

# 平成 1 8 年度 特許出願技術動向調査報告書

## 最新スピーカ技術 - 小型スピーカを中心に - (要約版)

### < 目次 >

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 技術の俯瞰 .....           | 1  |
| 第 2 章 特許動向分析 .....          | 13 |
| 第 3 章 研究開発動向分析 .....        | 26 |
| 第 4 章 研究開発リーダ各社のヒアリング ..... | 28 |
| 第 5 章 総合分析 .....            | 30 |

平成 1 9 年 5 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 技術の俯瞰

### 第1節 小型スピーカの原理

#### 第1項 動電変換の原理

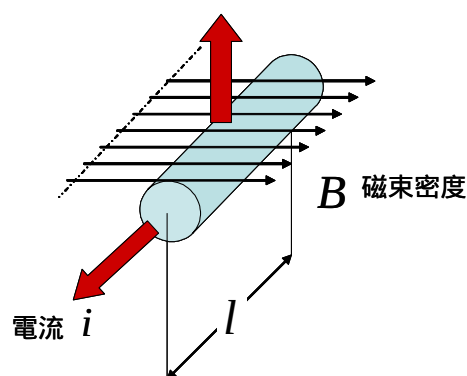
動電変換方式は、変換方式の中で最も代表的なものであり、圧電変換方式とともに、広く実用されている。動電変換の原理は、図 1-1 に示すように、一様な磁束密度  $B$  の磁界の中にそれと直角に導線を置いたもので、導線に電流  $i$  を流すと、 $B$  と  $i$  との両方に直角に力  $F$  が現れる。導線の長さ  $l$  の部分に生ずる力は

$$F = Bli$$

で現せる。<sup>1</sup>

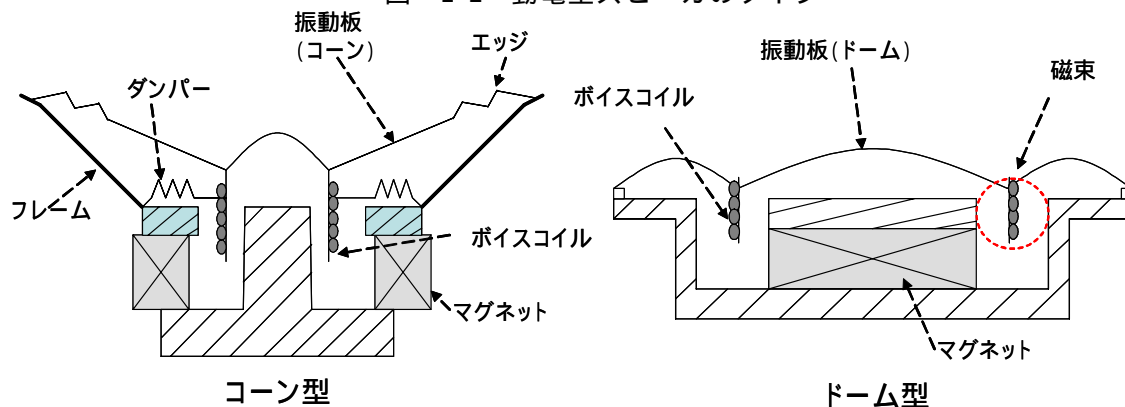
図 1-1 動電変換の原理

電磁力  $F = Bli$



動電型スピーカは、振動板の形状の違いにより、図 1-2 に示すようにコーン(円錐)型とドーム型がある。振動板を振動させる点では共通しているが、異なる点は、コーン型は振動板をコーンの付け根(コーンネック)で駆動するのに対し、ドーム型は振動板の外周で駆動する。コーン型は振動板の口径の大きなものを作れるのに対し、ドーム型はボイスコイルの口径と振動板の口径がほぼ同じたため、口径の大きなものは作りにくい。従ってドーム型は中音用と高音用がほとんどである。<sup>2</sup>

