

# 平成 2 0 年度 特許出願技術動向調査報告書

## 多層プリント配線基板 (要約版)

### < 目次 >

第 1 章 調査目的.....	1
第 2 章 対象技術概要.....	1
第 3 章 特許出願動向.....	5
第 4 章 研究開発動向.....	18
第 5 章 市場環境動向.....	24
第 6 章 政策動向.....	29
第 7 章 総合分析.....	30

平成 2 1 年 4 月

特 許 庁

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

## 第1章 調査目的

現在の社会は情報・通信等の電子技術なしには考えられず、特に携帯電話やデジタルカメラに代表される民生用モバイル機器の急速な普及には目を見張るものがある。これに伴い、電子機器の小型化への要求はますます強まりつつある。他方では高機能化も急速に進められており、それに伴う機器の複雑化と小型化を同時に図るといふ、相反することが求められている。これらの要求に応えるべく、大規模集積回路(LSI)等の能動素子や記憶素子などの高機能化と小型化に向けた技術開発が精力的に進められ、その進歩は目覚ましい。

しかし、それら高性能の素子も単独では機能できず、プリント配線基板に固定され電氣的に接続されて初めて機能することができる。それも単に固定、接続すれば済むものではなく、素子の性能を十分に発揮させるためには、プリント配線基板の高度化と小型化が不可欠である。すなわち、華やかな脚光を浴びることが多いLSI等の素子に比べて地味ではあるが、プリント配線基板は高度なエレクトロニクス技術の実用を支える「基盤」である。プリント配線基板に対するこのような要求に応えるべく、主として小型化と配線の高密度化、および配線距離短縮による高速伝送を目指して開発されたものが多層プリント配線基板である。

多層に限定しない全種類のプリント配線基板の生産額において、1999年以降、最近まで日本が首位を占めてきた。2006年には生産額において中国に抜かれて2位となった模様であるが、依然として日本のプリント配線基板の技術水準は世界トップといわれている。しかし、量的には中国、また技術的には韓国と台湾の台頭が著しく、現在の日本の地位は決して安泰とはいえない。

このような状況にある日本の多層プリント配線基板技術の維持、強化に向けて今後採るべき方策を検討するために、その技術開発の現況、および世界における日本の位置に関する情報を提供することは、今後の適確な技術開発推進にとって極めて重要である。このような観点から、多層プリント配線基板技術の動向を、特許出願動向を中心として調査、分析し、その現状と日本における今後の課題を明らかにする。

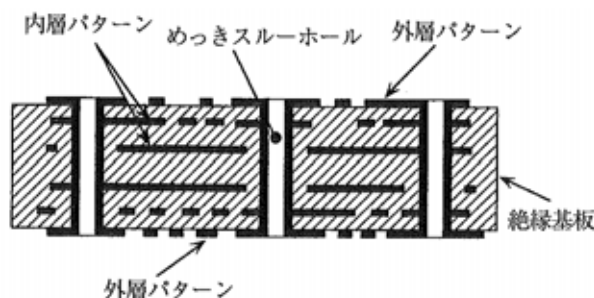
## 第2章 対象技術概要

### 第1節 プリント配線基板の発展

配線に要する時間の短縮や信頼性向上などを目的とする、プリントによる配線のアイディアは20世紀初頭に既に現れ、1936年には現在に近い形のプリント配線基板がイギリスで発表された。当初は周囲状況が整わず、進展はみられなかったが、1950年ごろからはトランジスタの実用化と共に片面のプリント配線基板が実用されるようになった。その後、トランジスタの小型化や搭載数の増加と共に片面では配線交差の問題から対応しきれなくなり、両面のプリント配線基板が用いられるようになった。

1960年以降に集積回路(IC)の実用が始まると配線量が飛躍的に増大し、また電子機器の小型化への流れが加速して配線密度も高くなった。その結果、それまでの両面プリント配線基板では対応しきれなくなり、第1-1図に示すような片面または両面のプリント配線基板を積層してそれを貫通する孔(スルーホール)を開け、その内面にめっきを施すことによって層間導通を図る方式の多層プリント配線基板(めっきスルーホール多層プリント配線基板)が開発された。その後、材料やプロセスに多くの改良が加えられ、信頼性向上と製造工程合理化が行われてきた。片面、両面のプリント配線基板やめっきスルーホール多層プリント配線基板は用途に応じて現在でも広い範囲で使用されている。

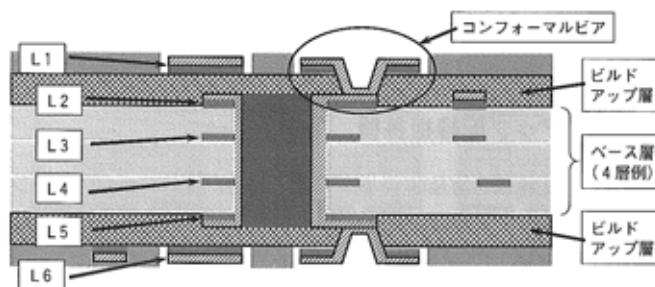
第 1-1 図 めっきスルーホール多層プリント配線基板の断面模式図(例)



出典)エレクトロニクス実装学会編、プリント回路技術便覧(第3版)、日刊工業新聞社、2006年5月、p.280、  
図 3.1.5 多層めっきスルーホールプリント配線板の断面

めっきスルーホール法による多層プリント配線基板では全層を貫通する孔を開けるため、接続が不要な層にも孔が存在して無駄なスペースとなるため、配線の高密度化に限界がある。そこで、第 1-2 図に例を示すように、めっきスルーホール法による 4 層程度の多層プリント配線基板をコア(図ではベース層)とし、その上下に新たな層を順次積層して必要な部分のみに層間導通用の穴(ビア)を開ければ無駄なスペースをなくすことができ、一層の高密度配線が可能となる。これがビルドアップ法による多層プリント配線基板の基本的な考え方であり、1960 年代後半に米国で発表された。この方式は 1990 年代に入って脚光を浴び、特に日本において活発な技術開発が進められて 1998 年頃に実用化された。現在では様々な材料や製造方法が開発され、層間導通もめっきによるものだけでなく、導電性ペーストを用いるものなど、多くのタイプ、製造技術が開発されている。

第 1-2 図 コアタイプのビルドアップ多層プリント配線基板の断面模式図(例)



出典)杉本榮一 監修、図解 プリント配線板材料最前線、工業調査会、2005年1月、p.46、図 2-8 ベース + ビルドアップ層構造図(6層(1-4-1)構造例)

## 第 2 節 多層プリント配線基板に対する要求項目

現在では携帯電話に代表される民生用モバイル機器を中心として、高性能化、高機能化、かつ小型化の流れが継続している。また、素子を搭載するパッケージ基板やモジュール基板としての拡がり、自動車への電子機器搭載の増加、さらにパワーエレクトロニクス分野へのプリント配線基板の適用が増加するなど、プリント配線基板が使用される領域も拡がりつつある。これらの進展に伴い、多層プリント配線基板に求められている項目を以下に示す。

### (1)小型化

単なる小型化ではなく、高性能化と高機能化に伴う配線量の増大と同時に小型化を図るこ

とが求められている。

これに応えるべく、コアにおけるスルーホールが存在による無駄なスペースを排除して一層の高密度配線と薄型化を可能とする全層積層方式(コアレスタイプ)や、リジッドなプリント配線基板とフレキシブル配線基板を一体に製造し、狭い筐体内への高機能回路の折り畳み収納を可能とするフレックスリジッド配線基板などが開発されている。また、抵抗やコンデンサ等の受動部品、あるいはLSI等の能動部品を多層プリント配線基板内に格納する部品内蔵基板も開発され、2000年以降になって実用が開始された。

また、ビルドアップ多層プリント配線基板では1層ずつ積層するため、工程が複雑になりがちであるが、予め作成した各層を一括して積層することで工程を簡略化する方式(一括積層方式)など、製造技術についても様々な技術が開発されている。

#### (2)電気特性、特に高周波特性の向上

電気特性向上では絶縁信頼性の向上、導通の確保、導体抵抗の低減などが重要であるが、特に注目されているのは高周波特性の向上である。

LSI等の素子のクロック周波数は更に高周波数化される方向と考えられる。これに伴い、特性インピーダンスの整合による信号波形の劣化防止や、絶縁材の誘電率と誘電損失の低減による信号の減衰低減と高速伝送の確保が必要となる。また、高周波領域では電流は導体表面を流れる「表皮効果」という現象への対処として導体表面の平滑化が必要となり、その結果、平滑面でも強い接着力が必要となる。

#### (3)熱特性向上と大電流対応

前述の小型化、高周波数化に伴う基板内部の発熱密度の増加や、部品内蔵基板における部品の発熱など、プリント配線基板における熱の問題が重要となりつつある。また、パワーエレクトロニクス分野へのプリント配線基板の適用増加等に伴い、大電流(すなわち発熱量増大)対応が要求されており、この面からもプリント配線基板の熱対策が重要となる。

プリント配線基板に要求される熱特性として、材料の耐熱性、温度上昇による基板の変形、破壊の防止も重要であり、絶縁材への各種充填材(フィラー)添加による熱膨張制御技術などが開発されている。

また、基板内部で発生した熱の放散についても技術開発が行われており、配線基板内部に厚い金属シートを配置する方法(メタルコアプリント配線基板)や、金属シート上に配線基板を形成する方法(メタルベースプリント配線基板)などが開発されている。

#### (4)一層の高速化：光回路混載

外部ノイズに影響されない大量情報の高速伝送手段として光ファイバーがあり、その素子間信号伝送への応用が考えられている。また、将来は光集積回路の実用化も考えられ、これらに対応して電気回路と光回路が混在するプリント配線基板の研究、開発が行われている。

#### (5)製造技術の高度化

プリント配線基板製造における中国、韓国、台湾の台頭は目覚しく、日本のプリント配線基板産業がそれら諸国に対して優位を維持するためには、製造技術の高度化による製品信頼性の一層の向上、および生産性向上や不良率低減による低コスト化が必要と考えられる。

#### (6)環境負荷低減

プリント配線基板の製造では、絶縁材料、はんだ、めっき液、表面処理薬品等の多種類の化学物質あるいはそれらを含む材料を使用する。製造・使用・廃棄の各段階における環境に対する影響を最小限とするため、有害な物質を含むしない材料、例えば無鉛はんだや八口

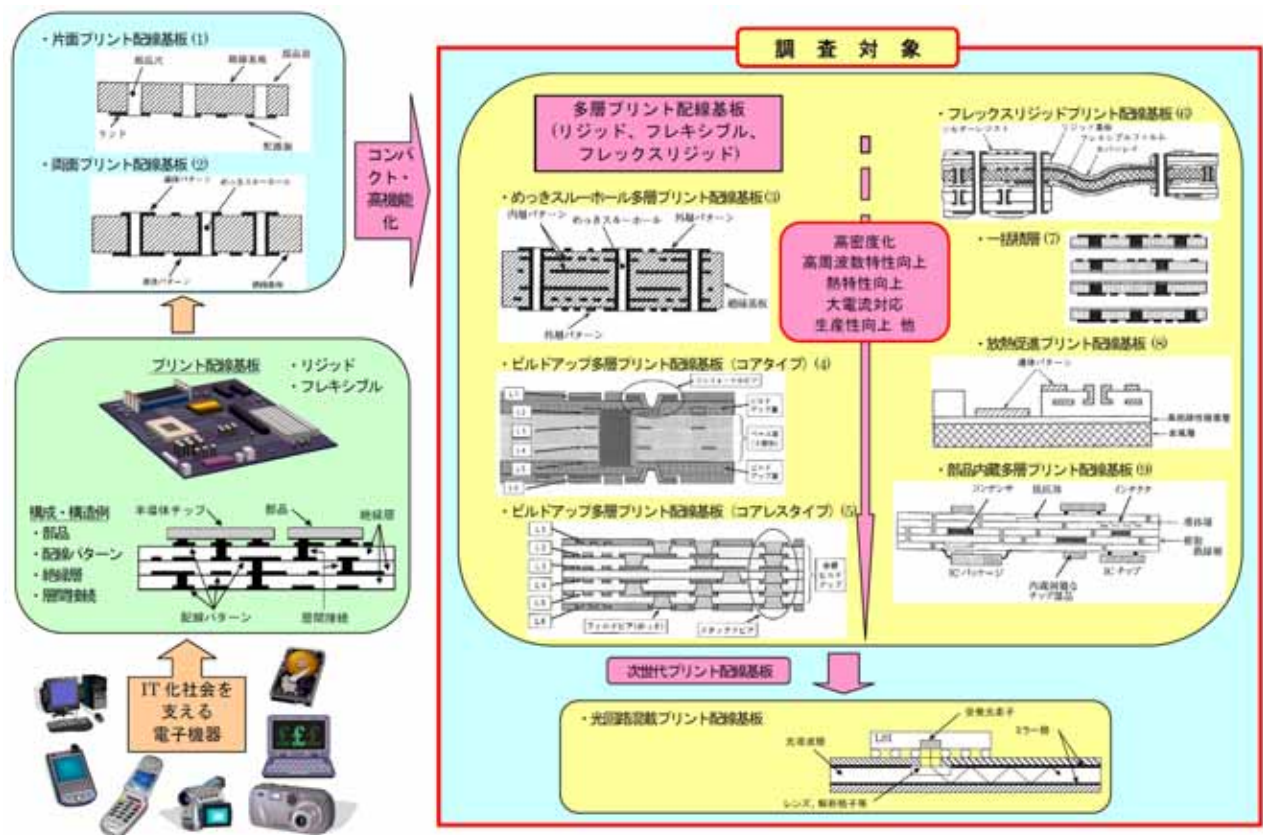
ゲン系物質を含まない基板材料などが既に開発され、使用され始めている。

### 第3節 調査対象

プリント配線基板の技術俯瞰図を第1-3図に示す。この図では主として形に表れる対象を示している。なお、図中のプリント配線基板の模式図は代表例であり、ここに示した以外の様々な方式がある。本調査では第1-3図中に「調査対象」と示した枠内の多層プリント配線基板、およびその製造に関する技術、材料に関する技術等を調査対象とする。

また、多層プリント配線基板が用いられる電子機器の実装階層としてはいわゆるマザーボードだけでなく、インターポザー基板等を含むモジュール基板も対象とする。なお、多層プリント配線基板の設計技術は対象としない。

第1-3図 調査対象 - 技術俯瞰図



(第1-3図中の挿入図の出典)

- (1)エレクトロニクス実装学会編、プリント回路技術便覧(第3版)、日刊工業新聞社、2006年5月、p.278、図3.1.2片面板の断面形状
- (2)同上、p.279、図3.1.4両面めっきスルーホール配線板の断面図
- (3)同上、p.280、図3.1.5多層めっきスルーホールプリント配線板の断面
- (4)杉本榮一 監修、図解 プリント配線板材料最前線、工業調査会、2005年1月、p.46、図2-8ベース+ビルドアップ層構造図(6層(1-4-1)構造例)
- (5)同上、p.46、図2-9全層ビルドアップ配線板(6層)めっきフィリング構造図
- (6)高木清、ビルドアップ多層プリント配線板技術、日刊工業新聞社、2000年6月、p.21、図2.5フレクスリジッドプリント配線板の構造(例)

- (7)エレクトロニクス実装学会編、プリント回路技術便覧(第3版)、日刊工業新聞社、2006年5月、p.341、  
図 3.1.47 片面銅張積層板 - バンプめっきによる一括積層接続(部分)
- (8)高木清、ビルドアップ多層プリント配線板技術、日刊工業新聞社、2000年6月、p.20、図 2.4 金属ベース PWB(例)
- (9)エレクトロニクス実装学会編、プリント回路技術便覧(第3版)、日刊工業新聞社、2006年5月、p.412、  
図 3.1.113 受動部品内蔵配線板は基本的に2構造がある(b)樹脂系配線板への受動部品内蔵

### 第3章 特許出願動向

#### 第1節 調査方法

##### (1) 使用したデータベースと検索対象

特許情報収集に使用するデータベースは日本特許はPATOLIS<sup>2-1)</sup>、外国特許はDWPI<sup>2-2)</sup>である。調査対象は1997～2006年に出願された特許である。

検索式は多層プリント配線基板に関する国際特許分類(IPC)とそれに対応する国内分類であるFI、Fタームを基本とし、関連する用語、およびDWPIでの検索においてはデータベースで定義されている関連するマニュアルコードを組み合わせて構成した。

##### (2) 出願件数の計数方法

PATOLISのデータは個別特許を1件と計数した。DWPIのデータはパテントファミリー<sup>2-3)</sup>中の個別出願を1件の出願特許として計数した。したがって、同一発明であっても出願先国数が多ければ出願件数としては多く計数される。

##### (3) 調査、分析の対象

本調査ではデータベース収録範囲内の世界で出願された全特許を対象とするが、特にその大部分を占める日本、米国、欧州、中国、韓国の5ヶ国・地域に出願された特許に重点を置き、必要に応じて台湾等を加えた。

##### (4) 注目研究テーマ、重要特許、基本特許

注目研究開発テーマは現在および今後の重要と考えられる技術であり、本調査のための委員会での審議により選定した。

注目研究開発テーマに関して出願された特許について被引用回数を調べ、原則として出願年ごとに被引用回数の多い側から5%を重要特許候補とした。この候補から、日本で審査されて拒絶査定された出願、および注目研究開発テーマを主要な課題としていない出願を除外したものを重要特許として選定した。

基本特許については、関連文献調査、本調査の委員会におけるアドバイス、関連特許公報の引用文献分析等により、多層プリント配線基板に特に重要な技術の基本特許を調査した。

##### (5) 分析方法

検索した特許から、本調査が対象とする技術の範囲外であると判断されたものを除外した後、対象基板種類、課題、重要な構成技術のそれぞれによる分類から成る技術分類表に従って分類し、それを様々な観点で集計して特許出願動向を分析した。なお、出願人に関する分析においては、原則として筆頭出願人を対象とした。

2-1) パトリス社が提供する商用特許データベース

2-2) Thomson Scientific社が提供する商用特許データベース

2-3) パテントファミリーとは同一優先権主張番号に基づく一連の出願であり、発明内容は類似している。

## 第2節 全体動向

### 1. 日米欧中韓への出願および登録状況

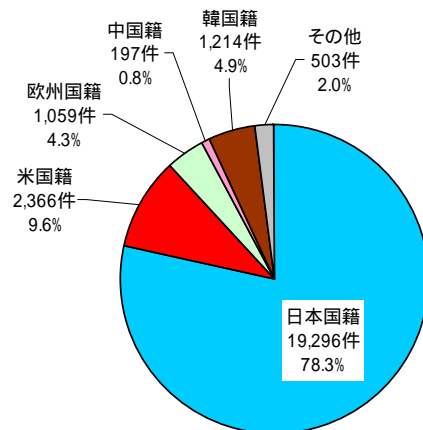
1997～2006年の全世界での多層プリント配線基板に関する特許出願件数は26188件であり、その中で日米欧中韓の5ヶ国・地域への出願は24635件である。

