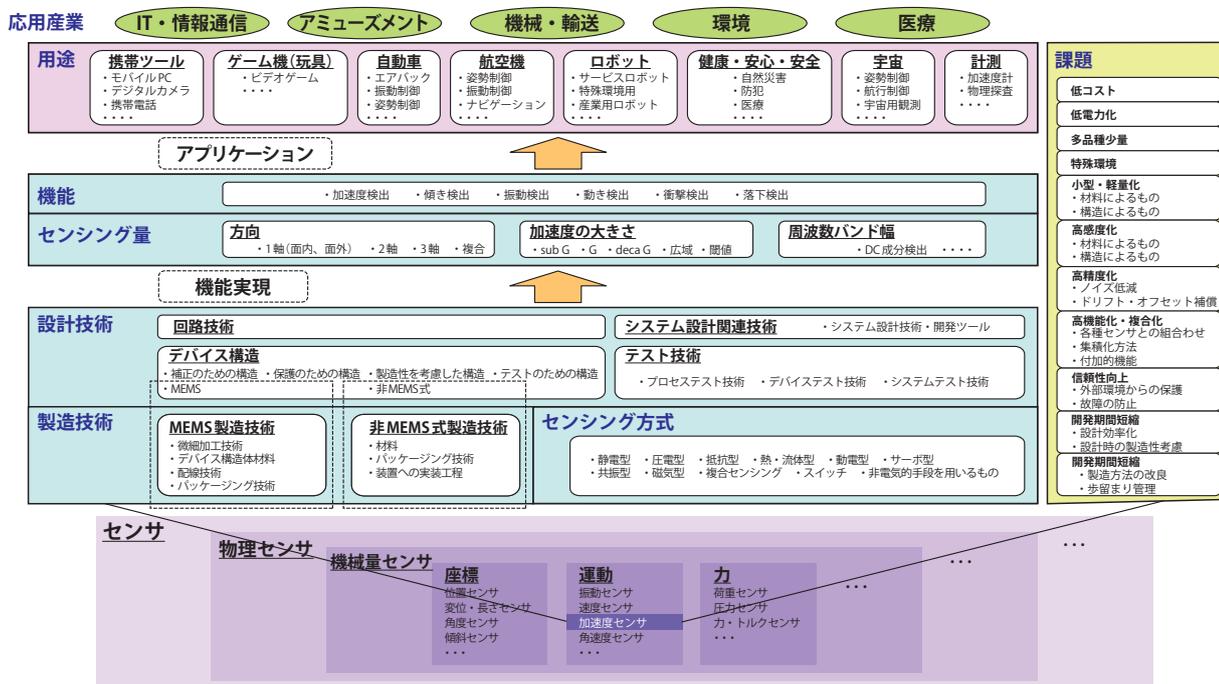


図1：加速度センサの技術俯瞰図

今回ご紹介する平成21年度特許出願技術動向調査「加速度センサ」では、図1の技術俯瞰図を基に調査対象を設定しました。

### 3. 特許動向

特許動向では、対象となる特許文献として、出願日（優先権主張日）を基準として1990年～2007年の特許出願を対象としています。また、出願先としては、日本、米国、欧州、中国、韓国への出願を対象としています。さらに、出願件数推移のデータを見る際には、特許文献のデータベースへの収録までの時間差やPCT出願が各国の国内段階へと移行するまでの時間差のために、2006年以降の件数は全データを反映してない可能性があります。

#### (1) 全体動向

##### (a) 出願人国籍別の出願動向

加速度センサに関する特許出願の出願人国籍別の出願動向を分析しました。図2に、日米欧中韓への出願における出願人国籍別の出願件数推移及び出願件数比率を示します。

図2から出願件数比率では、日本国籍の出願人が5割、米国籍の出願人が2割、欧州国籍の出願人が2割となっています。また、出願件数推移から、日本国籍の出願人は、1990年代では米欧に比べて多くの出願を行っていることがわかります。1990年代終盤から2000年代初頭にかけて若干の減少の後、2000年代はその出願レベルを維持していましたが、近年は若干減少傾向にあります。米国籍・欧州国籍の出願人は、1990年代には日本に比べ出願件数が少ない状態でしたが、2004年以降、米国籍・欧州国籍の出願人からの出願件数が伸び、近年では日本国籍出願人からの出願