図 1-2 動電型スピーカのタイプ



<sup>1</sup> 参考；音響エレクトロニクス、培風館、大賀寿郎他、p94～p96

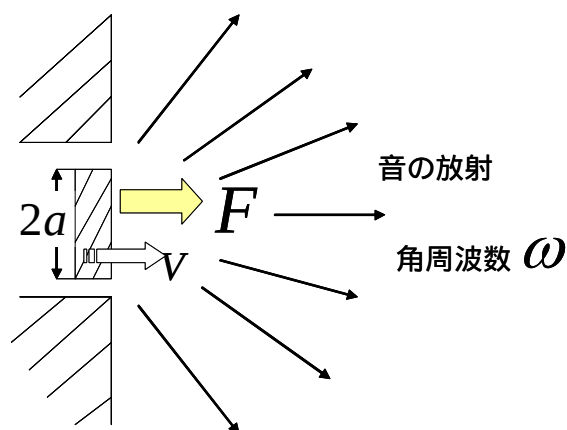
<sup>2</sup> 参考；特許 3021058、p1～p2

## 第2項 直接放射スピーカの原理

音の放射の仕方によりスピーカは直接放射スピーカとホーンスピーカに分けられる。直接放射スピーカは、音の波長と同程度の寸法の振動板から、大気中に直接に音を放射するスピーカで、小型スピーカはこのタイプである。ホーンスピーカは、音の波長より小さい寸法の振動板から、断面積が長さに沿って次第に増大するホーンを通して音を大気中に放射するものである。

直接放射スピーカの振動板は、軽くて適度な剛性を保つために浅い円錐形の紙やプラスチック材料が使われている。振動板がほぼ一体になって振動する中以下の周波数範囲では、振動板からの音の放射は、剛体円板からの放射に近いと考えられる。円板面が図 1-3 に示すように平面の壁の中にはまって、面と直角の方向に角周波数 $\omega$ の正弦波振動をし、円板の片側へだけ音が放射されるものとする。<sup>3</sup>

図 1-3 円形振動面からの放射



そのためには円板に接している空気を動かさなくてはならないので、速度  $V$  で振動させるためには、駆動力  $F$  を必要とする。 $F$  と  $V$  の比を放射インピーダンスといい  $Z_r$  とすると下記で表せる。

$$Z_r = F/V = R_r + jX_r \quad (1)$$

$R_r$  は音のエネルギーの放射に関する放射抵抗で、 $X_r$  は空気の慣性に打ち勝って振動させる放射リアクタンスである。インピーダンスとしては、機械インピーダンス  $Z_m$  を持つから全インピーダンスは  $Z_r + Z_m$  となる。音響出力  $P_a$  は、放射抵抗  $R_r$  だけが音の放射に役立つので、下記の式が成立つ。

$$P_a = R_r V^2 = R_r * F^2 / (Z_r + Z_m)^2 \quad (2)$$

(2)式は大雑把にいうと、波長 $\lambda$ が円板の直径( $2a$ )より長いような低い周波数の範囲では  $R_r$  は周波数の2乗 ( $f^2$ ) に、 $X_r$  は周波数にほぼ比例し、波長が直径より短くなるに従って  $R_r$  は一定値に、 $X_r$  は0に近づく。

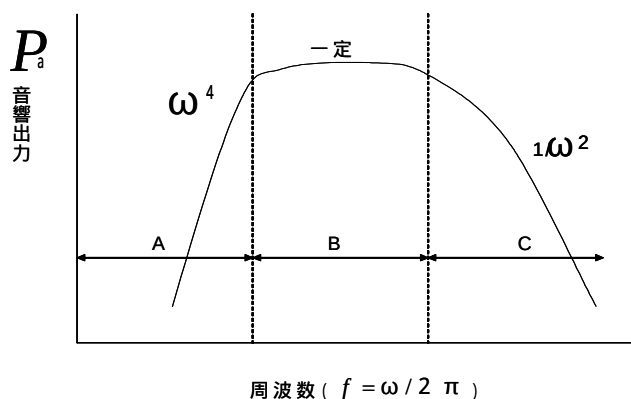
<sup>3</sup>参考；音響エレクトロニクス、培風館、大賀寿郎他、p42～p51