日米欧中韓への出願における出願人国籍別の出願件数を第2-1図に、その推移を第2-2図に示す。

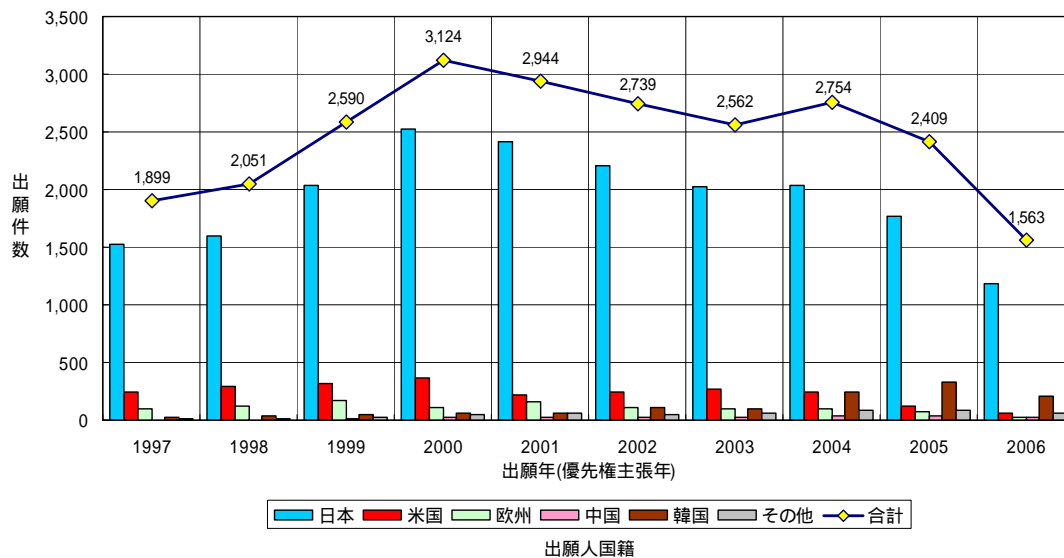
第2-1図によれば、日米欧中韓への出願の78.3%が日本国籍出願人による出願であり、次いで米国籍出願人による出願が9.6%、韓国籍出願人による出願が4.9%と、日本国籍出願人による出願が圧倒的多数を占める。これを反映して、第2-2図の日米欧中韓への合計出願件数推移は日本国籍出願人の出願件数の動向とほぼ一致する。

第2-2図によれば、日米欧中韓への出願は2000年までは増加したが、その後は2004年を除いて減少傾向にある。その中で、韓国籍出願人の2004年以降の出願件数増加が注目される。

第2-1図 日米欧中韓への出願における出願人国籍別出願件数（n=24635）



第2-2図 日米欧中韓への出願における出願人国籍別出願件数推移



1997～2006年に全世界に出願された多層プリント配線基板に関する特許の内、調査時点までに登録されたものは全世界で7867件である。その内、日米欧中韓で登録された特許は全体で7319件である。

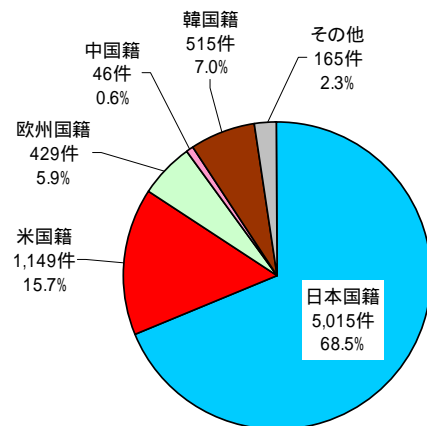
日米欧中韓への出願における出願人国籍別登録件数を第 2-3 図に、その推移を第 2-4 図に示す。

第 2-3 図によれば、日米欧中韓での登録の 68.5% を日本国籍出願人が占め、出願件数と同様に日本国籍出願人による登録が圧倒的多数を占める。

第 2-4 図の日米欧中韓への出願における登録件数推移では、第 2-2 図の出願件数推移と同様に、全体の登録件数動向は日本国籍出願人の登録件数の動向をほぼそのまま反映している。

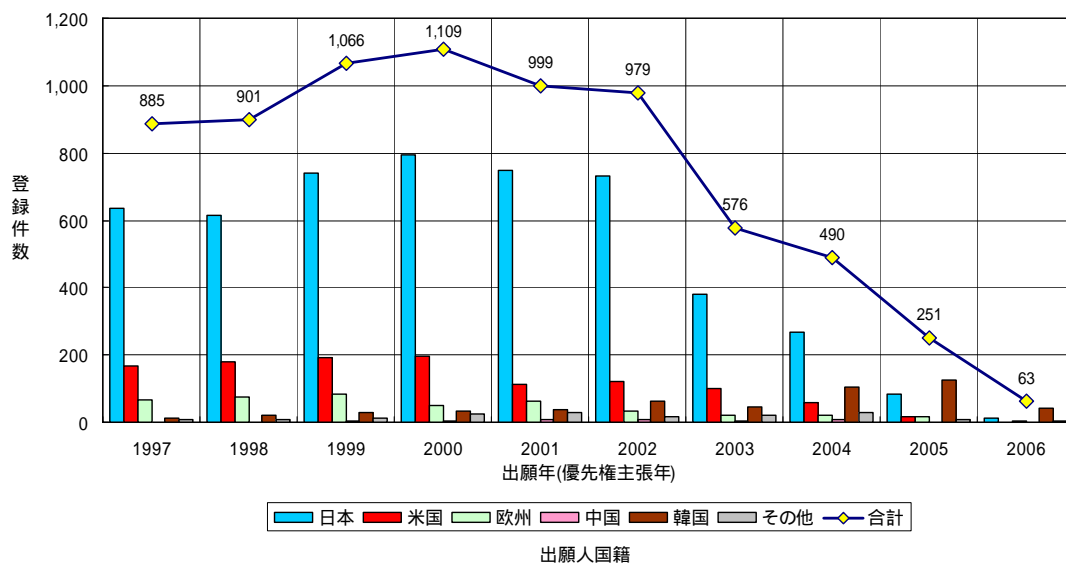
なお、第 2-4 図によれば、2002 年以降は全体合計と日本国籍出願人による登録件数が大きく減少しているが、これは近年の登録件数には審査請求前や審査中のものは含まれていないことによる可能性があり、注意を要する。しかし、それにもかかわらず、2002 年以降に韓国籍出願人による登録件数が増加していることが注目される。

第 2-3 図 日米欧中韓への出願における出願人国籍別登録件数 (n=7319)



第 2-4 図 日米欧中韓への出願における出願人国籍別登録件数推移

(近年の登録件数には調査時点で審査請求前や審査中の出願が含まれておらず、参考データである。)



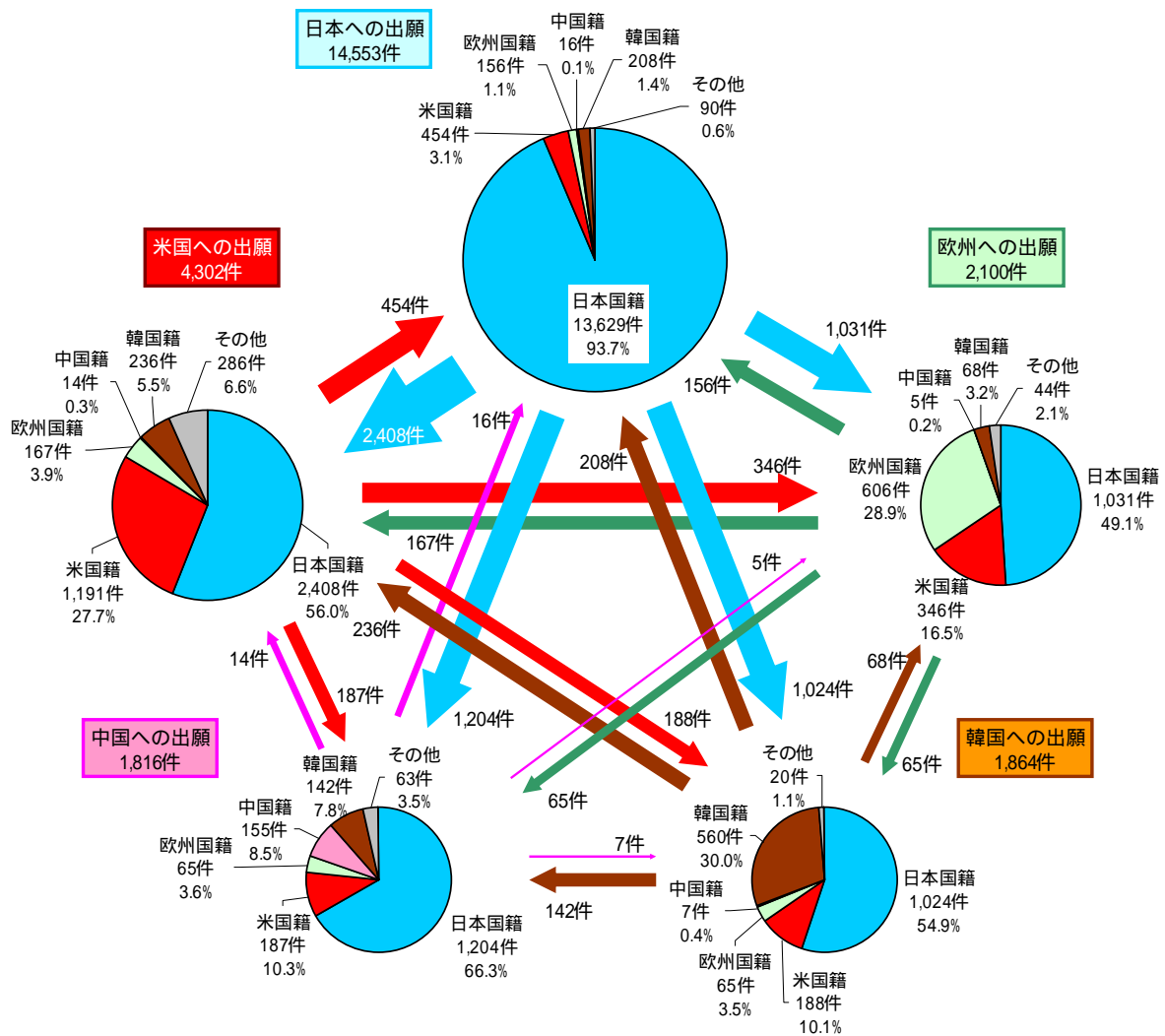
## 2. 日米欧中韓相互の出願状況

日米欧中韓相互の出願件数収支を第 2-5 図に示す。日本国籍出願人による出願は日本への出願の 93.7% を占めるほか、米国への出願の 56.0%、欧州への出願の 49.1%、中国への出願の 66.3%、韓国への出願の 54.9% を占め、いずれの国・地域においても日本国籍出願人による出願件数が最も多い。また、日本と日本以外の各国・地域との間の出願件数収支を見ると、いずれの国・地域との間でも日本国籍出願人による出願件数が日本への出願件数を上回る。

なお、詳細は省略するが、登録に関する収支の状況も出願に関する状況と同様である。



第 2-5 図 日米欧中韓相互の出願件数収支



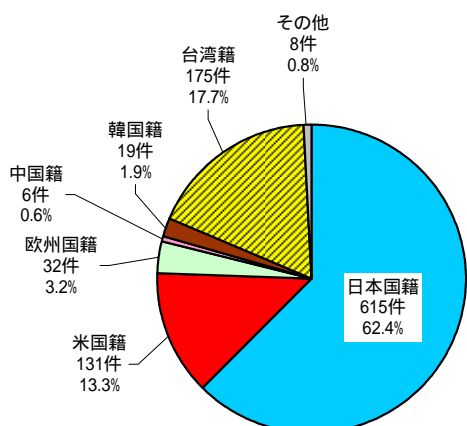
### 3. 出願先国別の出願状況

日米欧中韓への出願における出願人国籍別の出願件数は第 2-5 図中の各円グラフの通りであるが、参考として台湾とその他アジア諸国への出願における出願人国籍別出願件数を第 2-6 図、第 2-7 図にそれぞれ示す。

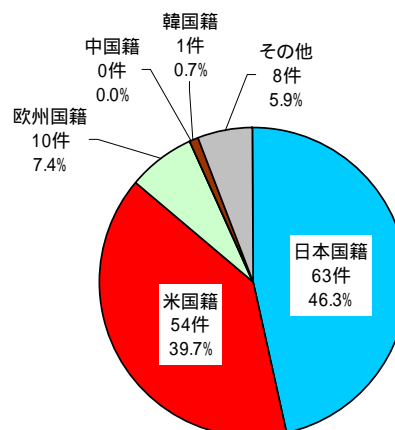
ここでは、シンガポール、フィリピン、インドをその他アジア諸国と定義した。ただし、インドへの特許出願データが本調査で使用した外国特許データベース DWPI に収録されたのは 2004 年以降であり、この点に注意が必要である。

台湾への出願では全体の 62.4% が日本国籍出願人による出願であり、次いで台湾籍出願人による出願が 17.7%、米国籍出願人による出願が 13.3% である。一方、その他アジア諸国への出願では全体の 46.3% が日本国籍出願人による出願であり、米国籍出願人による出願が 39.7% と、日本国籍と米国籍の出願人が拮抗している点が特徴的である。

第 2-6 図 台湾への出願における  
出願人国籍別出願件数 (n=986)



第 2-7 図 その他アジア諸国への出願  
における出願人国籍別出願件数 (n=136)



#### 4. 出願人の状況

##### (1) 出願人国籍別出願件数と出願人人数の推移

日米欧中韓への出願における出願人国籍別の 1 出願人当たり平均出願件数を第 2-8 表に示す。日本国籍出願人が 1 出願人当たり平均 11 件以上であるが、その他の国・地域の国籍の出願人は 1 出願人当たり約 2～6 件であり、相違が極めて明瞭である。

第 2-8 表 日米欧中韓への出願における出願人国籍別の 1 出願人当たりの平均出願件数

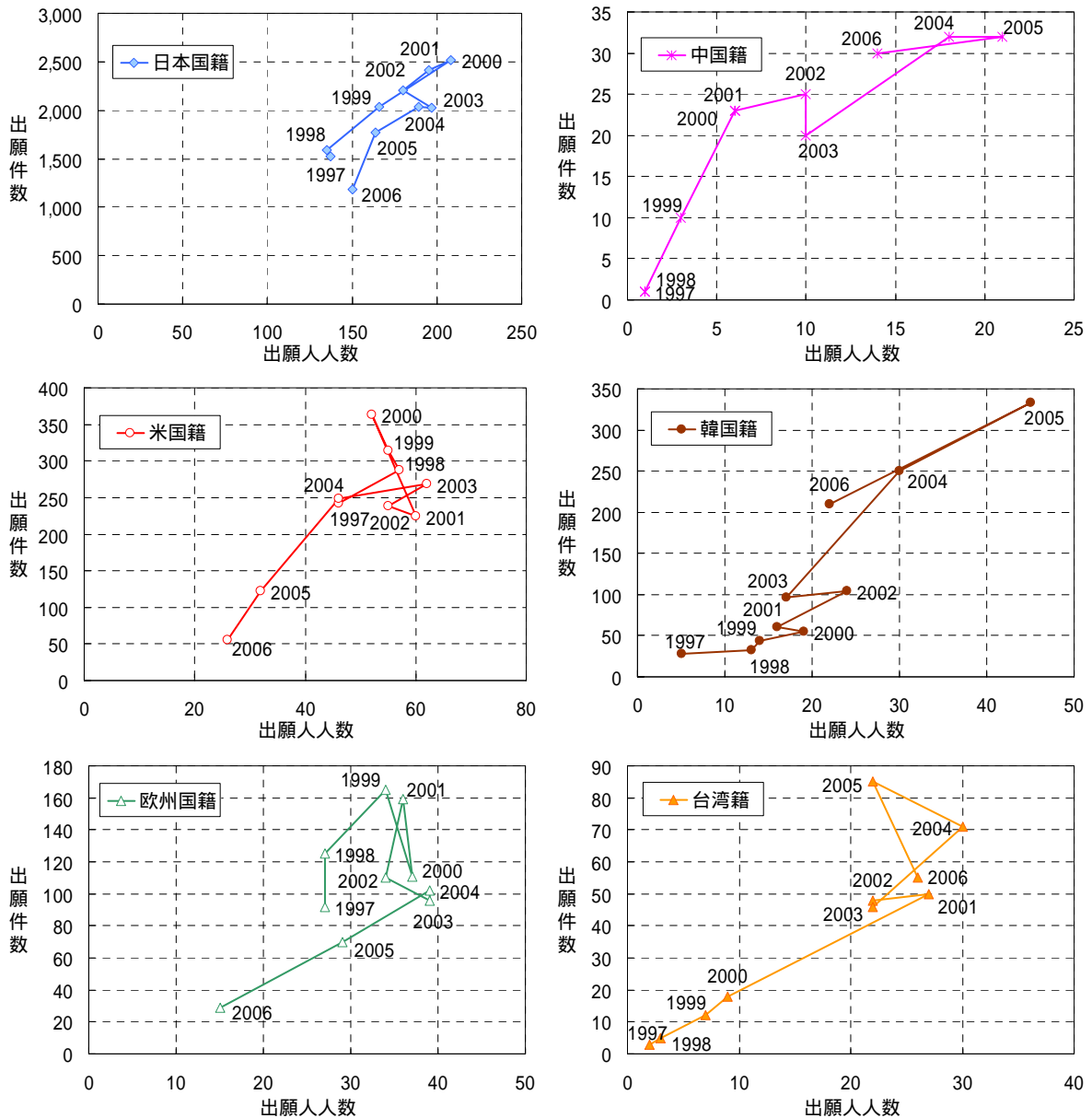
出願人国籍	出願件数	出願人人数	1出願人の平均出願件数
日本	19,296	1,721	11.21
米国	2,366	491	4.82
欧州	1,059	317	3.34
中国	197	90	2.19
韓国	1,214	205	5.92
その他	503	212	2.37
全体	24,635	3,036	8.11

注) 出願件数は日米欧中韓への出願件数、出願人人数は日米欧中韓への出願の筆頭出願人人数。いずれも、1997 年～2006 年の延べ数。

日米欧中韓への出願における日米欧中韓、および参考として台湾の各国籍出願人の出願件数と出願人人数の推移を第 2-9 図に示す。図中の数字は西暦年を示す。

図の左側の列は上から日本、米国、欧州の各国籍出願人の状況であるが、全体的動向として、いずれも 1997 年から 2000 年前後にかけて出願件数と出願人人数はともに増加したが、その後は 2006 年に向けて件数と人数の両方とも減少している。一方、図の右側の列は上から中国、韓国、台湾の各国籍出願人の状況であり、何れも全体的動向として 1997 年から 2006 年までほぼ一貫して出願件数、出願人人数共に増加を示している。このように、日米欧のグループと中韓台のグループで明瞭な相違が見られる。

第 2-9 図 日米欧中韓への出願における出願人国籍別の出願件数と出願人人数推移



(2) 出願件数上位ランキング

調査対象の全期間(1997～2006年)における日米欧中韓への出願における出願人別出願件数上位ランキングを第 2-10 表に示す。

ランキング上位 20 位はすべて企業の出願人であり、8 位の韓国籍出願人(サムスン電機)、12 位の米国籍出願人(IBM)以外の 18 出願人は全て日本国籍出願人である。上位 3 出願人の出願件数は合計 4251 件であり、これは日米欧中韓への出願件数の 17.3%を占める。

第 2-10 表 日米欧中韓への出願における出願人別出願件数上位ランキング：全期間(1997～2006年)