件数との差が縮まってきています。中国籍出願人は、特に近年出願件数を増やしてきています。韓国籍の出願人は、1990年代中盤に出願が見られましたが、いったん件数が減少し2000年代中盤より件数を増やしつつあります。

##### (b) 日米欧中韓における出願収支

図3に出願先国別—出願人国籍別出願件数収支（日米欧中韓への出願）を示します。図3において、円グラフの大きさは各国への出願件数に、また各国間に引かれた矢印の太さは、各国籍出願人が他の国へ出願した件数に比例しています。

日本国籍の出願人は、日本への出願を多く行っているだけでなく、米国・欧州・中国・韓国への出願も多いことがわかります。一方、米国籍・欧州国籍・中国籍・韓国籍の出願人から日本への出願は少ないことがわかります。米国籍・欧州国籍の出願人は、それぞれお互いに同数程度の出願を行っています。また、日本・中国・韓国へも出願を行っていますが、日本国籍の出願人からの出願件数ほど多くはありません。中国籍・韓国籍の出願人から日本・米国・欧州への出願は多くはありませんが、そのうち米国への出願が比較的多いことがわかります。

#### (2) 技術区分動向

加速度センサに関する特許出願について、技術区分ごとに出願動向を分析しました。技術区分ごとの分析を行うための解析軸は、図1に示す加速度センサの俯瞰図を基に設定しました。

解析軸の項目としては、加速度センサの技術に関連して、「製造技術軸、設計技術軸、機能軸、センシング方式軸、センシング量軸」を設定しました。さらに、加速度センサを用いる用途として「用途軸」を、技術が解決すべき課題