インピーダンスが慣性制御の状態であれば  $Z_r + Z_m = j\omega m$  となるので(2)式は下記のようになる。

$$P_a = R_r * F^2 / (j\omega m)^2 \quad (3)$$

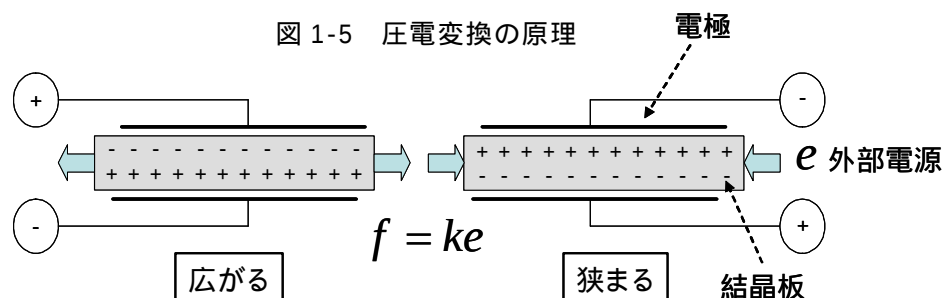
(3)式を周波数で示したものが図 1-4 である。 $R_r$  が  $f^2 = \omega^2 / 4\pi^2$  に比例する中以下の周波数範囲 (B) では駆動力  $F$  が一定ならば音響出力  $P_a$  も一定になる。中以上の周波数範囲 (C) では、駆動力  $F$  が一定ならば音響出力  $P_a$  は周波数の 2 乗に反比例して低下するようになるが、実際の振動板では一体で振動せず分割振動を起こすのが普通である。振動系の基本共振周波数 ( $f_0$ ) 以下 (A) では、 $Z_r + Z_m = -j(1/\omega Cm)$  のように弾性制御の状態になり、 $P_a$  は周波数の 4 乗に比例する。従って実際のスピーカでの低音の限界は低周波域では  $f_0$  付近となる。また高音は、分割振動をさらに高い周波領域にもってくる設計を行う。<sup>4</sup>

図 1-4 駆動力一定の振動板からの音響出力



### 第3項 圧電変換の原理

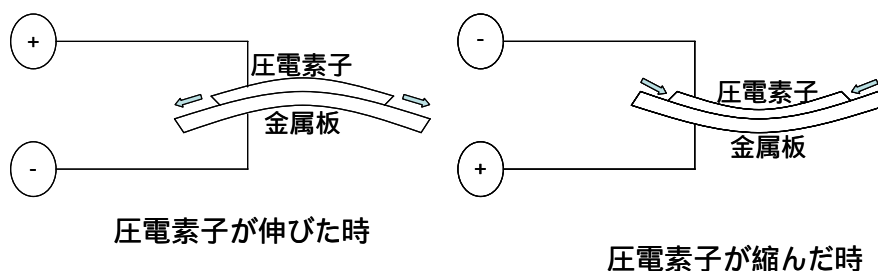
圧電変換方式は、水晶やロシエル塩などの圧電性結晶を使うもので、電力によって応力を生じるものである。つまり、圧電性結晶は外部電源の電圧によって結晶内に電界を加えると結晶を作っている正負のイオンに静電気力が働いて結晶を歪めようと応力を生ずる。図 1-5 に示すように、圧電結晶からある方向に切り出した結晶板に、スクリーン印刷や蒸着によって薄膜電極を形成し、外部電源から電圧を加えると、板は面積が広くなろうとする応力を受け、電圧の向きを反対にすると板は狭くなろうとする。



<sup>4</sup>参考；音響エレクトロニクス、培風館、大賀寿郎他、p105～p107

圧電型スピーカの発音の原理は、圧電結晶板に金属振動板を張り合わせた極めて単純な構造で可能となる。外部電源から電圧を加えると、結晶板は面積が広くなろうとする応力を受けるが、片面が金属板に拘束されているため、結晶板は伸びて金属板に反り変形がおこる。電圧の向きを反対にすると板は狭くなろうとするが、片面が金属板に拘束されているため、結晶板は縮んで金属板は逆側に反りを起こす。図 1-6 にその発音の原理を示す。<sup>5</sup>