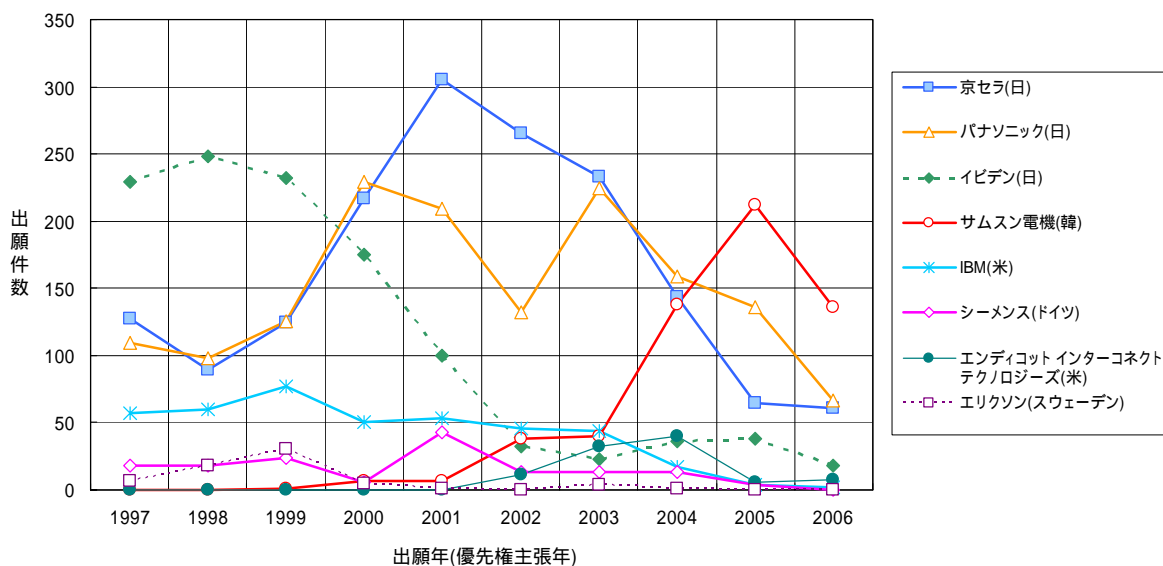
n=24,635件			
順位	出願人	属性	件数
1	京セラ(日)	企業	1,631
2	パナソニック(日)	企業	1,489
3	イビデン(日)	企業	1,131
4	村田製作所(日)	企業	933
5	日本特殊陶業(日)	企業	847
6	日立化成工業(日)	企業	668
7	新光電気工業(日)	企業	626
8	サムスン電機(韓)	企業	579
9	富士通(日)	企業	503
10	ソニー(日)	企業	458
11	TDK(日)	企業	411
12	IBM(米)	企業	410
13	日本電気(日)	企業	389
14	セイコーエプソン(日)	企業	386
15	デンソー(日)	企業	383
16	東芝(日)	企業	377
17	トッパンNECサーキット ソリューションズ(日)	企業	373
18	日立製作所(日)	企業	371
19	パナソニック電工(日)	企業	362
20	日東電工(日)	企業	354

(3) 主要出願人の出願状況

各国・地域への出願における出願件数上位ランキングに現れる各国の主要な企業から 8 社を主要出願人として選定し、その出願動向を分析した。選定した主要出願人は、京セラ(日本)、パナソニック(日本)、イビデン(日本)、IBM(米国)、エンディコット インターコネクト テクノロジーズ(米国)、シーメンス(ドイツ)、エリクソン(スウェーデン)、サムスン電機(韓国)の 8 社である。

これらの主要出願人による日米欧中韓への出願件数推移を第 2-11 図に示す。この図から、イビデンの 1999 年以降の出願件数急減が顕著である。京セラとパナソニックの出願件数は同時期にイビデンとは逆に急増したが、2001 年～2003 年以降にはイビデンと同様に急減した。一方、サムスン電機は 2004 年から出願を急増させている。これらに対し、IBM が 2004 年から減少した以外には、米欧の企業の出願件数には大きな変動は見られない。

第 2-11 図 日米欧中韓への出願における主要出願人の出願件数推移



## 5. 外国出願比率

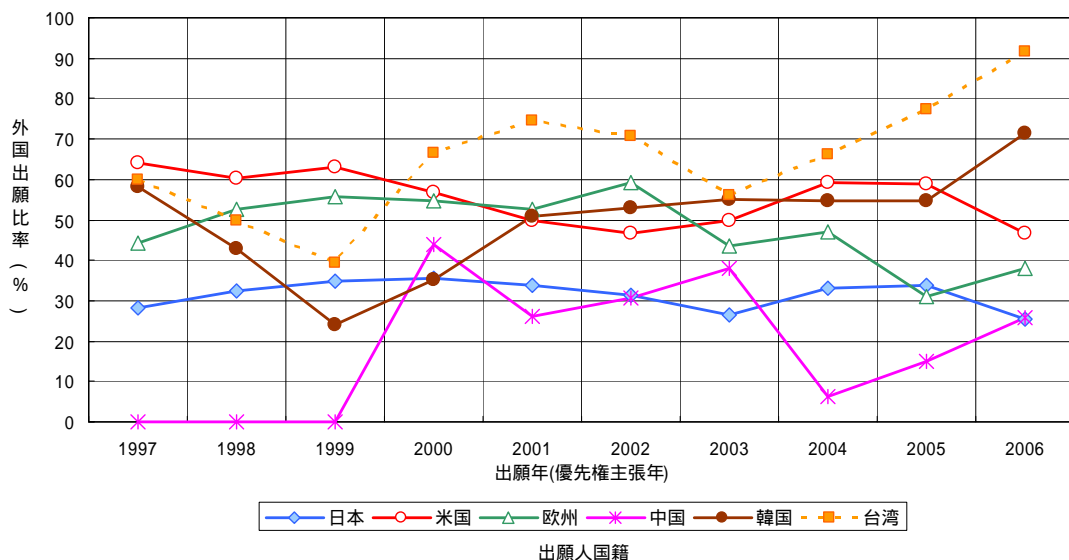
各国籍出願人による自国を含む全世界への出願件数に対する自国以外への出願件数の比率を外国出願比率と定義する。調査対象の全期間(1997～2006年)における各国籍出願人の外国出願比率の平均値を第2-12表に、その推移を第2-13図に示す。

第2-12表に示した平均では、日本国籍出願人の外国出願比率は32.0%であり、日米欧中韓台の中で最下位の中国籍出願人(23.6%)に次いで低い。日本と中国以外の各国籍出願人の平均外国出願比率は全て50%を越している。第2-13図の推移では、韓国籍と台湾籍の出願人の外国出願比率増加が顕著である。特に台湾籍出願人は2005年に約78%、2006年に約92%と、比率が大きだけでなく、その増加も著しい。

第2-12表 出願人国籍別の外国出願比率(全期間平均)

	平均外国出願比率(%)
日本国籍	32.0
米国籍	56.6
欧州国籍	50.7
中国籍	23.6
韓国籍	54.8
台湾籍	69.2

第2-13図 出願人国籍別外国出願比率の推移



## 第3節 技術区分別動向

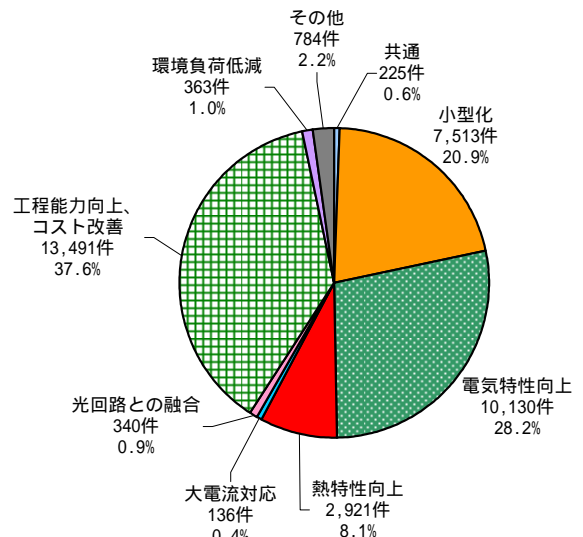
### 1. 課題別の出願状況

日米欧中韓への出願における課題別出願件数を第2-14図に、その推移を第2-15図に示す。

37.6%が「工程能力向上・コスト改善」に関する出願で最も多く、次いで「電気特性向上」に関する出願が28.2%、「小型化」に関する出願が20.9%、「熱特性向上」に関する出願が8.1%であった。

一方、多層プリント配線基板の車載用や電力用への適用拡大に伴い、重要性が増しているといわれている「大電流対応」に関する出願が少ないが、これは民生用携帯機器と比較して、前記用途における現時点での配線基板小型化の要求

第2-14図 日米欧中韓への出願における課題別出願件数 (n=35903)

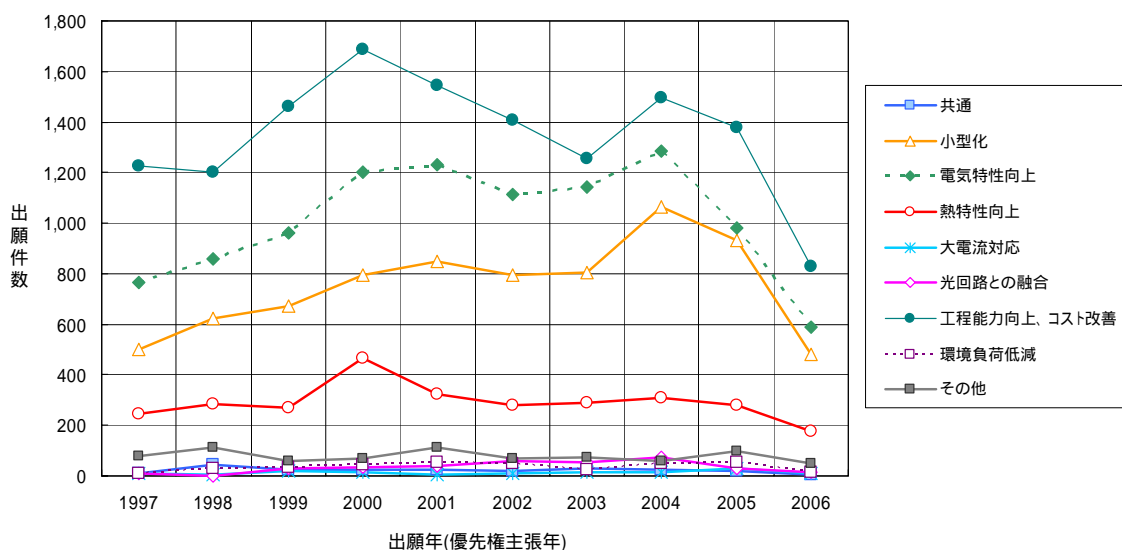


が相対的に弱いため、「多層」プリント配線基板における大電流対応に関する出願が少ないことが一因である可能性がある。

また、次世代基板のひとつとして注目されている光-電気回路混載基板に向けた技術である「光回路との融合」に関する出願も少ないが、これはこの最新技術がまだ研究開発途上であったり、最近の出願であるためにまだ公開されていないなどの理由により、「多層」プリント配線基板における出願が少ない可能性が考えられる。

出願件数推移では、「工程能力向上・コスト改善」が2000年に一度ピークを示し、その後2003年まで減少した後、2004年に再び増加した。「電気特性向上」と「小型化」は2004年にピークを示すが、その後は減少傾向である。「熱特性向上」は2000年にピークを示した後、300件前後の出願でほぼ一定に推移している。

第 2-15 図 日米欧中韓への出願における課題別出願件数推移



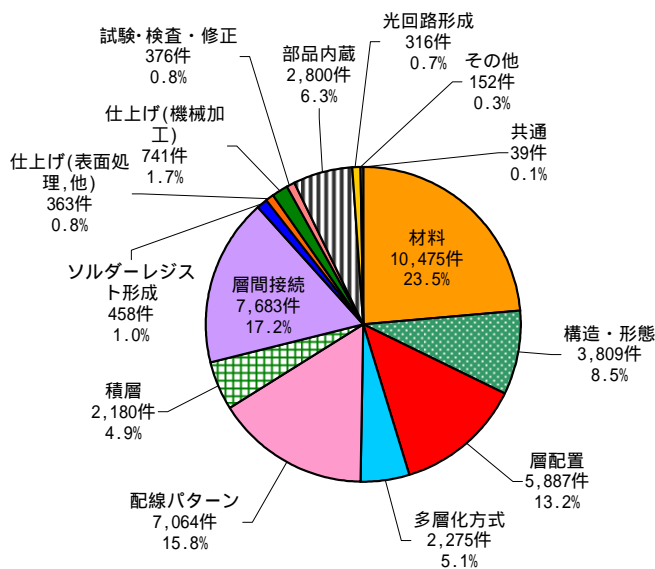
## 2. 構成技術別出願状況

日米欧中韓への出願における構成技術別出願件数を第 2-16 図に、その推移を第 2-17 図に示す。

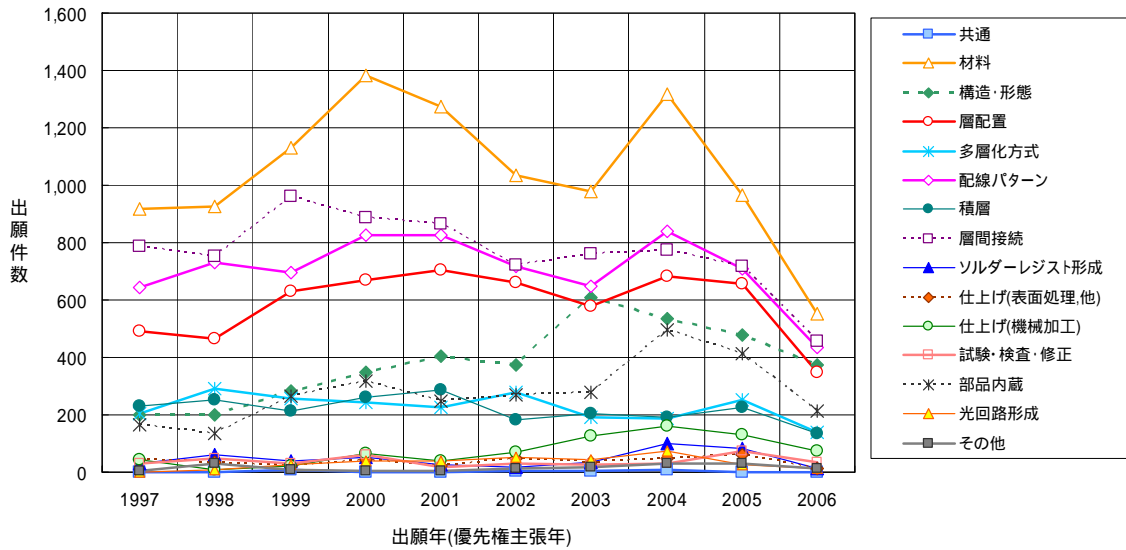
日米欧中韓への出願の 23.5% が材料に関する出願で最も多く、次いで層間接続、配線パターン等の順である。

出願件数推移では、材料に関する出願は 2000 年のピーク以降は減少傾向であるが、2004 年に一時的増加を示している。層間接続は 1999 年のピーク以降は漸減傾向である。配線パターンは増減を繰り返しているが、ほぼ一定に推移している。部品内蔵は 2004 年に急増の後、2005 年は減少している。

第 2-16 図 日米欧中韓への出願における構成技術別出願件数 (n=44618)



第 2-17 図 日米欧中韓への出願における構成技術別出願件数推移



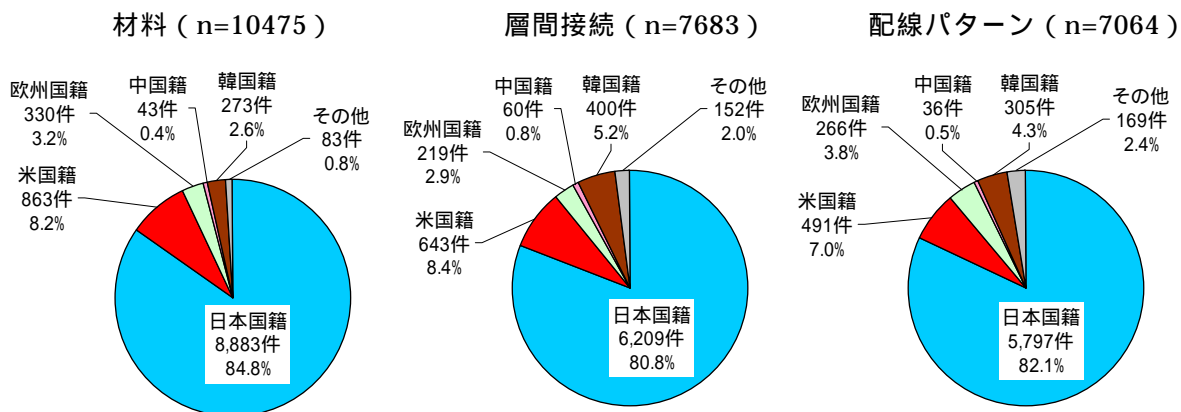
3. 各構成技術に関する出願状況

構成技術のうち、第 2-16 図で出願件数が多い「材料」、「層間接続」、「配線パターン」に関する日米欧中韓への出願における出願人国籍別出願件数を第 2-18 図に示す。また、最近実用が開始された部品内蔵基板の重要技術である「部品内蔵」、および次世代プリント配線基板の一つとして注目される光・電気回路混載基板で必要となる「光回路形成」に関する日米欧中韓への出願における出願人国籍別出願件数を第 2-19 図に示す。

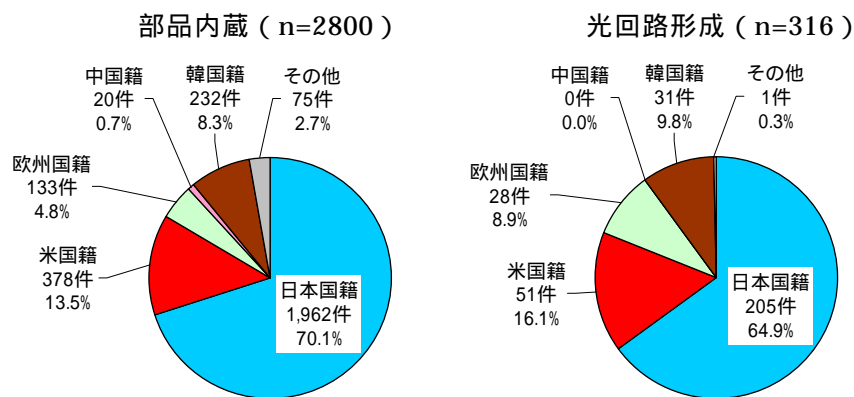
第 2-18 図に明らかなように、出願件数上位の 3 技術区分のいずれに関しても日本国籍出願人による出願は約 81～85%で首位を占める。この図の 3 技術区分と第 2-19 図の 2 技術区分以外の 7 技術区分に関する出願においても、日本国籍出願人による出願は約 75～85%である。すなわち、「部品内蔵」と「光回路形成」以外では、日本国籍出願人による出願は約 75～85%で圧倒的多数を占める。

一方、第 2-19 図の「部品内蔵」と「光回路形成」に関する出願では、日本国籍出願人による出願は同様に多数を占めるが、その割合は約 65～70%であり、相対的に比率が小さい。すなわち、実用されて間もない技術、および新たな技術として注目される技術に関する日本国籍出願人の出願件数の比率は相対的に小さい。