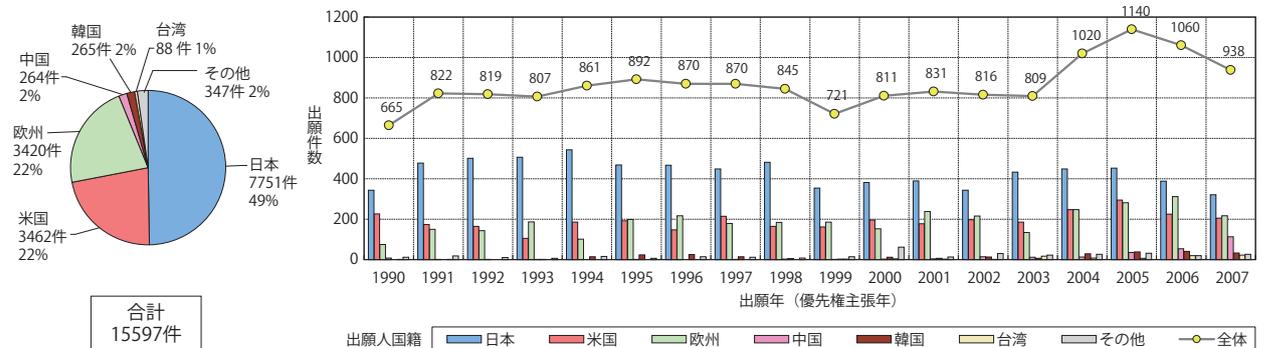


図2：出願人国籍別出願件数推移と出願件数比率

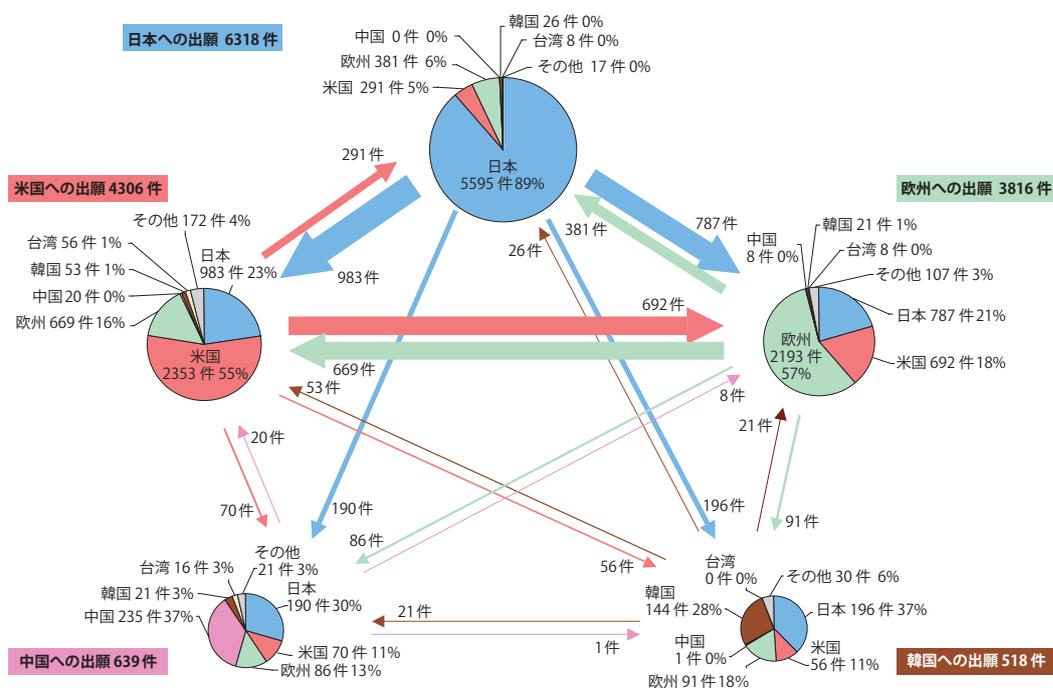


図3：日米欧中韓における出願収支

として「課題軸」を設けています。

以下では、製造技術、センシング方式、用途、課題の技術区分動向を示します。

(a) 製造技術

図4-1に製造技術における出願人国籍別出願件数（日米欧中韓への出願）を示します。

日本国籍・米国籍・欧州国籍・中国籍・韓国籍の出願人からの出願について、MEMSの製造技術に関する出願件数は、非MEMS式の製造技術の出願件数より多いことが

わかります。特に、日本国籍の出願人からの出願では、MEMSの製造技術の比率が高く、「微細加工技術」「デバイス構造体材料」「配線技術」「パッケージング技術」のいずれにおいても、日本国籍の出願人は、他国籍の出願人に比べて2倍以上の件数を発願しています。

「日本国籍出願人からの出願件数」／（「米国籍出願人からの出願件数」＋「欧州国籍からの出願件数」）を計算すると、「微細加工技術」で1.55、「デバイス構造体材料」で1.49、「配線技術」で2.08、「パッケージング技術」で1.44となり、いずれも高い値となっています。

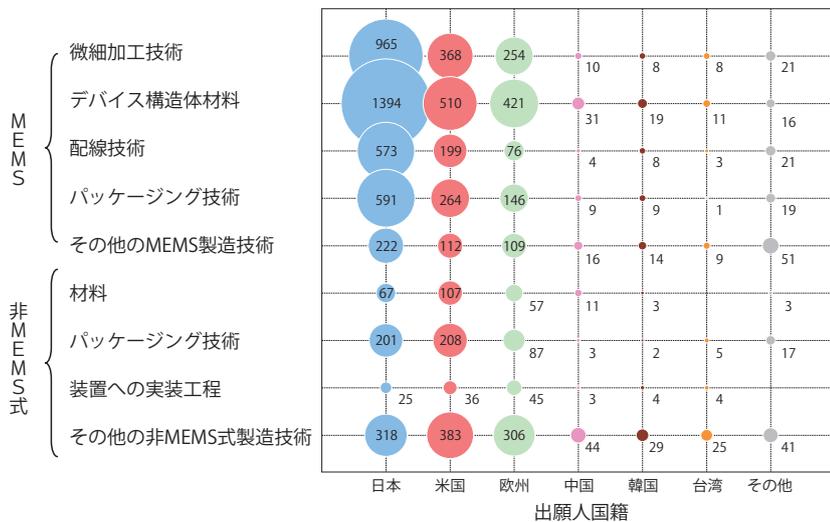


図4-1：製造技術における出願人国籍別出願件数

(b) センシング方式

図4-2にセンシング方式における出願人国籍別出願件数（日米欧中韓への出願）を示します。

全体としては、「静電型」、「圧電型」、「抵抗型」、「磁気型」の出願件数が多く、各出願人国籍において特定のセンシ

ング方式が全体に占める割合で比較すると、「静電型」は、日本・米国・欧州で同等となっています。同様な割合で比較すると、日本では、「圧電型」、「抵抗型」の割合が高く、「磁気型」、「共振型」の割合が低いことがわかります。米国では「熱・流体型」、「サーボ型」の割合が高いことが特徴となっています。