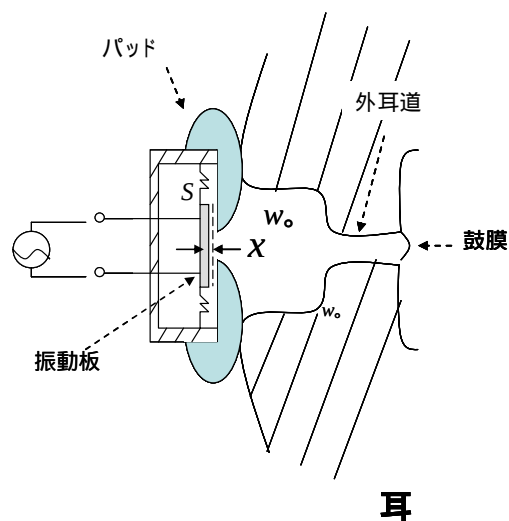
図 1-6 圧電変換による発音の原理



#### 第 4 項 ヘッドホン・イヤホンの原理

イヤホンは、耳にあてて又は耳に差し込んで使用するスピーカであり、ヘッドホンはイヤホンを 1 個ないし 2 個ヘッドバンドで組み合わせたものである。図 1-7 に示すようにイヤホンは電気信号を音に変え、空中に放射しないで直接に音圧を耳の鼓膜に与えるようにしたものである。

図 1-7 イヤホンの基本的な構造



電話用のイヤホンまたはヘッドホン（受話器）は周波数範囲が 3400Hz と狭くてよいので、振動板を比較的大きくして感度を上げ、構造が簡単・堅牢で量産性のよい電磁変換方式が使われていた。テレビやラジオに付随しているイヤホンも、電磁変換方式が使われていてマグネチックイヤホンと呼ばれて区別されている。一方音楽などを聴くための広周波数範囲、低歪のイヤホンやヘッドホンは動電型変換方式または圧電型変換方式が使用される。<sup>6</sup>

<sup>5</sup>参考；JASjournalSEPTEMBER2000 No9 携帯機器など多方面に活躍するカードスピーカの開発、小椋高志他、p5～p6

<sup>6</sup>参考；JAS journal 93・12月号 最近のヘッドホンの動向、大平郁夫、p12～p14

## 第2節 小型スピーカの構造と製法

### 第1項 動電型スピーカの構造と各部の材料

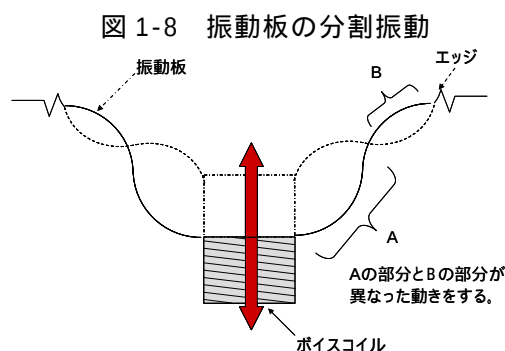
動電型スピーカは構造が単純であり、構成する部品点数も少ないため、逆に1つ1つの部品が持つ役割が大きくなっている。1つの部品の材料を変えることで大きく音質が変わるので動電型スピーカとして製品をまとめるうえで材料の選定は重要な役割を持っている。

動電型スピーカを構成する要素は機能別に分類すると、振動系（振動板、キャップ）、駆動系（ボイスコイル、ポビン）、磁気回路系（マグネット、ポールピース、ヨーク、プレート）、支持系（ダンパ、エッジ）であり、これらの部材を組立構成する接着剤、結合材とハウジング（又はフレーム）である。

#### (1) 振動板の特性と材料

振動板に要求される性能は主に次のものである。

- 1) 軽いこと；重い振動板では効率が悪くなり、高音域の上限が低くなる。
- 2) 剛性が大きいこと；振動板が柔らかいとボイスコイルの動きが振動板全体に伝わらず分割振動が起こる。図 1-8 に振動板の分割振動を示す。部分部分が勝手に振動すると特性は乱れ、音色に大きな影響を与える。
- 3) 内部損失が大きいこと；振動板の振動を停止させる時、振動エネルギーは振動板内部で吸収されて(内部損失)静止する。内部損失が大きいと速やかに振動は停止するが、小さいと長い時間振動が続くことになり、特性は乱れ、音色に大きな影響を与える。<sup>7</sup>



紙はこれらの3つの性能を比較的満足しており、動電型スピーカが発明されて70年も経つが、振動板には主に紙が使用されている。初期の振動板は紙を打ち抜き漏斗形に張り合わせたコーン紙振動板から抄造によるシームレスコーン紙に変化した。その後振動板の補強などが考案された。解析技術の進歩により振動板に要求される物性値が明確化され、長い間使用されてきた紙系振動板の物性値（比弾性率）改良が限界となり他の素材が求められた。1970年代に入り紙の複合化、金属材料の採用が積極的に行われた。80年代に入り高分子系材料、セラミックス材料が開発され、振動板の紙離れは更に進んだ。