第 2-18 図 日米欧中韓への出願における材料、層間接続、配線パターンに関する出願人国籍別出願件数



第 2-19 図 日米欧中韓への出願における部品内蔵、光回路形成に関する出願人国籍別出願件数



#### 第 4 節 注目研究開発テーマの動向

##### 1. 注目研究開発テーマの選定

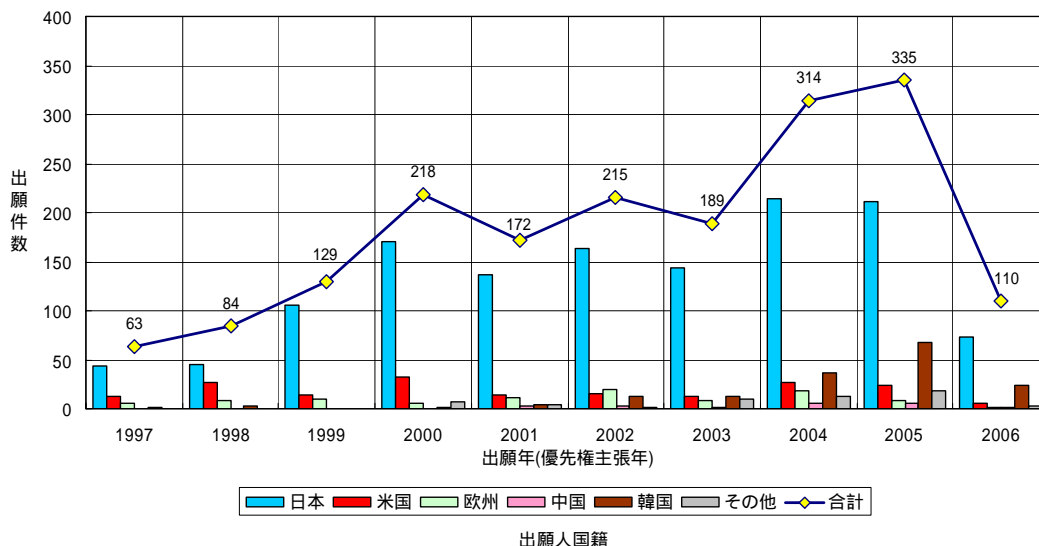
今後の多層プリント配線基板の発展、高度化に特に重要と考えられる技術課題として、本調査のための委員会での審議により、「部品内蔵」、「高周波特性向上」、「大電流対応」の3課題を注目研究開発テーマとして選定した。各テーマに関する日米欧中韓への出願件数は部品内蔵が1829件、高周波特性向上が2677件に対し、大電流対応は136件と1桁少なかった。

大電流対応が求められるプリント配線基板の用途は現状では車載用と配電盤用が中心であるが、例えば民生用携帯機器に比較してこれらの用途では小型化の要求が相対的に弱いと考えられ、これが現時点における「多層」プリント配線基板の大電流対応に関する出願が少ないことの一因である可能性がある。

##### 2. 部品内蔵に関する出願状況

部品内蔵の課題に関する日米欧中韓への出願における出願人国籍別出願件数推移を第2-20図に示す。2000年～2003年の間はほぼ一定の出願件数であるが、全体的に増加傾向である。2004年以降の韓国籍出願人による出願件数増加が顕著である。なお、日米欧中韓への出願全体の71.5%を日本国籍出願人による出願が占めている。

第 2-20 図 日米欧中韓への出願における部品内蔵に関する出願人国籍別出願件数推移

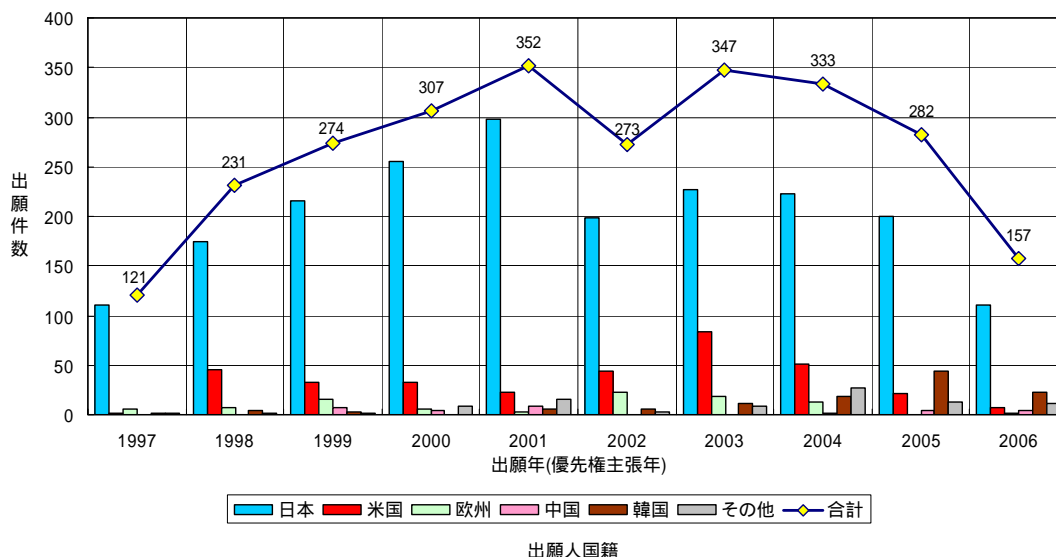




### 3. 高周波特性向上に関する出願状況

高周波特性向上に関する日米欧中韓への出願における出願人国籍別出願件数推移を第2-21図に示す。出願件数は2002年が変則的であるが、2001年までの増加後、減少傾向にある。ただし、韓国籍出願人は2003年以降、出願が増加している。日米欧中韓への出願全体の75.2%を日本国籍出願人による出願が占める。

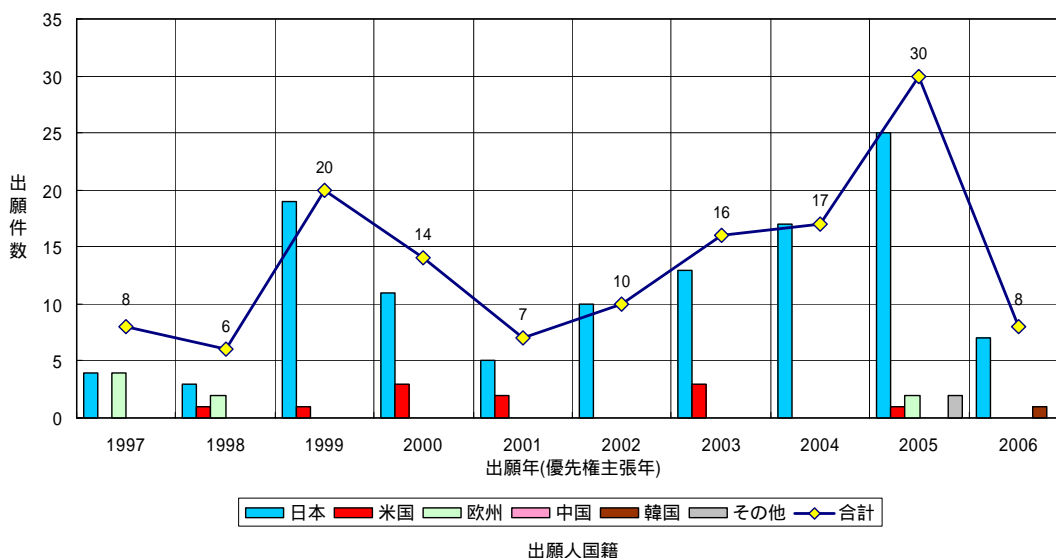
第2-21図 日米欧中韓への出願における高周波特性向上に関する出願人国籍別出願件数推移



### 4. 大電流対応に関する出願状況

大電流対応に関する日米欧中韓への出願における出願人国籍別出願件数推移を第2-22図に示す。出願件数は1999年まで増加した後、2001年までは減少し、その後は増加傾向にある。日米欧中韓への出願全体の83.8%を日本国籍出願人による出願が占める。

第2-22図 日米欧中韓への出願における大電流対応に関する出願人国籍別出願件数推移



## 第 5 節 注力技術

各国・地域の出願人が技術開発に注力している分野を検証するため、技術分類表の「積層前パターン形成」、「積層後パターン形成」、「部品内蔵」、「光回路形成」に関する出願件数推移を分析した。ここで選定した 4 技術区分は、下記のように多層プリント配線基板の製品種類と直結する技術である。

- ・積層前パターン形成 : 主として非ビルドアップ多層プリント配線基板に対応する技術
- ・積層後パターン形成 : 主としてビルドアップ多層プリント配線基板に対応する技術
- ・部品内蔵 : 最近実用が開始された部品内蔵基板に対応する技術
- ・光回路形成 : 将来のプリント配線基板の一つとなる可能性がある、素子間信号伝送を光で行う光導波路 - 電気配線混載基板に対応する技術

これら 4 技術区分に関する各国籍出願人の出願傾向は日米欧のグループと中韓台のグループに大きく分かれる。ここでは、各グループの典型的な例として日本と韓国の出願人の出願件数推移をそれぞれ第 2-23 図、第 2-24 図に示し、その他は省略する。

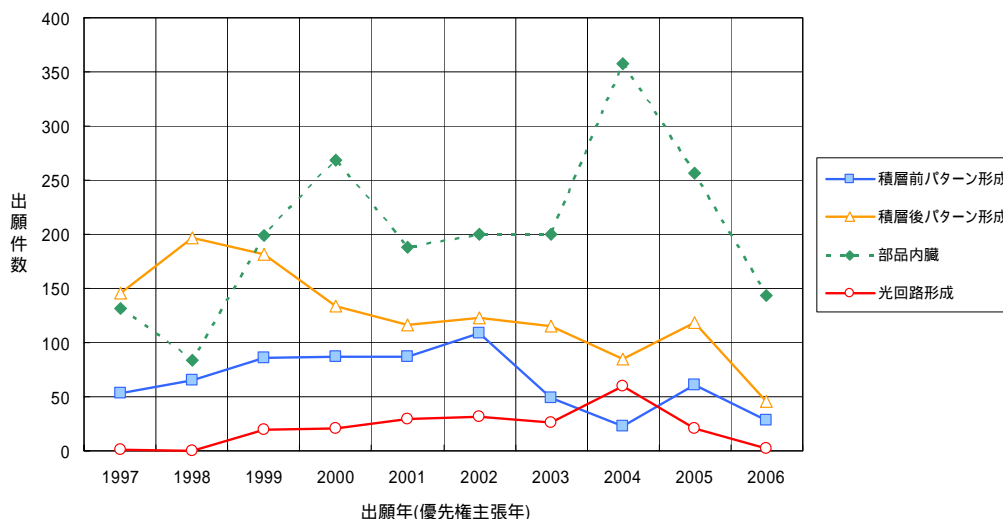
第 2-23 図の日本国籍出願人の出願件数推移は、部品内蔵に関する出願が概ね増加傾向にあり、また光回路形成に関する出願は 2005 年には減少したものの、2004 年まで漸増傾向であった。一方、日本発の技術で 10 年ほど前に実用化された積層後パターン形成に関する出願は漸減傾向を示す。従来技術である積層前パターン形成に関する出願は 2002 年までの漸増傾向の後、2004 年まで減少したが、2005 年には再び増加した。

これに対し、第 2-24 図の韓国籍出願人は光回路形成以外に関する出願を増加させる傾向にあり、特に部品内蔵に関する出願が急増している。一方、光回路形成に関する出願は増加傾向が窺えるものの、少数である。

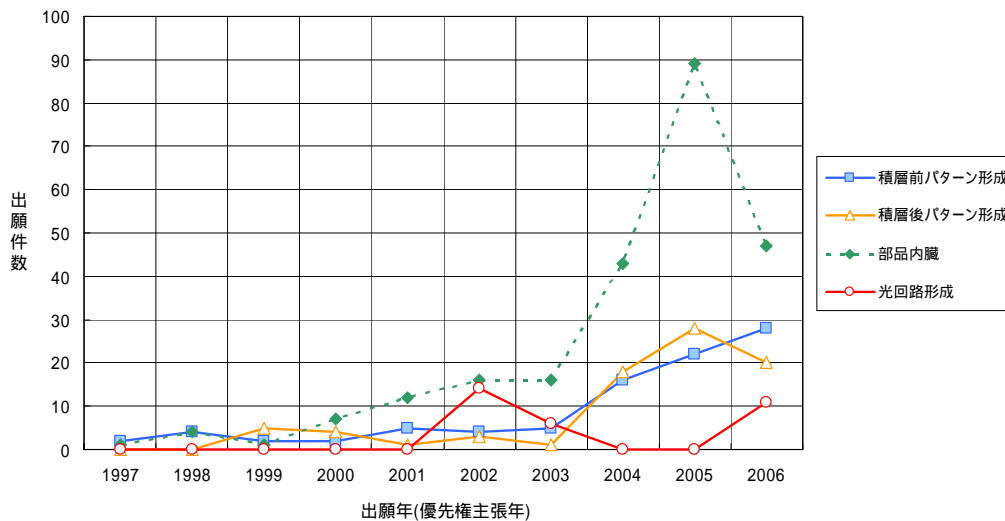
以上から、日本国籍出願人に代表される日米欧のグループでは部品内蔵に注力しており、また光回路形成に関しては将来技術として注目しながらも、まだ多層プリント配線基板における本格的な開発には至っていない段階と推定される。

一方、韓国に代表される中韓台のグループでは、日米欧と同様に部品内蔵に注力すると共に、積層前パターン形成と積層後パターン形成に関しても並行して力を入れていると推定されるが、光回路形成に関しては興味を持ち始めた段階と推定される。

第 2-23 図 製品種類直結 4 技術に関する日本国籍出願人による全世界への出願件数推移



第 2-24 図 製品種類直結 4 技術に関する韓国籍出願人による全世界への出願件数推移



## 第 4 章 研究開発動向

### 第 1 節 分析方法

#### (1) 使用したデータベースと検索対象

検索に使用したデータベースは JSTPlus<sup>3-1)</sup>であり、検索対象を 1997～2007 年に発行された論文誌・学会誌等における原著論文とした。すなわち、学会等の Proceedings、概論、紹介記事等は検索対象から除外した。

検索式はシソーラス用語の「プリント基板」を軸とし、多層プリント配線基板に関連する用語(積層、多層、ビルドアップ)との論理積とした。

#### (2) 分析の対象、方法

上記検索でヒットした論文のうち、同一誌に 3 件以上のヒットがある学会誌等(ただし、民間企業の技報等を除く)に掲載された論文を対象とした。それらの掲載誌には国際的に主要な学会誌等が含まれている。このように選定した論文 905 件から本調査が対象とする技術の範囲外であると判断されたものを除外した結果、詳細調査対象論文は 469 件である。そのうち、国際的主要誌に掲載された英文論文は 272 件である。これらを特許出願動向分析と同じ技術分類表にしたがって分類し、分析を行った。

国際的な比較や分析では、国際的主要誌と考えられる英文誌に掲載された論文のみを対象とした。また、日本国籍機関による研究開発動向の分析では和文誌に掲載された論文を含む全論文を対象とした。なお、各論文の筆頭著者をその論文を代表する研究者とした。

前述のように検索対象から学会等の Proceedings を除外したが、最新研究成果は先ず Proceedings に発表されることが多いため、本調査における先端技術分野の動向把握に影響することが考えられる。詳細分析ではこの点に留意する必要がある。

#### (3) 注目研究開発テーマ、重要論文

特許出願動向分析と同じく、「部品内蔵」、「高周波特性向上」、「大電流対応」の 3 テーマを注目研究開発テーマとして選定した。これらの 3 テーマに関する論文について、被引用回数を基準として重要論文候補を抽出し、それぞれの内容を調査、検討して重要論文を選定した。

3-1) JSTPlus は独立行政法人科学技術振興機構の登録商標

## 第2節 全体動向

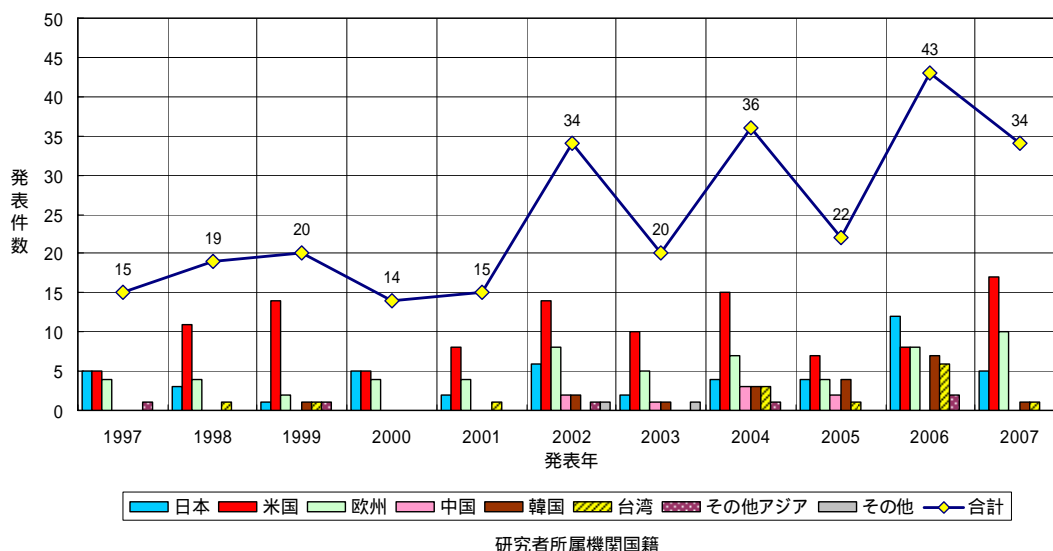
### 1. 研究者所属機関国籍別の論文発表件数、およびその推移

英文論文のみを対象とする筆頭著者所属機関国籍別の論文発表件数推移を第3-1図に示す。この図では日米欧中韓の5ヶ国・地域のほか、台湾、その他アジアを加えた。ここで、「その他アジア」は、特許出願動向分析の場合と同様、シンガポール、フィリピン、インドであるが、フィリピンとインドの研究者による論文発表はなかった。

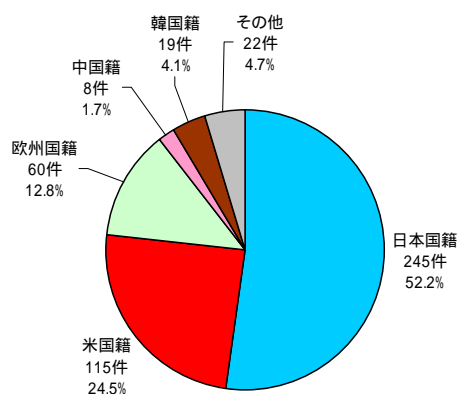
論文発表件数は増減を繰り返しながらも全体としては増加傾向がみられる。韓国と台湾の論文発表の増加傾向が注目される。

研究者所属機関国籍別論文発表件数を第3-2図(全論文)、第3-3図(英文論文のみ)に示す。全論文では日本が約52%と最も多いが、英文論文のみでは米国が約42%で最も多く、欧州が約22%で2位、日本は18%で3位となっている。これは日本国内に充実した学術誌があるため、日本国籍機関の研究者にとって英文誌への発表の必要性が相対的に少ないことなどが影響している可能性が考えられる。

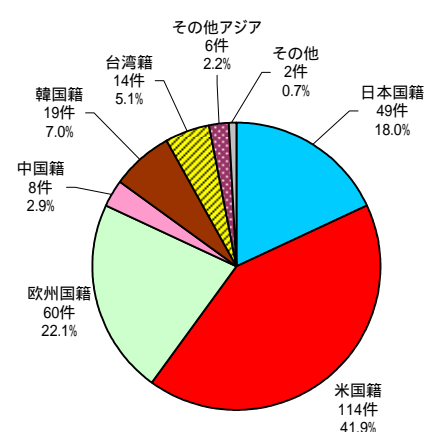
第3-1図 研究者所属機関国籍別論文発表件数推移（英文論文のみ）



第3-2図 研究者所属機関国籍別論文発表件数（全論文）



第3-3図 研究者所属機関国籍別論文発表件数（英文論文のみ）



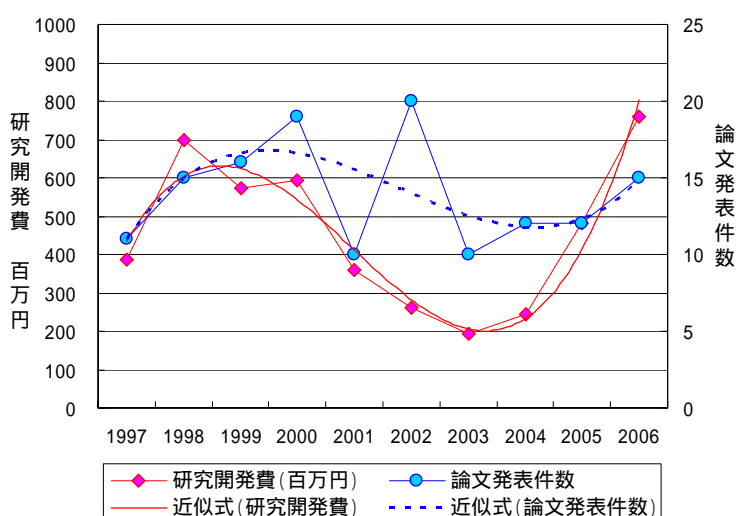
## 2. 日本国籍企業の論文発表件数

日本国籍プリント配線基板メーカーの大企業 1 社当たり平均研究開発費の推移<sup>3-2)</sup>と大企業による論文発表件数推移(全論文)を第 3-4 図に示す。図中には論文発表件数と研究開発費のそれぞれについて、3 次式による近似曲線も示す。