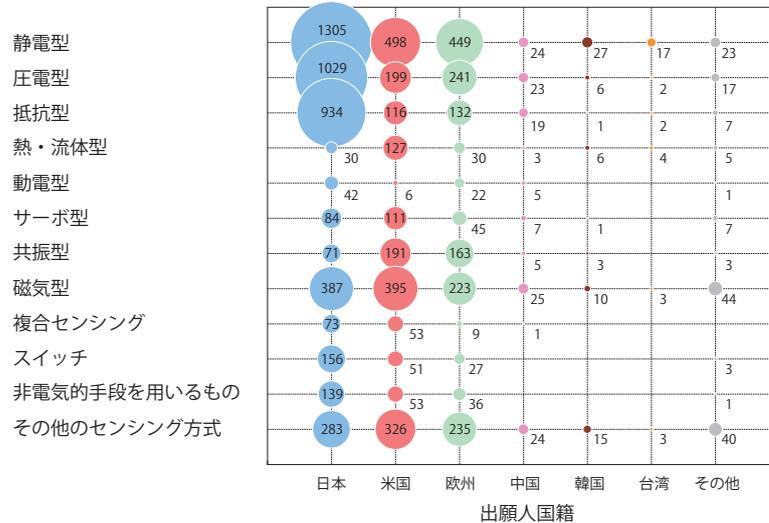


図4-2 センシング方式における出願人国籍別出願件数

(c) 用途

図4-3に用途における出願人国籍別出願件数（日米欧中韓への出願）を示します。

用途に関する出願では、「自動車」が大部分を占めています。次いで、「携帯ツール」、「健康・安心・安全」、「航

空機」、「ゲーム機」の順となっています。日本からの出願が他国より多いものとしては、「携帯ツール」、「自動車」、「ロボット」があります。分野ごとの相対的な比較として、米国では、「宇宙」、「健康・安心・安全」分野に、欧州では、「自動車」分野に特徴があります。

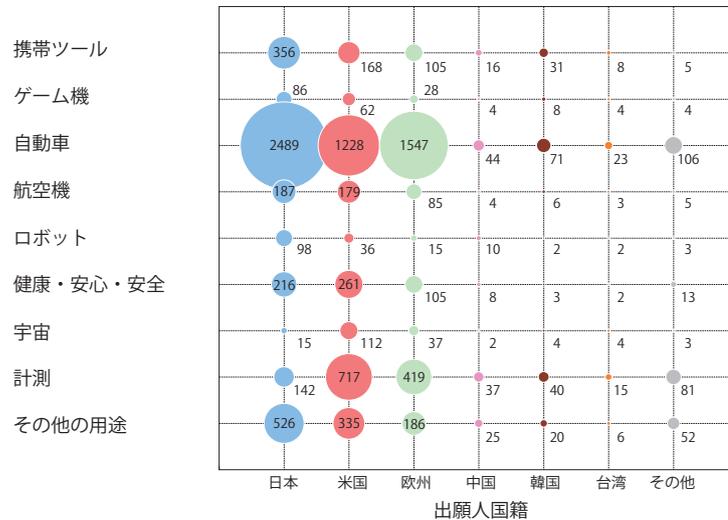


図4-3 用途における出願人国籍別出願件数

(d) 課題

図4-4に課題における出願人国籍別出願件数(日米欧中韓への出願)を示します。

「量産化技術」「低コスト」「高感度化」「高精度化」については、

日本国籍・米国籍・欧州国籍いずれの出願人からも出願が多いことがわかります。米国籍・欧州国籍の出願人と比べ、日本国籍の出願人からの出願では、「小型・軽量化」「高精度化」「信頼性向上」「高機能化・複合化」が特に多いことがわかります。