動電型スピーカの振動板材料としては、比弾性率と内部損失に優れたものが要求されるが、2つの特性は二律背反の関係にあり、それぞれの特性を向上させながら最適なバランスを取ることが重要である。<sup>8</sup>

<sup>7</sup> 参考；オーディオの基礎知識、オーム社、加銅鉄平、p34

<sup>8</sup> 参考；日本音響学界誌 47 巻 2 号(1991)、スピーカ振動板材料、竹之内研一、p104

## (2) エッジの特性と材料

エッジは振動板の終端に張り合わせた支持部品で、振動板の振動に対して柔軟に対応しかつ横振れを防ぐ役目を持っている。エッジは慣性制御のため振幅値が周波数の2乗に逆比例して増加するため、低音域での振幅は大きくなり振動方向の変位に対する機械的直線性が重視される。このためフラットなエッジからコルゲーションの入った波形やロールエッジに成形できる材料が使用されるようになった。さらにエッジは中音域に共振が発生しエッジ面の音放射があり音色に影響するので、エッジ材料としては共振周波数の低い材料を必要とする。

9

## (3) ボイスコイルの構造

ボイスコイルに電流を流すと駆動力が発生するが、この駆動力を効率よく引き出すためには磁極空隙長を短くして有効磁束を高くすることと、ボイスコイル導体が多く有効磁束と交差するように磁極内の有効導体体積の密度を上げることが大切で、この両者の比である占有率の向上が特性上重要である。このため導体形状を平角線にしてコイル線間の空隙を減少させるなどの工夫をして占有率を上げているものもある。一方スピーカの入力的大部分は熱エネルギーとしてここで消費されるため、ボイスコイルやボビンには耐熱性及び放熱対策など構造上の工夫を必要とする。<sup>10</sup>

## (4) 磁気回路の構造

動電型スピーカの磁気回路は、大きな技術変遷は励磁型から永久磁石へと変わった点にある。その永久磁石の材質もアルニコ磁石からフェライト磁石に変遷し、さらに希土類磁石へと変遷していった。これにより小型で高感度の良いスピーカが作られるようになった。しかし動電型スピーカの磁気回路の構造は以前と同じで、永久磁石の磁束方向と必要とする磁極での磁束方向が90°異なっているため漏洩磁束が多い構造となっている。永久磁石の性能向上と共に、構造の改善が必要である。

動電型スピーカの磁気回路の役割は、電気信号を機械振動に正確に変える役割を担っている。ボイスコイルに発生する力 $F$ は原理でも書いたように(1)で示される。

$$F = Bli \quad (1)$$

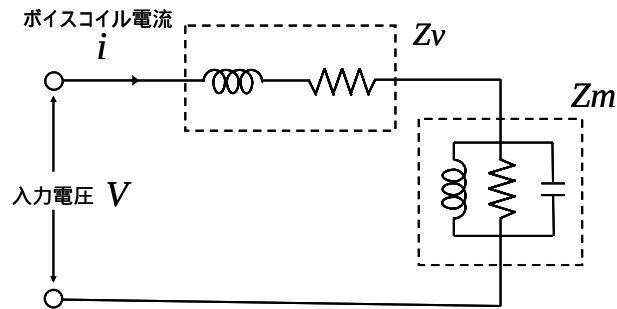
(1)式を見ると、振動板に正確に力を伝えるためには、ボイスコイル電流 $i$ が歪むと振動板に正確に力 $F$ が出ないことが分かる。ボイスコイル電流 $i$ とスピーカへの入力電圧 $V$ の関係を表したのが図1-9にスピーカのインピーダンスとして示す。これよりボイスコイル電流 $i$ は(2)で示される。