論文発表件数は年ごとの変動が大きいのが、2001 年から 2003 年の急激な増減を第 3-4 図の近似曲線のように平滑化して見るならば、論文発表件数は研究開発費に連動ないし 2 年程度遅れて同様に推移しているとも考えられる。

なお、図は省略するが、英文論文のみを対象として研究者所属機関属性別の論文発表件数を国際的に比較すると、日本以外では企業による発表件数は全体のおよそ 50%以下であるのに対し、日本では企業による論文発表が 75%以上であり、他の国・地域と明瞭な相違がある。

第 3-4 図 日本国籍プリント配線基板メーカー(大企業)の論文発表件数(全論文)と研究開発費



## 3. 研究者所属機関別の発表件数上位ランキング

調査対象期間の前半(1997 年～2001 年)と後半(2002 年～2007 年)に分け、英文論文のみを対象とした研究者所属機関別の発表件数上位ランキングを第 3-5 表に示す。

第 3-5 表では、米国のジョージア工科大学が一貫して首位を占め、日本国籍の機関は少数である。前半におけるシンガポールマイクロエレクトロニクス研究所、後半における韓国科学技術院と国立中山大学(台湾)の存在が注目される。これらは何れも企業ではなく、韓国、台湾、シンガポールでは大学や公的研究機関が多層プリント配線基板に関する技術開発の最前線に位置することを示している可能性がある。

<sup>3-2)</sup> 電子回路産業調査レポート 2008 年版 電子回路製造業編、(社)日本電子回路工業会、平成 20 年 6 月

第 3-5 表 研究者所属機関別発表件数上位ランキング（英文論文のみ）

期間：1997 年～2001 年

期間：2002 年～2007 年

n=83件				n=189件			
順位	所属機関名	属性	件数	順位	所属機関名	属性	件数
1	ジョージア工科大学(米)	大学	8	1	ジョージア工科大学(米)	大学	12
2	京セラ(日)	企業	3	2	韓国科学技術院(韓)	研究機関	8
2	IBM(米)	企業	3	3	日本電気(日)	企業	7
2	モトローラ(米)	企業	3	4	インテル(米)	企業	5
2	メリーランド大学(米)	大学	3	5	タンペレ工科大学(フィンランド)	大学	4
2	ヒューレット パッカード(米)	企業	3	6	日立製作所(日)	企業	3
7	富士通コンピュータ・パッケージング(米)	企業	2	6	国立中山大学(台湾)	大学	3
7	ヘルシンキ工科大学(フィンランド)	大学	2	6	ミズーリ大学(米)	大学	3
7	ブタペスト工学・経済大学(ハンガリー)	大学	2	6	メリーランド大学(米)	大学	3
7	ハル大学(イギリス)	大学	2	6	ゲント大学(ベルギー)	大学	3
7	関東学院大学(日)	大学	2	6	東京工業大学(日)	大学	3
7	シンガポール マイクロエレクトロニクス研究所(シンガポール)	研究機関	2	6	オーバーン大学(米)	大学	3

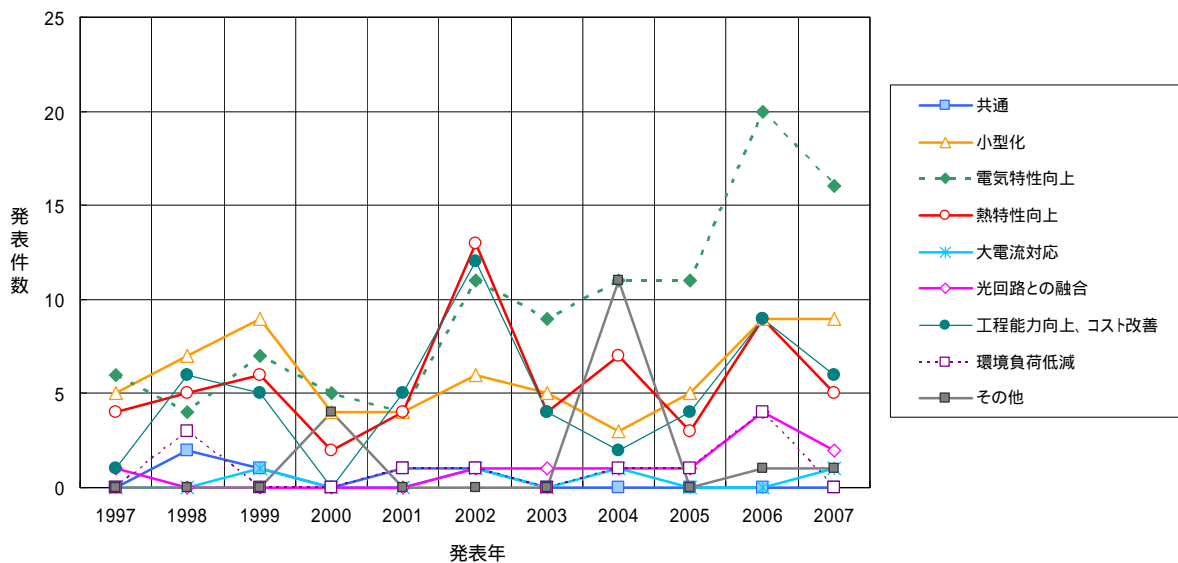
### 第 3 節 技術区分別動向

#### 1. 課題別動向

英文論文のみについて、課題別の論文発表件数推移を第 3-6 図に示す。

課題の中では電気特性向上(下位課題として高周波特性向上が含まれる)に関するものが多く、かつその発表は増加傾向にある。なお、ここでは省略したが、日本語論文を含む全論文を対象とした論文発表件数推移も同様であり、日本国籍機関の技術開発動向が米欧と同様であることを示していると考えられる。

第 3-6 図 課題別論文発表件数推移（英文論文のみ）



#### 2. 構成技術別動向

##### (1) 全体動向

構成技術別の論文発表件数(英文論文のみ)を第 3-7 図に示す。材料技術に関する論文が約 25%を占めて最も多い。

ここでは省略したが、日本国籍機関の研究開発状況が相対的に強く反映されると考えられる日本語論文を含む全論文における構成技術別論文発表件数に関する同様な図と、第 3-7 図との比較から、層間接続、配線パターン、多層化方式など、多層プリント配線基板の製造に

関する技術開発については、日本が米欧と比較して活発に取り組んでいると推定される。

なお、第 3-7 図において、最先端技術であり、論文発表が活発と予想される部品内蔵と光回路形成に関する論文発表比率が小さい。これには、最新の研究成果が発表されることが多い、学会等の Proceedings を検索対象から除外したことが影響している可能性も考えられる。

## (2) 注力技術

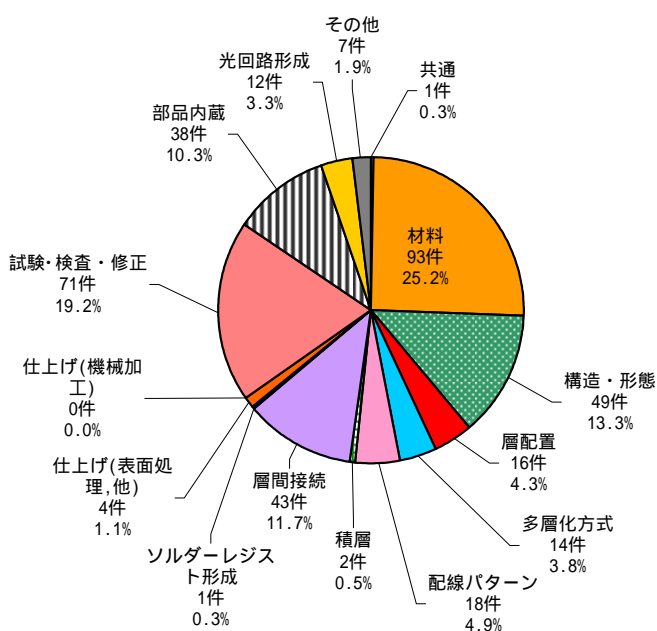
特許出願動向分析と同様に、構成技術を製品種類に直結する 4 グループ(第 2 章第 5 節参照)に分け、各グループに属する論文別の発表件数推移を調べる。

日本を含む全国籍の機関による英文論文のみを対象とするグループ別論文発表件数推移を第 3-8 図に示す。また、日本国籍機関による日本語論文を含む全論文における同様の推移を第 3-9 図に示す。何れの図もデータ数が少なく、その統計的意義は限定的であることに注意が必要である。

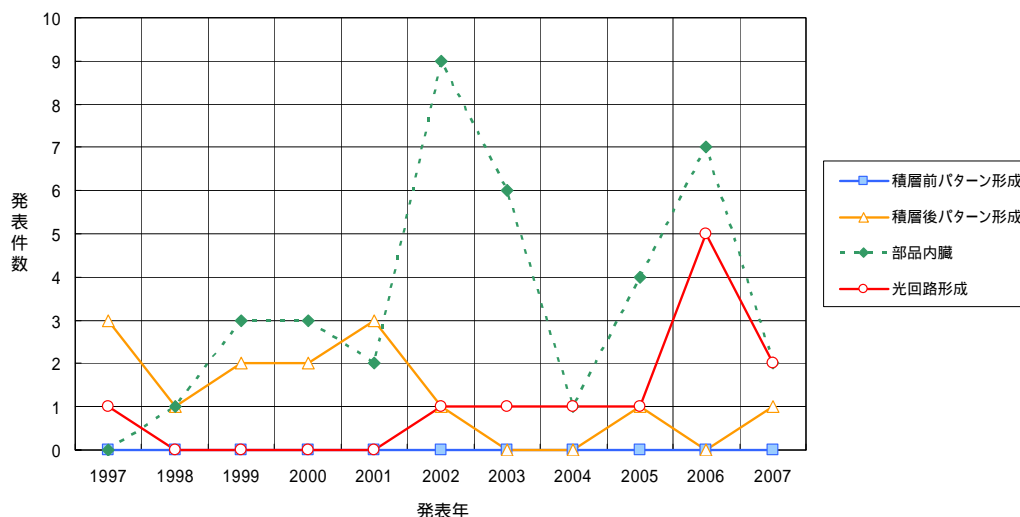
第 3-8 図では部品内蔵と光回路形成に関する論文発表の増加が見られ、プリント配線基板に関連する世界各国の研究開発機関がこれらの新技術に注目していると考えられる。

一方、第 3-9 図によれば、日本国籍機関は積層後パターン形成(ビルドアップ多層プリント配線基板に対応)に関する論文を 2001 年ごろまで活発に発表していたが、2002 年以降は激減している。そして、近年実用が開始された部品内蔵や、将来技術の一つとして注目される光回路形成に関する論文も数は少ないが継続的に発表している。しかし、第 3-8 図と比較すると、これら 2 技術に関する論文発表件数の伸びが見られない。

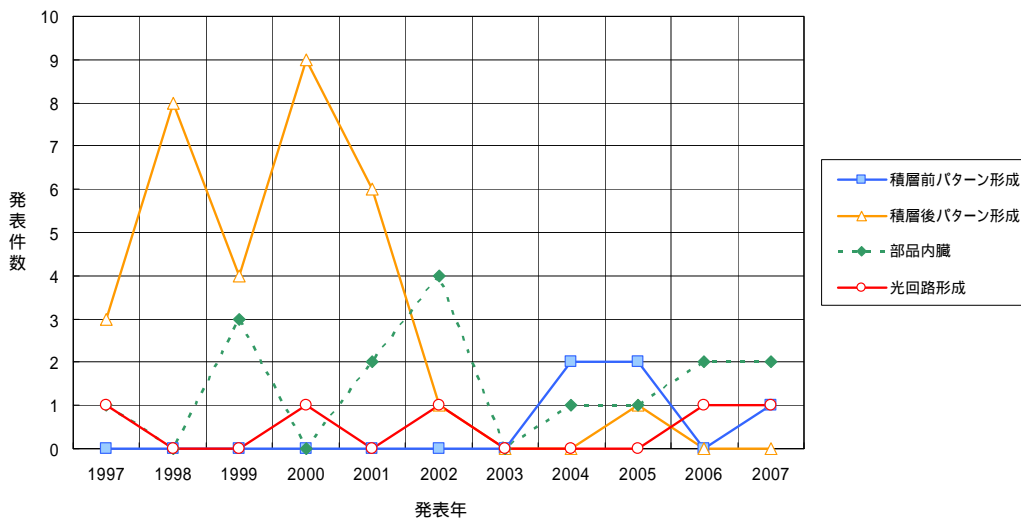
第 3-7 図 構成技術別論文発表件数(英文論文のみ)



第 3-8 図 製品種類に直結する技術グループ別論文発表件数推移 (英文論文のみ：全国籍機関)



第 3-9 図 製品種類に直結する技術グループ別論文発表件数推移（全論文：日本国籍機関）



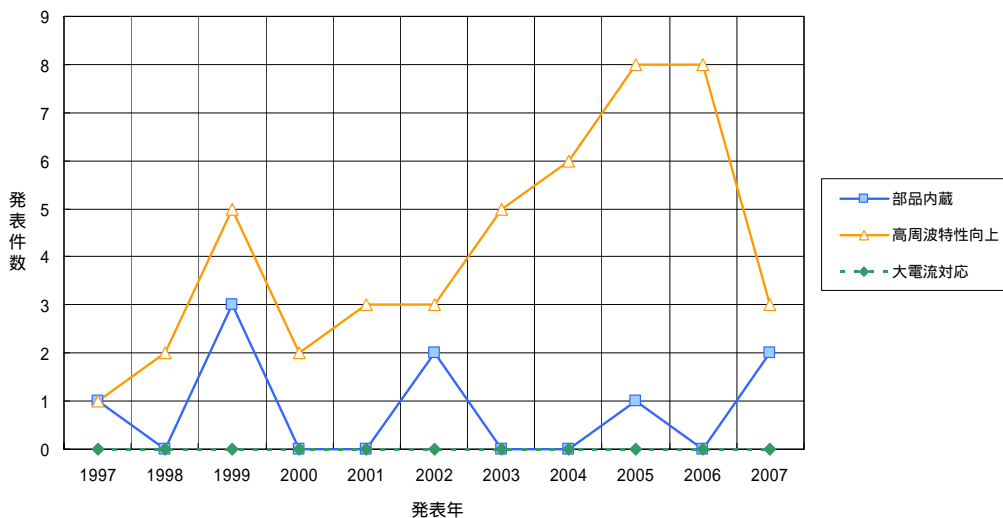
#### 第 4 節 注目研究開発テーマの動向

特許出願動向分析と同じく、「部品内蔵」、「高周波特性向上」、「大電流対応」の 3 課題を注目研究開発テーマとして選定した。

日本語論文を含む全論文を対象とする日本国籍機関の注目研究開発テーマに関する論文発表件数推移を第 3-10 図に示す。図のように部品内蔵に関する発表が少なく、大電流対応の論文発表がない反面、高周波特性向上に関する発表が多く、近年は増加傾向にある。

各テーマについて、研究者所属機関国籍別の英文論文のみを対象とした分析を行ったが、論文件数が少なく、明確な傾向を把握できないため、ここでは割愛する。

第 3-10 図 注目研究開発テーマに関する論文発表件数推移(全論文：日本国籍機関)





## 第5節 重要論文の動向

注目研究開発テーマに関する論文について、第3章第1節(3)で述べた方法で高周波特性向上に関して14件、部品内蔵に関して2件の重要論文を選定し、その変遷を示した。なお、大電流対応に関しては今回の条件で抽出されたものはなかった。これら16件の重要論文の発表者所属機関国籍は、米国籍が7件、日本国籍が6件、韓国国籍が2件、欧州国籍が1件である。

## 第5章 市場環境動向

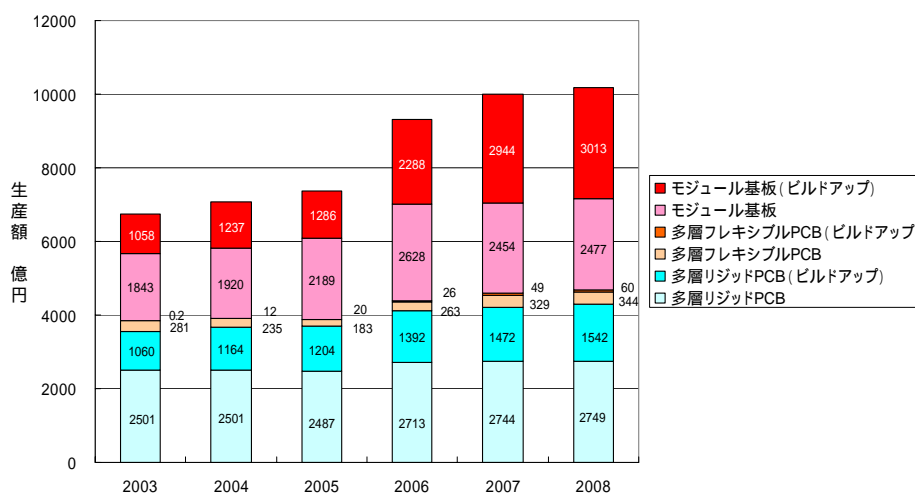
### 第1節 日本市場の動向

#### 1. 多層プリント配線基板の国内生産額

第4-1図に多層プリント配線基板の日本国内における生産額推移<sup>4-1)</sup>と2008年の予想を示す。2007年の多層プリント配線基板の生産額は約1兆円であり、これは国内におけるプリント配線基板全体の生産額である約1兆3800億円の70%以上を占める。また、2007年において多層プリント配線基板に占めるビルドアップ基板の比率は、リジッド基板で約35%、モジュール基板で約55%と大きな割合を占める。この図ではビルドアップ法が多層フレキシブルプリント配線基板の生産額は相対的に小さいため明瞭ではないが、2007年において多層フレキシブルプリント配線基板の約15%となっている。その結果、配線のより高密度化が可能なビルドアップ法の比率は多層プリント配線基板全体の生産額の約45%を占める。

なお、最近の世界的な経済情勢の悪化が2008年後半から顕在化しつつあるが、この図にはその影響は考慮されていない。

第4-1図 国内の多層プリント配線基板生産額の推移と予想



#### 2. 日本のプリント配線基板メーカーにおける国外への生産シフト

日本企業によるプリント配線基板(全種類)の国内生産と国外生産の推移と予測<sup>4-2)-4-3)</sup>を第4-2図に示す。このように、国内生産額の増加を上回るペースで国外生産額が増加しており、2007年には総生産額の約30%、国内生産額の約40%に達している。