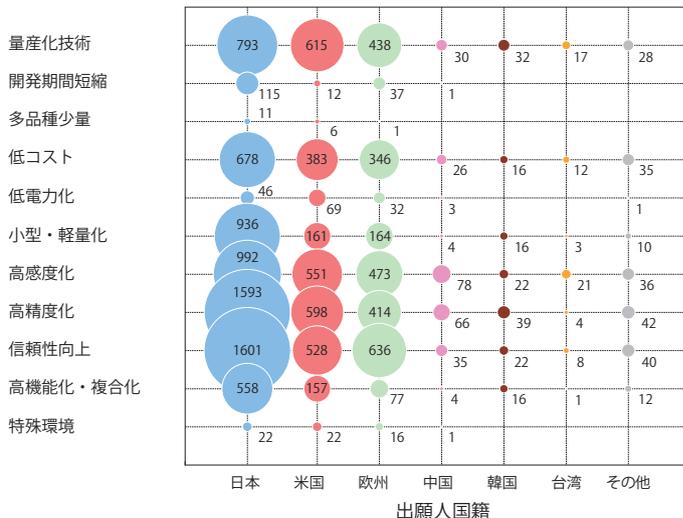


図4-4 課題における出願人国籍別出願件数

以上の全体動向、技術区分動向分析より、特許出願件数からは日本の技術的なポテンシャルの高さがうかがえます。日本の技術的なポテンシャルの高い分野としては、MEMSを中心とした製造技術、センシング方式として圧電型、抵抗型、用途として自動車、携帯ツール、ロボット、課題として小型・軽量化、高精度化、信頼性向上、高機能化・複合化が挙げられます。

(3) 出願人別動向

加速度センサに関する特許出願について出願人毎の出願件数をカウントして、出願人の動向を分析しました。表1に出願先国毎の出願人別出願件数上位ランキングを示します。

表中の◎○☆は、出願人がそれぞれ大企業、中小企業、ベンチャー企業に該当することを示しています。また、出

表1 出願先国別出願件数上位ランキング

日本への出願			米国への出願			欧州への出願			中国への出願			韓国への出願		
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数	順位	出願人	件数	順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	デンソー◎	513	1	デンソー◎	150	1	ロバート・ボッシュ(ドイツ)◎	445	1	三菱電機◎	21	1	三菱電機◎	36
2	パナソニック電工◎	409	2	ハネウェル・インターナショナル(米国)◎	147	2	シーメンス(ドイツ)◎	147	2	日立金属◎	17	2	サムスン・エレクトロニクス(韓国)◎	28
3	パナソニック◎	285	3	ロバート・ボッシュ(ドイツ)◎	132	3	デンソー◎	117	3	OKIセミコンダクタ◎	12	3	ヒュンダイモーター(韓国)◎	18
4	三菱電機◎	252	4	三菱電機◎	94	4	村田製作所◎	80	3	セイコーインスツル◎	12	4	ロバート・ボッシュ(ドイツ)◎	17
5	村田製作所◎	250	5	アナログ・デバイセス(米国)◎	82	5	ハネウェル・インターナショナル(米国)	78	3	ロバート・ボッシュ(ドイツ)◎	12	5	日立金属◎	16
6	日立製作所◎	195	6	村田製作所◎	76	6	コンティ・テミック・マイクロエレクトロニクス(ドイツ)◎	69	6	デンソー◎	11	6	シーメンス(ドイツ)◎	15
7	トヨタ自動車◎	192	7	チャールズ・スターク・ドレイパー・ラボラトリ(米国)◎	66	7	フランス原子力庁(フランス)	68	6	ハネウェル・インターナショナル(米国)	11	7	OKIセミコンダクタ◎	11
8	ロバート・ボッシュ(ドイツ)◎	143	8	エス・ディー・マイクロエレクトロニクス(スイス)◎	48	8	三菱電機◎	62	8	サムスン・エレクトロニクス(韓国)◎	10	8	パナソニック電工◎	10
9	フジクラ◎	135	9	イナラプス・テクノロジーズ(米国)☆	45	9	セクスタント・エヴィオニック(フランス)◎	57	8	パナソニック◎	10	9	MANDO MACHINERY(韓国)◎	8
10	日本航空電子工業◎	134	10	パナソニック◎	40	10	ブリード・オートモティブ・テクノロジ(米国)◎	41	10	トヨタ自動車◎	9	9	センソノール(ノルウェー)◎	8
									10	清華大学(中国)	9	9	パナソニック◎	8
									10	村田製作所◎	9	9	ハネウェル・インターナショナル(米国)	8