$$i = V / (Z_v + Z_m) \quad (2)$$

<sup>9</sup>参考；日本音響学界誌 47 巻 2 号(1991)、スピーカサスペンション材料(エッジ/ダンパ)、石井伸一郎他 p139～p148

<sup>10</sup>参考；日本音響学界誌 47 巻 2 号(1991)、ボイスコイル材料、山崎雄三、p132～p138

図 1-9 スピーカのインピーダンス



(2)式で  $Z_v + Z_m$  は、スピーカの入力端子から見た電気インピーダンスとなり、このうち、 $Z_v$  はボイスコイルの抵抗とインダクタンスであり、 $Z_m$  はボイスコイルが働くことによりその反作用として生じるインピーダンスである。式(1)と(2)は電気信号を機械振動に変える仕組みを表したものであり、入力電圧  $V$  に対して、コイル電流  $i$  を歪ませないことは、2つの式のどの項目でも非直線性があってはならないことである。2つの式で非直線性になる要因を挙げると(1)式からは

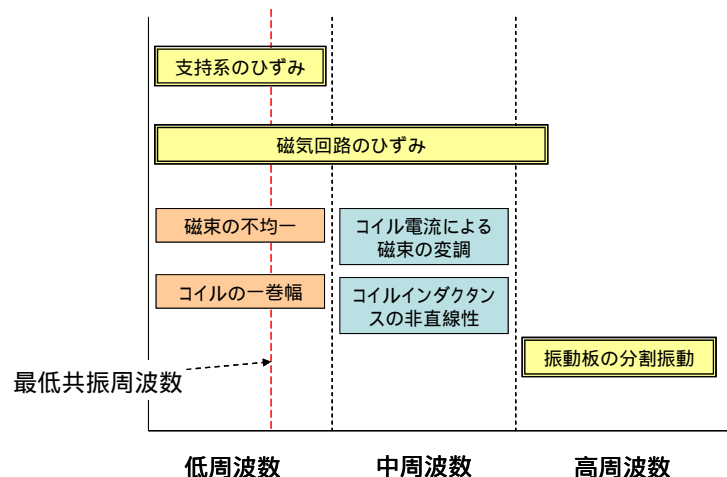
- 1) 磁束密度  $B$  ; 磁束分布の不均一つまりボイスコイルの振幅の大きさによって  $B$  が変化する非直線性と電流  $i$  の変化による  $B$  への影響
- 2) ボイスコイルの長さ  $l$  ; 大振幅時のギャップはずれ
- 3) ボイスコイル電流  $i$  ; コイルインダクタンスの非直線性

(2)式からは

- 1) 機械振動による反作用 ; ダンパーとエッジによる大振幅時の機械的非直線性

以上をまとめて図 1-10 にスピーカのひずみを示す。<sup>11</sup>

図 1-10 スピーカのひずみ



<sup>11</sup> 参考 ; JAS journal 1981.8月号、スピーカと磁器回路-最近の動向- 中園次郎、p14 ~ p15

## 第2項 圧電セラミックの製法と圧電型スピーカの構造

### (1) 圧電セラミック素子の製法

セラミック素子としては直径又は長さが 50mm で厚さが 0.1mm 程度になるが、昔はこれを直ぐに作ることができなかったため、大型の円柱又は角柱を粉末成形して焼成した後、スライスや研磨をして作ったため、工数がかかりコストも安くなかった。

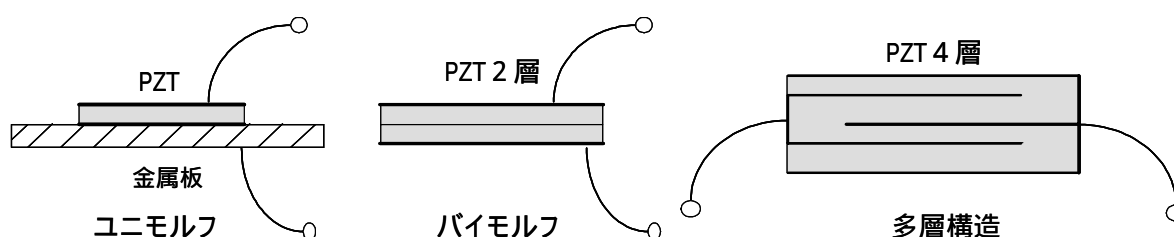
最近では積層型セラミックコンデンサの技術からシート成形技術が進み、連続した 0.05mm のグリーンシートを作った後に、パンチングやカッティングして焼成し、研磨なしで量産が可能になった。最近の圧電セラミックスのスピーカへの急速な採用は、このグリーンシート技術の完成によるものである。