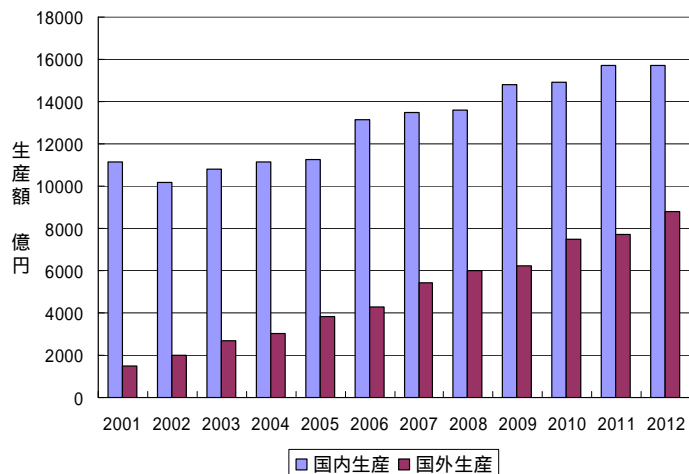
4-1) 電子回路産業調査レポート2008年版 電子回路製造業編、(社)日本電子回路工業会、平成20年6月

4-2) 2007年の日本の電子回路産業、(社)日本電子回路工業会、平成19年6月

4-3) 2008年の日本の電子回路産業、(社)日本電子回路工業会、平成20年6月

国外生産の国・地域別の割合<sup>4-1)</sup>は中国生産が約41%で首位、次いでタイ、フィリピン、台湾の順であり、これら4ヶ国で国外生産全体の約85%を占める。

第4-2図 日本企業のプリント配線基板(全種類)の国内/国外生産額の推移と予測

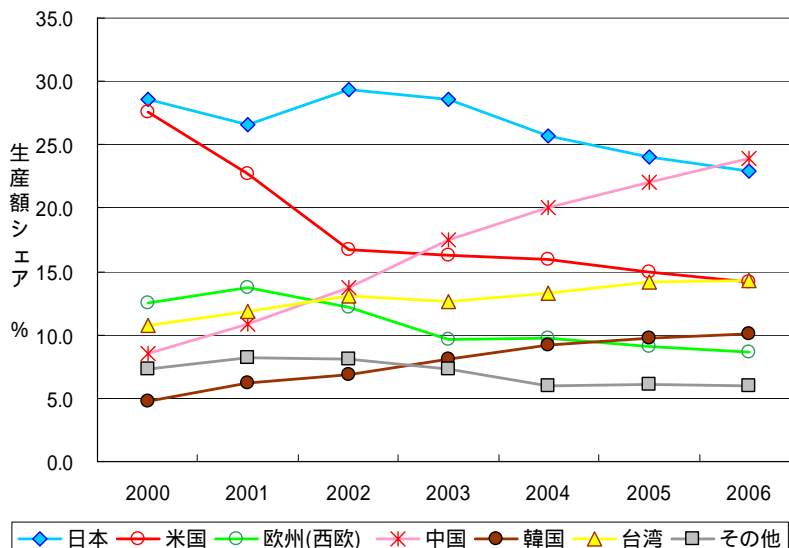


## 第2節 世界市場の動向

### 1. 世界のプリント配線基板(全種類)の生産額

第4-3図は、多層に限定しない全種類のプリント配線基板の世界、及び国・地域別の生産額推移<sup>4-4)</sup>に基づいて各国・地域のシェアの推移を示したものである。日米欧のシェア縮小と中韓台のシェア拡大が明瞭に分かる。特に米国のシェア縮小と中国のシェア拡大が著しい。

第4-3図 世界のプリント配線基板(全種類)生産額における各国・地域のシェア推移



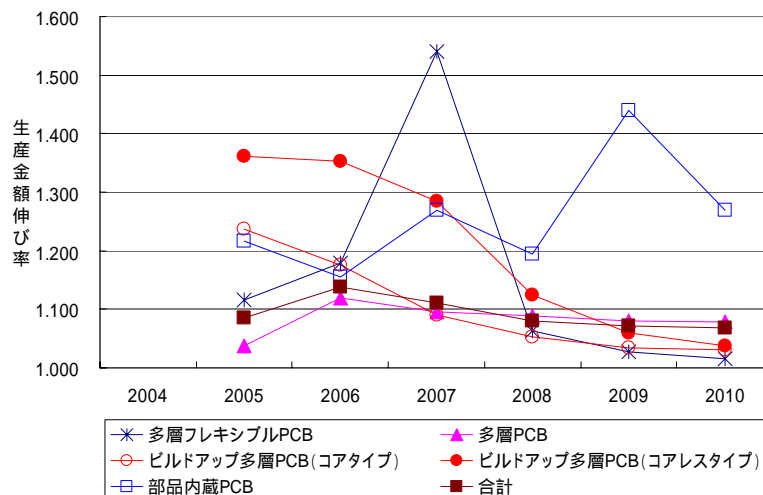
4-4) TPCA(台湾電路板協会)ホームページ、  
<http://www.tpca.org.tw/english/IM/IMMarket.aspx?IMINFO=3&SN=66&QueryURL=IMIndex.aspx>

## 2. 世界の多層プリント配線基板の生産額伸び率

世界の多層プリント配線基板の種類別生産額推移と予測<sup>4-5)</sup><sup>4-6)</sup>に基づく生産額伸び率の推移と予測を第4-4図に示す。図中の多層PCBはビルドアップ以外の多層プリント配線基板である。なお、最近の世界経済情勢悪化の影響は考慮されていない。

第4-4図によれば、全般的に2007年以前の高い伸び率に比較して2008年以降の伸び率鈍化が予想されているが、それでも合計では約7~8%の伸びが予想されている。ただし、部品内蔵基板は年率20%以上の伸びと予想されており、これは部品内蔵基板の主要用途である携帯電話、デジタルカメラ等の民生用モバイル情報機器市場の伸びと関連すると考えられる。

第4-4図 世界の多層プリント配線基板生産額伸び率の推移と予測



## 3. 各国の種類別プリント配線基板生産額

第4-5図に2007年の各国・地域のプリント配線基板の種類別(多層以外を含む)生産額<sup>4-7)</sup>を示す。なお、この図における「その他アジア」の定義は明らかではない。

図に示した2007年のデータでは、日本のプリント配線基板全体の生産額は中国に抜かれて世界2位であり、リジッド多層プリント配線基板の生産額(図中のモジュール基板、多層ビルドアップ、多層の合計)でも日本(約82億ドル)は中国(約114億ドル)に次いで2位である。しかし、高度な技術を要する多層ビルドアップ基板とモジュール基板の合計生産額では日本(約58億ドル)は依然として世界首位である。ただし、台湾(約42億ドル)が迫りつつある。

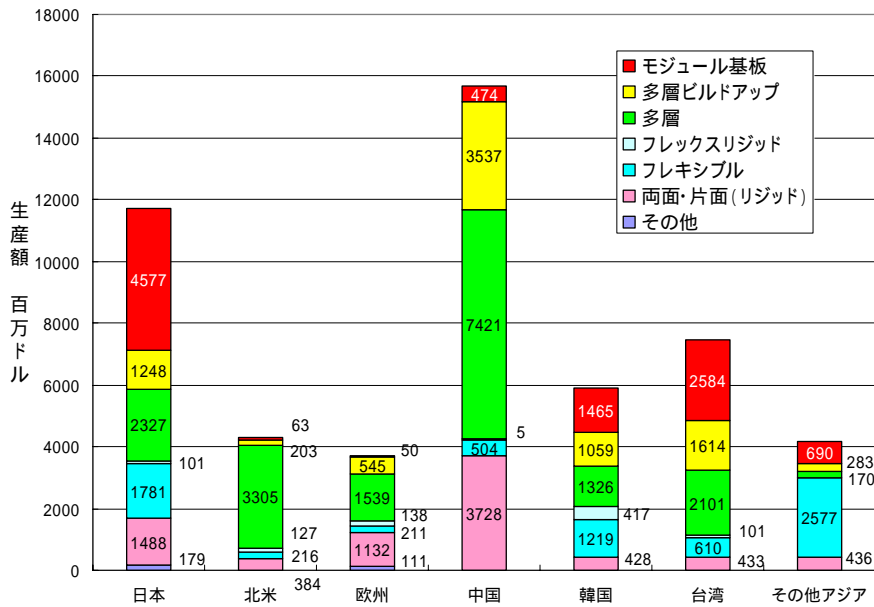
この図から把握される生産状況から各国・地域のプリント配線基板生産の特徴を推測すると、第4-6表のようにまとめることができる。

4-5) 2007 有望電子部品材料調査総覧(下巻)、富士キメラ総研、2007年2月

4-6) 2008 有望電子部品材料調査総覧(下巻)、富士キメラ総研、2008年1月

4-7) WECC Global PCB Production Report For 2007、World Electronic Circuits Council、2008年7月

第 4-5 図 各国・地域の種類別(多層以外を含む)プリント配線基板生産額(2007 年)



第 4-6 表 各国・地域のプリント配線基板生産の特徴

国・地域	状況	特徴
日本 韓国 台湾	・モジュール基板とビルドアップ多層プリント配線基板で生産額の半分前後	・高付加価値追求型
北米 欧州	・ビルドアップ以外の多層プリント配線基板と両面・片面プリント配線基板が生産額の 70%以上	・従来技術による信頼性重視型
中国	・ビルドアップ以外の多層プリント配線基板が約半分 ・両面・片面プリント配線基板が約 1/4	・量産型
その他アジア	・フレキシブルプリント配線基板(多層に限らない)が全体の約 60%	・フレキシブル特化型

#### 4. 日本、韓国、台湾の多層プリント配線基板生産額推移

日本、韓国、台湾の種類別多層プリント配線基板生産額推移(4-1) (4-3) (4-8) (4-9)を第 4-7 図に示す。韓国の 2001 年のデータは不十分であり、2002 年はデータがないため、何れも図中に示していない。

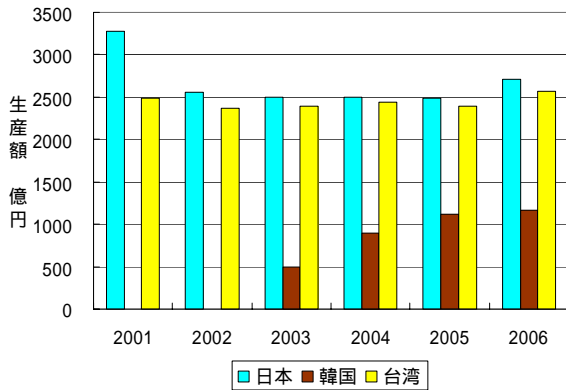
2003 年以降を見ると、a)の非ビルドアップの多層プリント配線基板では日本と台湾が横ばいであるが、韓国は増加傾向にある。また b)のビルドアップ多層プリント配線基板では韓国が 2004 年以降は足踏み状態であるが、日本と台湾は増加傾向であり、特に台湾の伸びが著しく、2006 年に日本を追い越している。

4-8) 電子回路産業調査レポート 2007 年版 電子回路製造業編、(社)日本電子回路工業会、平成 19 年 6 月

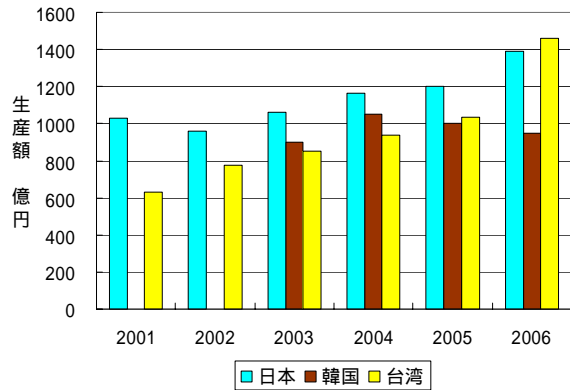
4-9) プリント配線板市場の動向 2008 ~ 日本・韓国・台湾市場 ~、(株)矢野経済研究所、2008.2.20 : <http://www.yano.co.jp/press/pdf/336.pdf>

第 4-7 図 日本、韓国、台湾の種類別プリント配線基板生産額推移

a)多層 PCB(非ビルドアップ)



b)ビルドアップ多層 PCB

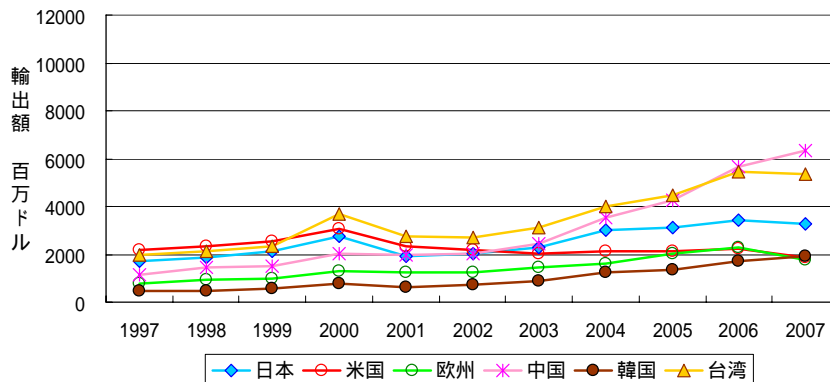


5. プリント配線基板の輸出入状況

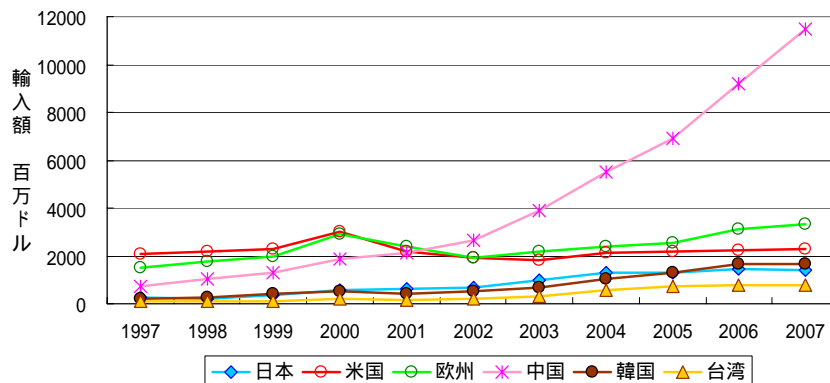
多層プリント配線基板に関する系統的な輸出入データは見当たらないため、プリント配線基板全体に関する各国・地域の輸出額と輸入額の推移<sup>4-10)</sup>を第 4-8 図、第 4-9 図に示す。

輸出額は米国を除いて増加傾向にあり、中でも中国と台湾の輸出増加が著しい。輸入は全て増加傾向にあるが、中国の輸入増加が驚異的であり、同国が世界におけるエレクトロニクス機器の組立工場というポジションにある現状の反映と考えられる。

第 4-8 図 各国・地域のプリント配線基板(全種類)の輸出額推移



第 4-9 図 各国・地域のプリント配線基板(全種類)の輸入額推移



4-10) World Trade Atlas (データの出所は各国税関、政府統計機関等)、検索日 2008.10.16

## 6. 多層プリント配線基板の輸出入状況

前述のように多層プリント配線基板に関する系統的な輸出入データは見当たらないため、各国・地域における多層プリント配線基板の生産量と販売量<sup>4-5)</sup> <sup>4-6)</sup>から世界における多層プリント配線基板の移動方向(輸出入状況)を推定した。

詳細は省略するが、多層プリント配線基板の国際的な大きな流れを次のように推定することができる。

- (1)フレキシブル多層プリント配線基板は日本からアジアに輸出
- (2)ビルドアップ多層プリント配線基板は日本、北米、欧州からアジアに輸出
- (3)部品内蔵基板は日本から北米に輸出

これら3種類のプリント配線基板は、何れも高度な製造技術、及び工程管理技術が要求されるものであるが、日本はこのようなプリント配線基板の世界への供給国となっているとみることができる。なお、以上はあくまでも限られた生産/販売量データからの類推であることに注意が必要である。

## 第3節 応用産業の状況

### 1. 多層プリント配線基板の用途

非ビルドアップの多層リジッドプリント配線基板はパソコン等をはじめとする民生用電子機器の広い範囲に用いられている。それ以外の多層フレキシブルプリント配線基板、ビルドアップ多層リジッドプリント配線基板、部品内蔵基板は、民生用機器の中でも携帯電話、デジタルカメラ、携帯電話の内蔵カメラ等、小型・軽量化が特に求められるモバイル機器への使用が大部分を占める。

### 2. ビジネスリーダー

多層プリント配線基板、およびその材料と製造装置の市場毎のメーカーシェアを調査した。その結果、多層プリント配線基板そのもの、及び材料と製造装置において、日本企業は多くの分野で上位に位置する。

多層プリント配線基板のメーカー別シェアによると、種類ごとに上位メーカーが異なり、各社は得意分野に集中している模様である。また、技術的に高度な種類(例えば、多層フレキシブルプリント配線基板、コアレスタイプの多層プリント配線基板、部品内蔵基板等)では、少数の上位メーカーだけでシェアの大きな割合を占めている。

### 3. 業界動向

前述のように、日本のプリント配線基板メーカーは中国やタイ、フィリピン、台湾等での国外生産を増加させつつある。定量的データは得られなかったが、米国や欧州、さらに韓国、台湾の企業も同様に国外(主として中国)に拠点を設け、国外生産を増加させつつある<sup>4-11)</sup>。

## 第6章 政策動向

### 1. 日本の政策動向

経済産業省が2008年4月に公表した「技術戦略マップ2008」<sup>5-1)</sup>の「半導体」に関する技術分野の中で、例えば大項目「実装技術」- 中項目「実装プロセス」- 小項目「実装基板技術」におい

4-11) 例えば、DKN・ニュースレター、#0813、DKN リサーチ/栄泰産業(株)、2008年4月6日、URL：  
[http://www.alter-net.co.jp/ept/ept\\_080406\\_a\\_alter.pdf](http://www.alter-net.co.jp/ept/ept_080406_a_alter.pdf)

5-1) 経済産業省、技術戦略マップ2008、2008年4月

てビルドアップ基板、フレキシブル基板、セラミック基板が挙げられている。

また、文部科学省の「科学技術基本計画」の重点推進 4 分野の一つである情報通信分野においても、多層プリント配線基板にも共通する課題が採り上げられている。

## 2. 海外の政策動向

欧州では部品内蔵基板やビルドアップ多層プリント配線基板、およびプリント配線基板製造工程のコストと環境影響低減に関する政策プロジェクトが行われた。そのほか、米国、中国、韓国、台湾においても半導体に関する国の施策が行われ、その対象課題の中に多層プリント配線基板にも共通する技術が含まれている模様である。

## 第 7 章 総合分析

### 第 1 節 特許出願件数の推移

特許出願、研究開発、市場環境の各動向の間の関連の有無を検証する。なお、第 2 章第 2 節 1. で述べたように、日米欧中韓への出願の約 78% を日本国籍出願人による出願が占め(第 2-1 図)、その動向が世界の趨勢を示していること、及びプリント配線基板メーカーの研究開発費推移や正確な多層プリント配線基板の生産動向の把握が可能なることから、日本国籍出願人・機関を対象として検討する。

第 6-1 図に、日本国籍出願人による全世界への出願件数推移、日本国籍研究機関所属研究者による論文発表件数推移、日本のプリント配線基板メーカーの 1 社当たり平均研究開発費の推移 6-1)(第 3-4 図)、および日本国内の多層プリント配線基板生産額の推移 6-1)