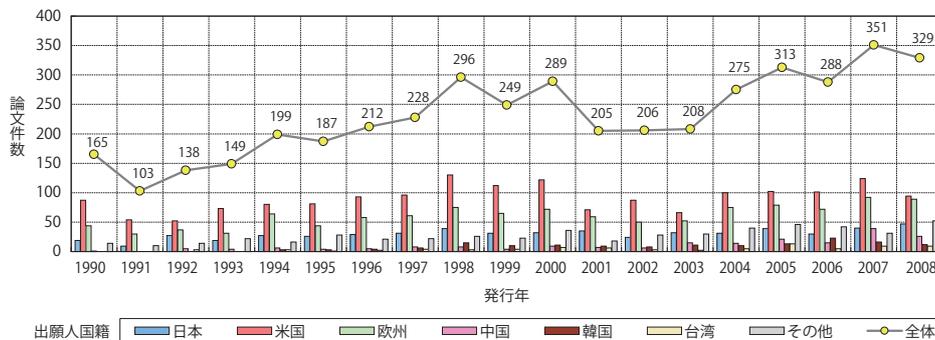
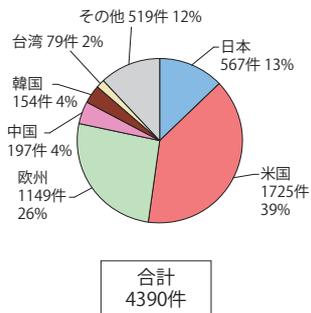


図5 研究者所属機関国籍別論文件数推移と件数比率

願人名に記号が付記していないものは、属性が企業以外であることを意味します。

日本への出願では、日本の企業が上位を占めています。米国・欧州への出願では、日本・米国・欧州の企業が上位を分け合っています。中国・韓国への出願では、日本企業の出願が比較的多く、また、米国・欧州の企業も上位に入っています。出願人属性では、大多数が企業であり、さらに、企業のほぼ全てが大企業であることがわかります。

## 4. 研究開発動向

加速度センサに関する研究開発動向について分析を行いました。研究開発動向の指標として加速度センサに関する発表論文を採用し、研究者所属機関国籍別の論文件数の推移と件数比率を調査しました。特許動向との時期的な整合性を考慮して、1990年～2008年発表の論文を対象としています。

### (1) 全体動向

図5に研究者所属機関国籍別論文件数推移と件数比率を示します。まず、件数比率をみると、米国の研究機関からの発表が1725件(39%)と最も多く、次いで欧州が1149件(26%)、さらに日本567件(13%)、中国197件(4%)、韓国154件(4%)、台湾79件(2%)と続いています。

図2で示す特許出願の出願件数推移と出願件数比率の結果と比較すると、日本の割合がかなり少なくなっており、米国の割合が増えていることがわかります。

さらに、研究者所属機関国籍別論文件数推移では、全体的に1998年～2000年あたりまで増加傾向にあり、いったん減少した後再び増加しています。また、全期間を通して

米・欧州国籍の研究機関からの発表件数より日本国籍の研究機関からの発表件数が下回っています。近年では中国からの論文件数の増加が見られます。

### (2) 研究者所属機関別動向

表2に研究者所属機関別発表件数ランキング(上位20位)を示します。表の機関名欄には、機関名と国籍を記載しています。

上位21機関(順位20位まで)のうち、日本の機関は、東京大学、東北大学、立命館大学、豊橋技術科学大学の4機関ですが、他国では、米国の機関が14機関、欧州1機関、韓国1機関、シンガポール1機関となっています。

加速度センサに関する研究は米国の研究機関が主要な推進機関となっています。上位20位のうち、大学・公的研

表2 研究者所属機関ランキング

順位	機関名	件数
1	カリフォルニア大学(米)	114
2	サンディア国立研究所(米)	53
3	ミシガン大学(米)	43
4	カリフォルニア工科大学(米)	42
4	東京大学(日)	42
6	東北大学(日)	39
7	カーネギーメロン大学(米)	33
8	ジョージア工科大学(米)	32
9	ペンシルベニア州立大学(米)	31
10	KAIST(韓)	28
11	マサチューセッツ工科大学(米)	27
12	立命館大学(日)	26
13	豊橋技術科学大学(日)	25
13	サウサンプトン大学(欧、英)	25
13	パデュー大学(米)	25
16	アメリカ地質調査所(米)	24
17	フォード・モーター(米)	23
17	シンガポール国立大学(シンガポール)	23
17	オハイオ州立大学(米)	23
20	ミネソタ大学(米)	21
20	テキサス大学(米)	21

究機関は20機関、企業は1機関のみであり、大学・公的研究機関が研究をリードしている様子が見えます。

## 5. 市場動向

加速度センサは、部品として最終製品の市場と連動した市場の形成が行われています。加速度センサの市場は、2000年代の初頭までは、古くからの市場である自動車関連を中心として拡大してきました。そして、2000年代の中盤でも、緩やかであるが依然として市場は伸びています。一方で、携帯ツール、ゲーム機など民生用に新たな市場が形成され、市場が急速に拡大しています。特に、携帯電話やスマートフォンで大きな市場の拡大が期待されています。わが国の企業は、自動車用ではある程度のシェアを握っていますが、民生品では米国・欧州の企業にシェアを奪われており、市場において劣位に立たされています。自動車用、民生用とも低価格化が進み価格競争の段階にあり、特に、民生用では厳しい価格競争が起っています。

このような状況の下、米国・欧州の企業がメイン・プレーヤーとして固定されつつあり、事業から撤退する企業が見られる一方で、加速度センサ技術を持つ企業を買収する動きも見られます。

加速度センサの今後の市場の展望への示唆を得るため、わが国の産業と関連の深い分野における加速度センサの用途別に特許出願件数推移を比較しました。

産業分野については、図4-3に示した用途における出願人国籍別出願件数(日米欧中韓への出願)より、携帯ツール、ゲーム機、自動車、健康・安心・安全、ロボットを選び、さらに、自動車については、エアバッグ、姿勢制御システム

ム、ナビゲーションシステム、ブレーキングシステムに細分化しました。

図6に用途別の特許出願件数推移(日米欧中韓への出願)の比較を示します。用途毎に1990～1999年の平均値を算出し、平均値により規格化した値を示しています。縦軸(特許出願件数の伸び率)は対数スケールとしています。

ナビゲーションシステムを除く自動車関連の用途では減少または横ばい傾向ですが、自動車のナビゲーションシステム、携帯ツール、ゲーム機、ロボット、健康・安心・安全分野では、増加傾向が見られます。特に、携帯ツールとゲーム機の伸び率が大きいことがわかります。各用途により、市場環境や製品化の期間などが異なるため単純な比較は難しいですが、図6の特許出願の伸び率は、携帯ツール、ゲーム機の拡大する市場の現状を説明し、その他の分野を含めた市場の将来展望を示唆するものと言えるでしょう。

## 6. まとめ

これまで示してきました特許動向の結果から、加速度センサに関わる技術開発において、わが国は海外を上回る特許出願件数を有していますが、市場動向の結果からは、必ずしもそれが市場での成功には結びついていない状況が見えます。さらに、研究開発の場では、米国、欧州にリードされている状況にあります。自動車産業内では、わが国の加速度センサの製造企業はリーダーの一角として健闘していますが、海外の有力な企業が首位の座を占めています。また、民生品分野では海外企業に遅れをとっており、わが国の企業はチャレンジャーとしての地位が固定されつつあります。