を併せて示す。ここで、論文発表件数は国際的な

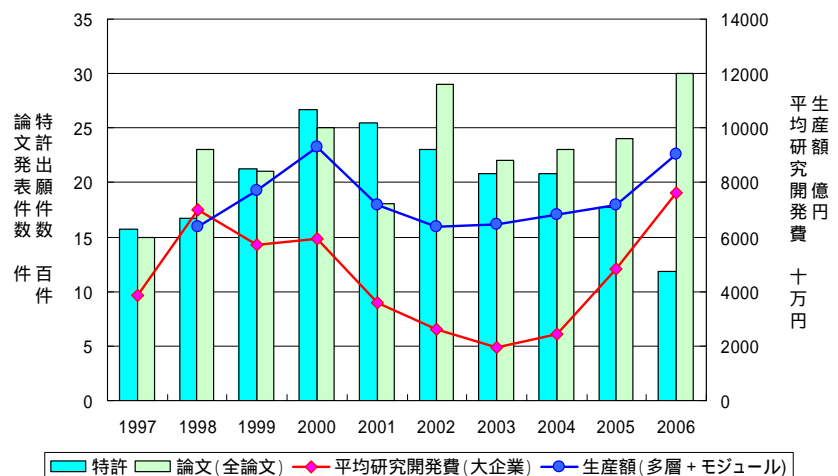
主要誌に限定せず、日本語論文を含む全論文を示した。また、特許出願件数、論文発表件数それぞれのランキング上位に現れる企業はほとんどが大企業であることから、平均研究開発費も大企業のデータを使用した。なお、多層プリント配線基板生産額にはモジュール基板の生産額も含む。

第 6-1 図によれば、研究開発費は生産額とほぼ連動している。また、第 3 章第 2 節 2. で述べたように、論文発表件数は研究開発費に連動ないし 2 年程度遅れて同様に推移していると考えられる(第 3-4 図)。

特許出願件数をこれらと比較すると、1997 年から 2000 年の出願件数ピークまでの増加、

第 6-1 図 特許出願件数(日本国籍出願人)

・論文発表件数(日本国籍研究機関)・1社当たり平均研究開発費  
・多層プリント配線基板生産額の推移



6-1) 電子回路産業調査レポート 2008 年版 電子回路製造業編、(社)日本電子回路工業会、平成 20 年 6 月

およびその後の 2003 年までの減少傾向は一致する。しかし、研究開発費や論文発表件数が増加に転じた後の 2005 年も特許出願件数は減少しており、乖離が生じている。これは、例えば企業における特許出願戦略の変化の表れの可能性も考えられる。

本調査のために設置された委員会における議論、及び有識者へのインタビューにおいて、自己の技術実施を担保するための従来の防衛的な特許から、権利を積極的に活用する攻めの特許に変わりつつあるのではないかとの認識が示された。その結果、技術的アイデアを厳選して質の高い発明だけの特許出願に絞ることや、技術実施を検証可能なものだけに限定することなどが行われて製造技術等がノウハウ化した結果、出願が厳選され、件数が減少したとみることもできる。

## 第 2 節 世界における日本の位置

第 6-2 表は特許出願件数による各国・地域の比較であり、第 6-3 表は国際的主要誌に限定した論文発表件数に関する同様な比較である。第 6-2 表と第 6-3 表から導かれる状況のまとめと総合評価を第 6-4 表に示す。第 6-4 表の最後の行に記した総合評価を抜き出すと、以下の通りである。

- (1)日本は現状の技術力において圧倒的な高位にあるが、製造の主要工程に関する特許出願が減少傾向にある。また、研究・開発力が米国、欧州に比較してやや不足気味であり、対象分野が材料と製造技術に偏る傾向がある。
- (2)米国、欧州は現状技術力は中位であるが、研究・開発力が日本より充実しており、新たな技術を創成する可能性がある。
- (3)中国は現状技術力は低位であり、研究・開発力も向上する傾向は見られない。
- (4)韓国は現状技術力は低位であるが、研究・開発力が強化される方向にあり、今後の技術力向上の可能性はある。

論文発表件数に基づく評価では母数が小さく、統計的な意義は限定的である。また、本調査の研究開発動向調査における論文の検索では、既述のように Proceedings 等を除外した原著論文のみに対象を限定し、また第 6-3 表の比較では国際的主要誌に発表されたもののみを対象としたが、(a)日本では層の厚い充実した学術誌が国内にあり、国際的主要誌への投稿の必要性が他国に比べて小さいこと、および(b)日本では学会等の Proceedings だけへの投稿が多く、原著論文が比較的少ないことを考慮する必要がある。したがって、第 6-3 表と第 6-4 表の国際的主要誌に限定した論文発表動向に関する数量的評価では、日本に対する評価が相対的に厳しくなる可能性があることに注意が必要である。



第 6-2 表 特許出願動向による国別技術力比較

		特許出願動向									
		日本		米国		欧州		中国		韓国	
		件数	推移	件数	推移	件数	推移	件数	推移	件数	推移
注目研究開発 テーマ	部品内蔵					×		×			
	高周波特性向上					×		×		×	
	大電流対応							×		×	
重要な 構成技術	材料					×		×		×	
	構造・形態							×		×	
	層配置					×		×			
	多層化方式					×		×			
	配線パターン					×		×			
	積層					×		×			
	層間接続					×		×			
	ソルダーレジスト形成			×		×		×			
	仕上げ(表面処理、他)					×		×		×	
	仕上げ(機械加工)							×			
	試験・検査・修正							×		×	
	部品内蔵					×		×			
光回路形成							×				

・件数(1997年～2006年の出願件数)

■ : 高位: 日米欧中韓の平均以上

□ : 中位: 米欧中韓の平均以上

× : 低位: 米欧中韓の平均未満

・推移(直線近似した2001年～2005年の出願件数の増減)

■ : 増加: 年間5件以上の増加、かつ5年間の平均出願件数に対して年間5%以上

□ : 横ばい: 増減が年間5件未満、または5年間の平均出願件数に対して年間5%未満

× : 減少: 年間5件以上の減少、かつ5年間の平均出願件数に対して年間5%以上

第 6-3 表 論文発表動向(国際的主要誌のみ)による国別技術力比較

		研究開発(論文発表)動向									
		日本		米国		欧州		中国		韓国	
		件数	推移	件数	推移	件数	推移	件数	推移	件数	推移
注目研究開発 テーマ	部品内蔵	×						×		×	
	高周波特性向上	×				×		×		×	
	大電流対応	×						×		×	
重要な 構成技術	材料							×		×	
	構造・形態							×		×	
	層配置							×		×	
	多層化方式							×		×	
	配線パターン					×		×		×	
	積層			×		×		×		×	
	層間接続							×		×	
	ソルダーレジスト形成	×				×		×		×	
	仕上げ(表面処理、他)	×				×		×		×	
	仕上げ(機械加工)(*)										
	試験・検査・修正	×						×		×	
	部品内蔵	×						×		×	
光回路形成	×		×				×				

・件数(1997年～2007年の論文発表件数)  
 :高位:日米欧中韓の平均 + 10%超  
 :中位:日米欧中韓の平均 ± 10%以内  
 × :低位:日米欧中韓の平均 - 10%未満

・推移(直線近似した2002年～2006年の発表件数の増減)  
 :増加  
 :横ばい  
 :減少

注) \* :仕上げ(機械加工)は各国とも対象期間内の論文発表なし

第 6-4 表 国別技術力の総合評価

		日本	米国	欧州	中国	韓国
特許 出願 動向	件数	全ての注目研究開発テーマ、構成技術で高位	・ほぼ全体的に中位	×構造・形態、試験・検査・修正、光回路形成等、約 1/3 で中位の他は全て低位	×全て低位	・約 2/3 の項目で中位、他の 1/3 は低位
	推移	部品内蔵(課題・技術)、構造・形態、及び主として製造の下工程で増加 ×高周波特性向上の課題、及び製造の上工程で減少	・ほぼ全体的に横ばい	×材料、層配置、配線パターン、層間接続で減少	・全て横ばい	部品内蔵(課題・技術)、高周波特性向上、及び製造の下工程以外において増加
論文 発表 動向 (*)	件数	材料、及び製造の主要工程で高位 ×全ての注目研究開発テーマ、及び製造の下工程、部品内蔵(課題・技術)、光回路形成で低位	光回路形成と積層以外で高位 ×光回路形成と積層で低位	材料、層配置、部品内蔵、光回路形成等で高位 ×製造工程等において低位	×ほとんど全項目で低位	光回路形成で高位 ×その他は全て低位
	推移	高周波特性向上、部品内蔵(技術)のほか、件数で高位、中位にある項目で増加 ×部品内蔵(課題) 他で減少	高周波特性向上、光回路形成等で増加 ×そのほかは減少、または横ばい	光回路形成を含めて 5 項目で増加 ×部品内蔵(技術)を含め、3 項目で減少	構造・形態、試験・検査・修正の 2 項目で増加 ×材料、多層化方式の 2 項目で減少	部品内蔵(課題・技術)、光回路形成等、半数の項目で増加 ×配線パターンのみが減少
総合 評価		現状の技術力は圧倒的に高位 ×ただし、製造の主要工程の特許出願が減少傾向 ・研究・開発力が米欧に比較してやや不足気味であり、分野が材料と製造技術に偏る傾向あり	・現状技術力は中位 研究・開発力が充実しているが、論文発表が減少傾向の項目も多い	・現状技術は中位よりやや下 研究・開発力は米国ほどではないものの充実しており、米国よりも論文発表が増加傾向の項目が多い	×現状技術力は低位 ×研究・開発力向上の傾向も明瞭ではない	×現状技術力は低位 研究・開発力が強化傾向にあり、製造技術、及び技術的に高度なプリント配線基板について、将来の技術力向上の可能性

注(\*) 対象論文は国際的主要誌に発表されたもののみ

本調査の一環として行った有識者へのインタビューにおいて、日本製の多層プリント配線基板は品質が安定しており、後工程で発生するトラブルも考慮すればライフサイクルコストとしては安いのではないかとの見解が複数示された。また、単なる機械任せの製造ではなく、細かいノウハウを要するプリント配線基板の製造は日本でなければできないとの見解も出されるなど、現状の日本の技術の優秀性は間違いないものと考えられる。日本は引き続き製造技術を更に高め、品質を維持しつつ、コストを低減させる方向の技術開発を行うことが必要であるとの見解もインタビューにおいて示された。

一方、同じく有識者へのインタビューにおいて、生産量では日本は優位にあるが、技術(規格、標準化など)はいまだに欧米主導であるとの意見も出された。また、これまでの日本では工程改善的な研究開発が多かったが、今後は新たなコンセプト提案に結びつく研究が必要であるなど、前記(1)(2)として評価した内容に通じる指摘がなされた。実際、1947年に米国で基本的研究が行われた部品内蔵<sup>6-2)</sup>が最近実用化され、また1967年に同じく米国で発表されたビルドアップ法による多層プリント配線基板のコンセプト<sup>6-2)</sup>が日本発の技術で10年ほど前に実用化された<sup>6-3)</sup>ことなどの例を見ると、将来に向けたコンセプト創造が重要であると考えられる。この例からも分かるように実用化までには時間がかかる可能性があるが、次世代多層プリント配線基板のコンセプトを日本から提案されることが期待される。

### 第3節 各国の注力分野

第2章第5節において、多層プリント配線基板の種類に直結する下記の4技術区分に関する特許出願件数推移から見た各国の注力技術について述べた。

- ・積層前パターン形成：主として非ビルドアップ多層プリント配線基板に対応する技術
- ・積層後パターン形成：主としてビルドアップ多層プリント配線基板に対応する技術
- ・部品内蔵：最近実用が開始された部品内蔵基板に対応する技術
- ・光回路形成：光導波路 - 電気配線混載基板に対応する技術

その結果を要約すると、以下の通りである。

全世界への出願における日米欧の各国籍出願人の傾向(代表例として日本：第2-23図)は、積層後パターン形成に関する出願が減少傾向にある一方、部品内蔵に関する出願が調査対象の全期間にわたって活発である。また、将来の基板として期待されている電気/光回路混載プリント配線基板の必須技術となる光回路形成に関しても継続的に出願されている。

これに対し、中韓台の各国籍出願人(代表例として韓国：第2-24図)は、日米欧に遅れて2000年頃から積層後パターン形成と部品内蔵に関する出願を増加し、特に部品内蔵に関する増加は急激である。光回路形成に関しても韓国で2002年から出願され始めた。

構成技術区分毎の日米欧中韓への出願人国籍別出願件数において、部品内蔵と光回路形成以外の技術区分では、日本国籍出願人の出願件数は何れも約75～85%を占める(第2-18図)。これに対し、部品内蔵では約70%、光回路形成では約65%(第2-19図)と、圧倒的優位には変わらないが、日本以外の国・地域の出願人による出願の比率が相対的に大きい。このように日本以外の各国籍の出願人も部品内蔵に注力し、更に次世代技術の候補として光回路形成を視野に入れていることが分かる。

<sup>6-2)</sup> 高木清、ビルドアップ多層プリント配線板技術、2000年6月、日刊工業新聞社

<sup>6-3)</sup> 関東学院大学工学部物質生命科学科 本間研究室ホームページ、雑感シリーズ、2003年10月、<http://homepage3.nifty.com/honma-lab/zakkan/2003.10.html>

一方、第3章第3節2.(1)では、特許の場合と同様に、多層プリント配線基板の種類に直結する技術グループについて、論文発表件数推移から見た全体と日本の注力技術について述べた(第3-8図、第3-9図)。部品内蔵技術の実用化は最近開始されたばかりであり、また光回路を形成する多層プリント配線基板の実用化はまだ先のことと予想され、何れも現在は論文発表に結びつくような活発な研究・開発活動が必要な時期と思われる。しかし、データが少ないため統計的意義は限定的であるが、第3-9図では日本語論文を含めているにもかかわらず、日本国籍機関所属研究者による部品内蔵と光回路形成に関する論文発表件数の伸びは見られない。これは、これらの技術に関する日本国籍出願人(日本国籍機関)の特許出願件数シェアが大きいこと(第2-19図)と傾向が異なる。

以上の比較と、第4章第1節1.および第2節3.で述べた日本国内の多層プリント配線基板生産が技術的に高度で高付加価値の種類を重点としていることを考え合わせると、市場急拡大が見込まれる部品内蔵と、次世代プリント配線基板の候補である光回路形成に関し、特許出願と同様に、論文発表につながる研究開発をより活発化させる必要があると考えられる。

#### 第4節 特許の外国出願

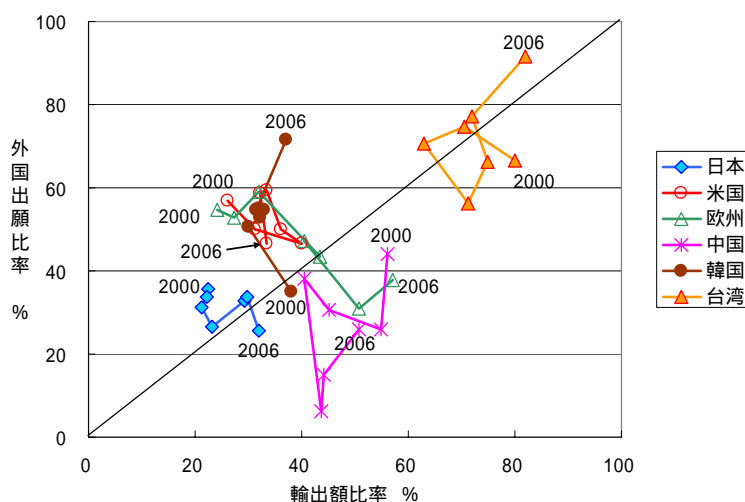
全世界への出願に占める外国(自国以外)への出願の比率(外国出願比率)は、2006年において日本は中国とほぼ同程度であり、日本と同様に世界での生産額シェアが減少しつつある米国、欧州より低い(第2-13図)。本調査対象期間における外国出願比率平均値で50%以下は日本と中国だけであり、他は台湾も含めて50%以上である(第2-12表)。

2000年～2006年の各国の輸出額比率と特許の外国出願比率の推移の比較を第6-5図に示す。この図の輸出額比率は、各国のプリント配線基板全種類の生産額推移<sup>6-4)</sup>と第4-8図の輸出額推移<sup>6-5)</sup>から算出した。

この図から全体的傾向として、輸出額比率が大きいほど特許の外国出願比率が大きい事がわかる。日本と台湾は両比率がほぼ等しいのに対し、中国は輸出額比率の割には外国出願比率が小さく、米国、韓国および以前の欧州は輸出額比率の割には外国出願比率が大きい。ここで、欧州は2000年～2006年にかけて輸出額比率の増加とは逆に外国出願比率が大幅に低下していることが注目される。これとは対照的に、韓国は、輸出額比率はほとんど変化していないが外国出願比率は大きく増加している。

次に、日本、および日本と対照的に輸出額比率と外国出願比率が高い台湾の外国出願比率

第6-5図 各国の輸出額比率と外国出願比率の推移



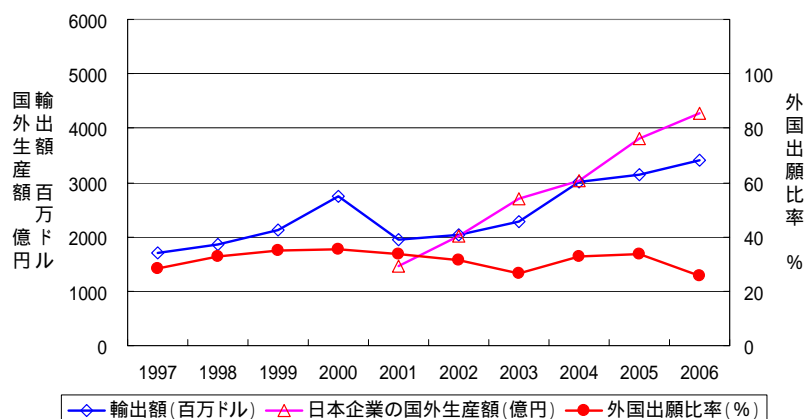
6-4) TPCA(台湾電路板協会)ホームページ、

<http://www.tpc.org.tw/english/IM/IMMarket.aspx?IMINFO=3&SN=66&QueryURL=IMIndex.aspx>

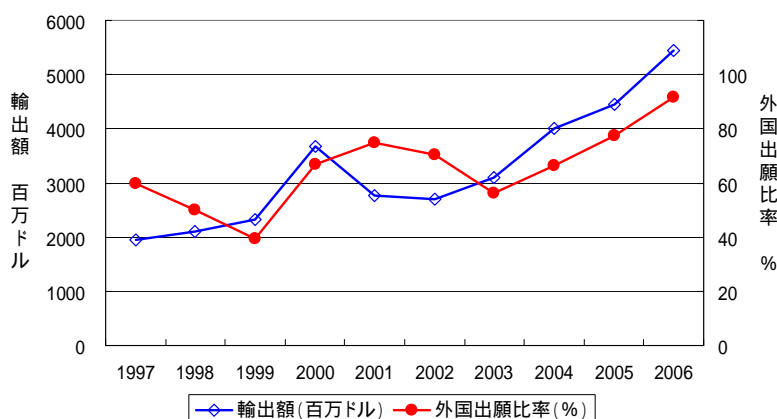
6-5) World Trade Atlas (データの出所は各国税関、政府統計機関等) 検索日 2008.10.16

の推移を、プリント配線基板(全種類)輸出額(第 4-8 図)と共に第 6-6 図、第 6-7 図に示す。日本については第 4 章第 1 節 2. で述べた日本企業による国外生産額の推移(第 4-2 図)も示した。これらの図から分かるように、台湾は輸出額の増加と共に外国出願比率も増加しているのに対し、日本は元々外国出願比率が低い上に、輸出額と国外生産額が増加しても外国出願比率はほぼ一定かむしろ漸減傾向である。

第 6-6 図 日本のプリント配線基板(全種類)輸出額、国外生産額と多層プリント配線基板関連特許の外国出願比率の推移



第 6-7 図 台湾のプリント配線基板(全種類)輸出額と多層プリント配線基板関連特許の外国出願比率の推移



日本国籍出願人は外国出願「比率」では中国に次いで低位にあるが、外国出願「件数」では米欧中韓台のいずれの国への出願においても圧倒的の首位を占めており(第 2-5 図、第 2-6 図)、以上のような「比率」での議論、およびそれを輸出額比率と対比する議論を一律に行うことは困難である。また、外国出願比率の定量的な基準値を設定することは容易ではない。