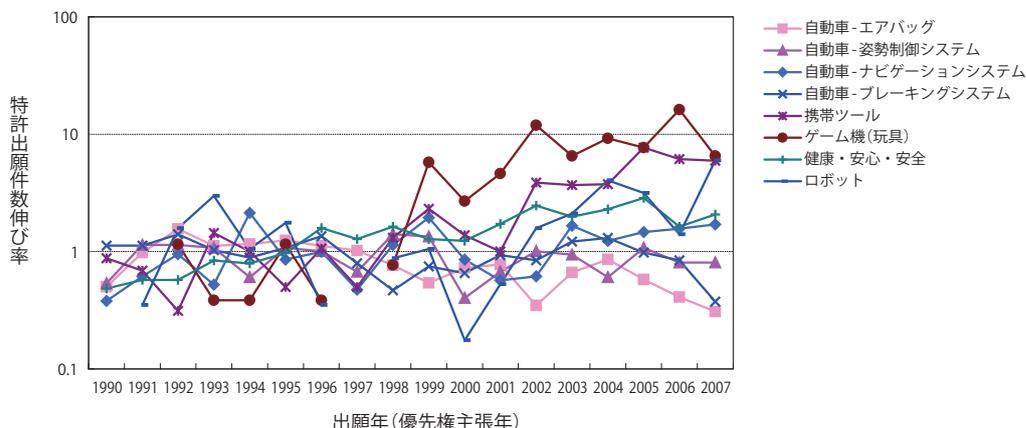


図6 用途別の特許出願件数推移(日米欧中韓への出願)の比較

このような市場での劣位を回復し国際競争力を高めるため、わが国が取り組むべき課題、目指すべき研究開発、技術開発の方向性として、以下の5つの提言にまとめました。

**【提言1】新製品・新市場・新産業の創出にむけた連携技術開発**

新規技術開発との密接な連携により顕在化する課題、および、最終製品の詳細な課題に対応する技術開発を実施すべきである。

**【提言2】差別化・高付加価値化のための技術開発**

わが国の強みとする小型・軽量化、高性能化、信頼性向上、高機能・複合化などの技術として、エッチング、スティッキング対策、シリコン貫通電極、接合、異種材料利用などの技術開発を進めると同時に、材料技術の強みを活かした加速度センサを開発し、差別化・高付加価値化を図るべきである。

**【提言3】産業分野に応じた技術開発**

産業分野の現在の技術力、市場動向、および、将来展望に応じて、以下の技術開発が必要である。

- ・「自動車」分野では、高性能加速度センサの低コスト化、インテリジェント・モビリティなどへ向けた高精度化・信頼性向上・通信機能との複合化のための技術開発
- ・「健康・安心・安全」分野では、医療応用や生活環境での予防的モニタリングに向けた高感度化のための技術開発、ならびに、携帯モニタリングに向けた課題解決のための技術開発
- ・「携帯ツール」「ゲーム機」分野では、徹底的な低コスト化と量産化のための技術開発
- ・「ロボット」分野では、サービスロボットの信頼性・安全性のための高精度化・信頼性向上、および、マニピュレータなどの実装形態に対応した小型化・複合化、樹脂などの材料利用のための技術開発

**【提言4】低コスト化・量産化のための技術開発**

低コスト化・量産化のため、製造技術・ノウハウを蓄積・集約すると同時に、現行方式の転換を促す革新的技術の開発が必要である。

**【提言5】研究拠点・製造技術開発拠点の必要性**

研究のバリエーションと知見の集積・蓄積を行う拠点が必要であり、基礎研究・応用研究のための拠点が必要である。また、低コスト化・量産化のための技術・ノウハウの

集積・蓄積、ならびに、産業界への移転を促進するため、製造技術開発のための拠点が必要である。

現在、わが国は、加速度センサの市場において劣位に立たされています。米欧だけではなく、近年、中国からの特許出願件数の増加が顕著であり、中国からの追い上げも予想され、状況は益々厳しいものとなるでしょう。今後、スマートフォンやゲーム機などの市場の拡大に伴い、民生用の加速度センサの市場の拡大が予想されています。このような状況において、MEMSを中心とした製造技術や小型・軽量化などの日本が得意とする技術を活かしつつ、市場でのシェア拡大に結びつけることが望まれます。

## profile

渡邊 純也 (わたなべ じゅんや)

2005年4月 特許庁入庁 (特許審査第一部材料分析)

2009年4月 審査官昇任

2010年10月より現職