しかし、特許権に関する海外との技術収支において、電子部品・デバイス産業全体の統計<sup>6-6)</sup>であるが、2006 年における日本企業から外国企業への技術供与による収入は、日本企業が外国企業からの技術導入のために支払う金額の約 60%に過ぎない。本調査の委員会にお

6-6) 経済産業省企業活動基本調査、<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kikatu/index.html>

る議論でも、外国への特許出願件数の割には、逆に外国からの技術導入でライセンス料を払うことが多い、との認識が示された。プリント配線基板に関して、日本国籍出願人は圧倒的多数の外国出願を行っているが、権利化されたものは防衛目的のものが多く、他者への権利行使の観点からみると十分に活用されていない可能性がある。

日本のプリント配線基板産業は、日本が得意とするモジュール基板を含めても、生産額で中国に抜かれて 2 位(第 4-5 図)となった。また、韓国と台湾が多層プリント配線基板の生産額において日本に迫りつつあり、また日本を追い越す勢いにある(第 4-7 図)という状況下に置かれている。

更に前項で述べたように、韓国、台湾の出願人も部品内蔵に関する出願を増加させており、また第 6-4 表に示したように、研究・開発が活発化傾向にある韓国では技術的に高度なプリント配線基板に関する将来の技術力向上が予想される。

このような状況下において、日本が今後も国外生産を増加させる一方、国内では技術的に高度な種類の基板に重心を置いて生産し、その輸出増加を図るためには、外国への有効な特許出願による権利保護とその活用は極めて重要な課題と考えられる。

## 第 5 節 日本における今後の課題と方向性

多層プリント配線基板に関する特許出願件数において、日本は世界で圧倒的優位にあり(第 2-1 図)、またその生産量においても技術的に高度な製品(例えば、多層ビルドアップ基板とモジュール基板)では世界の首位を占める(第 4 章第 2 節 3.、第 4-5 図)。しかし、国際的主要誌での論文発表件数では米欧に次ぐ世界第 3 位(第 3-3 図)であり、特許出願や生産における優位とはやや異なる状況にある。

一方、日米欧中韓の 5 ヶ国・地域の中で、韓国は現状の特許出願と論文発表では低位にあるが、何れも増加傾向にあり(第 6-2 表、第 6-3 表、第 6-4 表)、日本にとって将来のライバルとなる可能性がある。また、有識者に対するインタビューにおいて、台湾の技術レベルも高いとの見解が複数示され、台湾も将来の強力な競合相手となる可能性がある。

このような状況下において、日本の多層プリント配線基板に関する技術を更に高度化し、応用産業の継続的発展を図るための課題と方向性を以下に述べる。

まず、技術開発に関しては、中・短期的に日本の競争力を強化するという観点から、製造技術の高度化と、技術的に高度なプリント配線基板の開発の 2 課題を取り上げる。

これら以外にも、電子機器の高機能化、高速化に必要であり、本調査でも注目研究開発テーマとしても採り上げた高周波特性の向上がある。また、同様に注目研究開発テーマとして採り上げ、車載用などの分野で今後の伸びが期待されるとともに日本国籍出願人による近年の出願も増加傾向(第 2-22 図)にある大電流対応、およびこれとも関連してますます重要となる熱対策の問題がある。更に、携帯機器の一層の高機能化と小型化の同時実現に必要と考えられる柔軟で薄い多層フレキシブルプリント配線基板など、多くの技術開発課題がある。

ここではこれらを認識した上で、日本の競争力維持・強化の基本となる製造技術と、今後の市場の伸びが期待される高度技術分野という観点に絞り、前記の 2 課題を採り上げる。

次に、これら開発した技術の権利確保の観点から、特許の外国出願について述べる。

最後に長期的観点から、日本の多層プリント配線基板技術の将来の飛躍を図るため、現在は分散している優れた研究開発機能を有機的に結び合わせ、例えば次世代プリント配線基板のコンセプト提案を可能とするような方策を考える。

### 提言 1

多層プリント配線基板の製品信頼性の一層の向上、工程能力向上や不良率低減等を通じたコストダウン、および今後の新たな機能、新たなコンセプトの配線基板の具現化に向け、プリント配線基板製造技術の更なる高度化を今後も促進する必要がある。

プリント配線基板全体の生産額において、1999年以降、日本は米国の後を継いで世界首位の座を占めてきた<sup>6-7)</sup>が、2007年時点において中国に次いで2位(第4-5図)である。リジッドの多層プリント配線基板に限っても、2007年のデータでは中国に次いで2位(第4-5図)である。これは日本、米国、欧州だけでなく、韓国、台湾のプリント配線基板メーカーもその生産を国外、特に中国にシフトした結果と考えられる。

しかし、第6章第2節で述べたように、本調査の一環として行った有識者に対するインタビューにおいて、日本のプリント配線基板技術は依然として世界首位であり、その信頼性は極めて高いとの見解が複数示された。そして、電子機器組立工程における各種トラブルに伴うコストも考慮すると、ライフサイクルコストとしては日本製の配線基板の方が安いという状況が認識されつつあるとの見解も示された。

多層に限らず、このように高く評価されている日本のプリント配線基板技術を活かし、国内の関連産業を発展させる一つの方策として、信頼性にも大きく影響する製造技術を一層高度化することが考えられる。製造技術の高度化は工程能力向上や不良品率低減につながり、製造コスト低減にも寄与する。これらが相俟って、低価格の外国製プリント配線基板に対抗可能となることが期待される。

また、今後期待される新たな機能を有する、あるいは新たなコンセプトに基づくプリント配線基板の実現には、それを可能とする製造技術が必須と考えられる。そのような新たなプリント配線基板の具現化要求に即応するためにも、製造技術の高度化が重要である。

なお、第6-2表、第6-4表にまとめたように、多層化方式、配線パターン、積層、層間接続など、製造技術の主要部分に関わる技術区分では特許出願が減少傾向にある。これは、第6章第1節に述べたように、製造技術のような技術実施の検証が困難なものは特許出願をせず、ノウハウとして保持するように方針を転換した結果である可能性、あるいは現方式の製造技術がほぼ確立されつつあることの反映である可能性が考えられる。

今後は、現方式の製造技術に関する研究開発を促進してその技術を一層高度化し、製品信頼性、工程能力、歩留まり等の更なる向上を進めるとともに、新たな方式の製造技術の研究開発も促進すべきである。そして、新たに生まれた技術が、特許権による保護が有効であるのか、ノウハウとしての保護が有効であるかを見極め、前者については積極的に特許出願をし、権利化及び活用を図ることも重要である。

6-7) 杉本榮一 監修、図解 プリント配線板材料最前線、工業調査会、2005年1月



## 提言 2

部品内蔵基板、光回路混載基板等の技術的に高度、あるいは次世代配線基板の候補となりうる多層プリント配線基板に関する技術開発の一層の活発化が望まれる。

日本はプリント配線基板(全種類)の生産額において、米国、欧州と同様に世界におけるシェアが低下しつつある(第 4-3 図)。しかし、米国、欧州では非ビルドアップの多層プリント配線基板や片面・両面プリント配線基板などのほぼ成熟した種類が中心である(第 4-5 図、第 4-6 表)のに対し、日本はモジュール基板やビルドアップ多層プリント配線基板のように新たな領域、あるいは技術的に先端に位置する種類の製造が中心である(第 4-5 図、第 4-6 表)。この方向を維持することが、特許出願件数で世界の圧倒的首位に位置する(第 2-1 図)ことに表されている、日本が蓄積してきた世界トップの技術力を活かすことになる。

これに繋がる一つが、近年実用が開始された部品内蔵基板である。これは電子機器の更なる高機能化、小型化を実現する技術であり、第 4 章第 2 節 2. で述べたように、多層プリント配線基板全体の世界市場の伸びが年率 7~8%と予想されている中で、部品内蔵基板に関しては年率 20%以上の伸び(第 4-4 図)が予想されている(最近の世界的経済情勢悪化の影響は考慮されていない)。そして、日米欧中韓台の各国・地域の出願人とも、部品内蔵基板に関する出願が多く(第 2 章第 5 節、および第 2-23 図、第 2-24 図)、注力している様子を窺うことができる。特に韓国と台湾、および件数は少ないが中国の各国籍出願人による部品内蔵基板に関する出願は近年急増しており(第 2-24 図(韓国籍出願人))、関心の強さを示している。

また、将来のプリント配線基板として、外部ノイズに影響されずに大量の情報を高速伝送可能という長所を有する光で素子間の信号伝送を行う、電気回路と光回路を混載するプリント配線基板の研究、開発が進められている。その実用は先のことと予想されるが、日米欧の各国籍出願人はこの技術に関する出願を以前から継続的に行っており(第 2-23 図(日本国籍出願人))、韓国の出願人も最近になって出願を開始した(第 2-24 図)。

部品内蔵基板と光回路混載基板に関しても、日本国籍出願人は圧倒的多数の特許を出願している(第 2-19 図)が、第 2 章第 3 節 3. で述べたように、他の技術区分に関する出願と比較して日本国籍出願人による出願の比率が相対的に小さい。

また、現在は論文発表に結びつく活発な研究・開発活動が必要な時期と考えられる部品内蔵基板と光回路混載基板に関する日本国籍機関の研究者による論文発表件数には、これらの技術に関する特許出願のシェアの大きさ(第 2-19 図)に対応するような伸びが見られない(第 3-9 図)。これには、日本の研究機関の研究者が発表することが多く、また最新研究成果が掲載されることが多い学会等の Proceedings を本調査の論文検索の対象から除外したことが影響している可能性もある。しかし、第 3-9 図は日本語論文も対象としていることから、部品内蔵と光回路形成に関する論文発表が少ないことは無視できない。

米国と欧州の現状の技術力は中位であるが、以前から多層プリント配線基板に関する研究、開発が活発である(第 6-4 表)。また、韓国の現状技術力は低位であるが、研究、開発が活発化する兆しがある(第 6-4 表)。これらを考え合わせると、日本では部品内蔵基板と光回路混載基板、およびこれらに象徴される新たなコンセプトの多層プリント配線基板に関する研究と技術開発を現状以上に活発化させることは緊急の課題である。

### 提言 3

特許に代表される知的財産権の取得と活用に関する戦略、すなわち企業経営の中に明確に位置づけられた「知財戦略」と、それらを支える体制整備が極めて重要であり、特に日本が圧倒的優位にある多層プリント配線基板技術を盤石なものとするためには、外国への効果的な特許出願・権利化及びその活用が鍵である。

日本のプリント配線基板(全種類)の輸出額は増加しており(第 4-8 図)、また日本企業による国外生産額も増加している(第 4-2 図)。

一方、日本国籍出願人による特許の外国出願比率(自国以外への出願件数の全出願件数に対する比)は横ばいかむしろ漸減傾向を示している(第 2-13 図、第 6-6 図)。また、1997 年～2006 年の期間における外国出願比率の平均では日本国籍出願人は中国に次いで低く、日米欧中韓台の中では日本と中国の出願人だけが 50%以下である(第 2-12 表)。米国と欧州の出願人による外国出願比率は日本と同様に漸減傾向であるが(第 2-13 図)、韓国と台湾の出願人は特に近年は急増傾向を示している(第 2-13 図、第 6-7 図(台湾籍出願人))。

韓国籍出願人による特許出願と同国の研究機関の研究者による論文発表は部品内蔵基板や光回路混載基板に関する技術などの先端分野を含め、増加傾向のものが多く(第 6-2 表～第 6-4 表)、技術力向上と同時に権利を取得する可能性もある。また、本調査の一環として行った有識者に対するインタビューにおいて、台湾の技術レベルは高いとの見解が複数示された。

前述のように、日本国籍出願人は外国出願「比率」では中国に次いで低位にあるが、外国出願「件数」では米欧中韓台のいずれの国への出願においても圧倒的首位を占めている(第 2-5 図(米欧中韓への出願)、第 2-6 図(台湾への出願))。しかし、第 2 章第 7 節で述べたように、特許権に関する海外との技術収支において、電子部品・デバイス産業全体のレベルでの統計<sup>6-8)</sup>であるが、例えば 2006 年の日本企業から外国企業への技術供与による収入は、日本企業が外国企業からの技術導入のために支払う金額の約 60%に過ぎない。この点について、本調査のための委員会における議論でも、外国への特許出願件数の割には、逆に外国からの技術導入でライセンス料を払うことが多い、との認識が示された。このことは、プリント配線基板に関して日本国籍出願人が圧倒的件数の外国出願を行っているが、現在権利化されたものは防衛目的のものが多く、他者への権利行使の観点からみると十分に活用できていない可能性もあることを示している。

日本が今後も国外生産を増加させる一方(第 4-2 図)、国内では技術的に高度な種類の多層プリント配線基板に重心を置いて生産し、その輸出増加を図るためには、国内プリント配線基板メーカーが生産をシフトする相手先国と、製品の輸出先国への特許出願は重要である。特に、提言 2 で述べたように、部品内蔵基板や光回路混載基板等の最先端の多層プリント配線基板、および新たなコンセプトに基づく多層プリント配線基板の技術を開発して生産し、それを輸出していくためには、積極的な外国出願による権利の保護と活用が必須である。本調査の一環として行った有識者に対するインタビューにおいても、プリント配線基板の市場は国外比率が高く、ビジネスにつなげるためには消費国と生産国への有効な特許出願が重要であるとの認識が示された。したがって、事業に役立つ有効な特許を積極的に外国に出願し、権利を活用することが極めて重要である。

6-8) 経済産業省企業活動基本調査、<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kikatu/index.html>

一方、第 6 章第 1 節で述べたように、この分野では、日本企業は特許出願方針を量から質へ、防衛的特許から攻めの特許へと、出願を厳選する方向に転換しつつある様子が窺える。それらの厳選された特許を、本節で述べたように外国へも積極的に出願して権利化し、活用していく過程では、外国においても特許係争が想定され、確固とした戦略に立脚した十分な体制作りも併せて行う必要がある。戦略なく特許出願件数を減らすだけでは、取得した権利を基にした守りも攻めもおろそかとなるであろう。特許に代表される知的財産権の取得と活用に関する戦略、すなわち企業経営の中に明確に位置づけられた「知財戦略」と、それらを支える体制整備が極めて重要であることに留意が必要である。

#### 提言 4

大学、公的研究機関、企業における研究・開発のコーディネートと情報ネットワークの役割を担うコンソーシアムを構成し、大学や公的研究機関の知見と企業の実経験を相互に交換することにより、各研究機関が多層プリント配線基板技術の全体像と全体動向を把握しながら個別専門分野の研究、開発を行える体制を整えることが期待される。

研究開発動向の指標の一つである多層プリント配線基板に関する論文発表件数において、国際的主要誌では日本は米国、欧州に次いで第 3 位(第 3-3 図)であり、特許出願における圧倒的首位(第 2-1 図)とは相違がある。これには、日本国籍研究機関所属の研究者が発表することが多い学会等の Proceedings を本調査における論文検索対象から除外したことが影響していることも考えられ、日本に対してやや厳しい評価である可能性もある。しかし、日本語論文も含めた論文発表件数推移を示した第 3-9 図において、現在は活発な研究・開発活動が必要と考えられる部品内蔵基板と光回路混載基板という多層プリント配線基板の最先端分野に関する日本の研究者による論文発表が、同図の 2001 年以前の積層後パターン形成(日本発の技術で実用化されたビルドアップ多層プリント配線基板に対応)と比較して少ないことは無視できない。

多層プリント配線基板に関する論文発表における日本の特徴として、企業の研究者を筆頭著者とする論文が多いことが挙げられる(第 3 章第 2 節 2.)。また、材料技術と製造技術に関する論文が多いことも特徴である(第 6-3 表、第 6-4 表)。これらが世界における日本のプリント配線基板産業の現在の地位を築いた原動力であることは明らかである。しかし同時に、このことはプリント配線基板製造における工程改良的で学会での発表になじみ難い研究が多く、新たなプリント配線基板のコンセプトを創造するような課題提案型の研究が少ないことを意味する可能性があり、これが前述の国際的主要誌への論文発表件数が少ない(第 3-3 図)ことの一因とも考えられる。

本調査の一環として行った有識者へのインタビュー、および本調査のための委員会において、米国のジョージア工科大学やフィンランドのヘルシンキ工科大学では研究用のプリント配線基板製造設備を保有しており、設計から品質保証までの一貫した研究・開発が可能であるとの情報が得られた。ジョージア工科大学は多層プリント配線基板に関する国際的主要誌への論文発表において 1 位であるが(第 3-5 表)、その一つの要因はこの研究設備の存在ではないかと思われる。

これに対して日本では、各大学等がそれぞれ優れた個別の分野の研究を進めているが、それら全体を統合・コーディネートする機能がなく、プリント配線基板の全体を見通した上での

研究が難しいのではないかという意見が有識者へのインタビューで示された。そして、プリント配線基板に関する各大学、公的研究機関、企業内研究組織を結ぶ情報ネットワーク、およびプリント配線基板の設計から品質保証までの技術を束ねるコーディネート機能が必要ではないかとの意見が出された。これにより、大学や公的研究機関の知見と企業の実経験を相互に交換することが可能となり、企業内研究組織を含む各研究機関が多層プリント配線基板技術の全体像と全体動向を把握しながら個別専門分野の研究、開発を行える体制が整うことが期待される。

このようなコーディネート機能があれば、例えば 1967 年に米国で発表<sup>6-2)</sup>され、2000 年近くになって日本発の技術で実用化された<sup>6-3)</sup>ビルドアップ法による多層プリント配線基板、あるいは 1947 年に米国で基礎的な研究<sup>6-2)</sup>が行われ、最近実用が開始された部品内蔵基板などのような、次世代プリント配線基板のコンセプトに繋がる研究が活発になるのではないかと考えられる。

なお、複数の企業と大学が参加した産学協同開発が目覚ましい成果に結びついた例として、前述のビルドアップ法の実用技術がある。1960 年代後半に発表されたビルドアップ法のアイデアの機が熟したのは 1990 年前後であるが、ある企業が発表したビルドアップ多層プリント配線基板が注目を集め<sup>6-2)</sup>、それを契機として回路実装学会(現在のエレクトロニクス実装学会)に複数の企業と大学による研究会が設置され、その活動の成果がビルドアップ法における日本発の実用化技術として結実した<sup>6-3)</sup>のである。

もちろん、コーディネート機能は将来に向けた最先端の研究開発のみを対象とするものではなく、プリント配線基板製造技術の更なる高度化のような地道な研究開発をも対象とすべきである。

プリント配線基板産業は、これまではユーザーの意向に沿って製作する下請け型の産業であった。しかし、今後は電子機器の性能や機能の向上に寄与する新たなプリント配線基板のコンセプトを創出、提案する方向を目指すべきであり、それが日本の電子機器産業全体の発展に貢献することになる。

ここで提案した研究開発のコーディネート機能は、日本のプリント配線基板産業をそのような方向に向かわせるための一つの方策と考える。この機能を如何にして具現化するかについては今後の議論と検討を待つべきであるが、これによって生み出される新たなプリント配線基板のコンセプトを提言 2 で述べた技術開発で実用化に結びつけ、その製造を提言 1 で述べた高度な製造技術で支えることにより、日本のプリント配線基板技術・産業の継続的優位性が保たれることとなろう。そして、その優位性を盤石なものとするためには、提言 3 で述べたように、外国での効果的な特許の取得と活用に関する戦略、すなわち企業経営の中に明確に位置づけられた「知財戦略」と、それらを支える体制整備が極めて重要である。