グリーンシートの製法は各種あるが、シートの特徴を生かして後工程の焼成、電極形成まで連結させれば、完全自動化も可能となる。焼成温度は 1200 であるが、鉛の蒸発温度が低いため電気炉中の雰囲気は鉛過多などの対策を行っている。電極の製法は、従来は銀ペーストによるスクリーン印刷により焼付けて形成されていたが、銀が高価なことから素子が薄くなるとマイグレーションが起こって破損するので、Zn、Cu、Ni などの安い金属を蒸着やスパッタにより形成するようになった。素子が薄くなるほど強度が弱くなるので、蒸着やスパッタなど真空中での電極を形成する技術は有効である。<sup>12</sup>

### (2) 圧電スピーカの構造

薄い圧電シートが量産されるようになったが、薄くすると機械的強度が弱くなり、そのままではスピーカとすることは出来ない。図 1-11 にスピーカ用圧電振動板の構造を示す。ユニモルフは PZT を金属板に接着したもので、最も簡単な構造であり機械的強度も強い。バイモルフおよび多層構造のものは接着で製造もできるが、内部電極の材料を選ぶことにより一体焼成で作ることができる。この場合、屈曲振動を起こし易いように各層の分極方向を反転させておく必要がある。両者の感度はユニモルフの層数倍となる。<sup>13</sup>

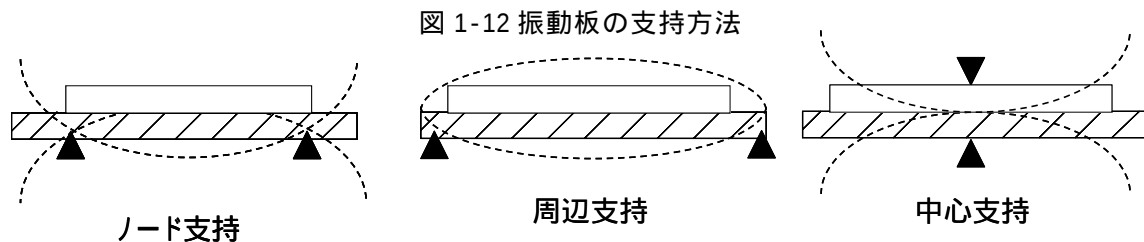
図 1-11 スピーカ用圧電振動板



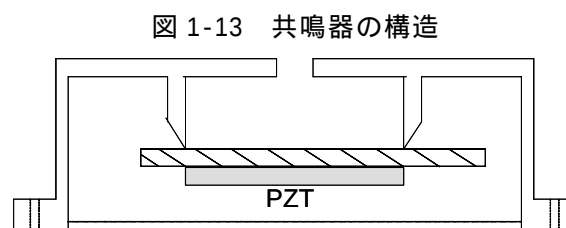
<sup>12</sup> 参考；JASjournal 93.9月号、圧電スピーカの現状とその動向、藤島 啓、p69～p70

<sup>13</sup> 参考；日本音響学雑誌 47巻2号(1991)、圧電セラミックス、藤島 啓、p155～p159

スピーカ用圧電振動板の支持方法は図 1-12 に示す。圧電振動板の支持方法の違いでそれぞれの基本共振周波数は違ってくるが、この基本共振周波数を求めて高調波共振との間の特性を使ってフラットな周波数特性のスピーカを設計することが出来る。



着信音用スピーカ（電子ブザー）のように共鳴器を用いる場合は、図 1-1-13 に共鳴器の構造で示のように振動板のノード支持により能率よく音圧を上げることができる。それには、共鳴器の共振周波数を計算して、振動板の共振周波数もこれに合わせる必要がある。この場合は単音しか出ないので、別に振動板の周波数をずらしてメロディ音の出る圧電サウンドとすることもできる。<sup>14</sup>



### 第3項 サラウンドサウンドの技術

サラウンドサウンドの技術は、大別して3つのステージに分けられる。

- 1) ダミーヘッドマイクを用いた原音場での收音、又は HRTF を用いて電氣的に両耳信号を合成してソース音を作成するプロセス。
- 2) 伝送、記憶・再生（必要があればデコーディング処理）
- 3) ヘッドホンあるいはスピーカを用いた音場の再生（通常精度の良い再生のためには何らかの処理を伴う）

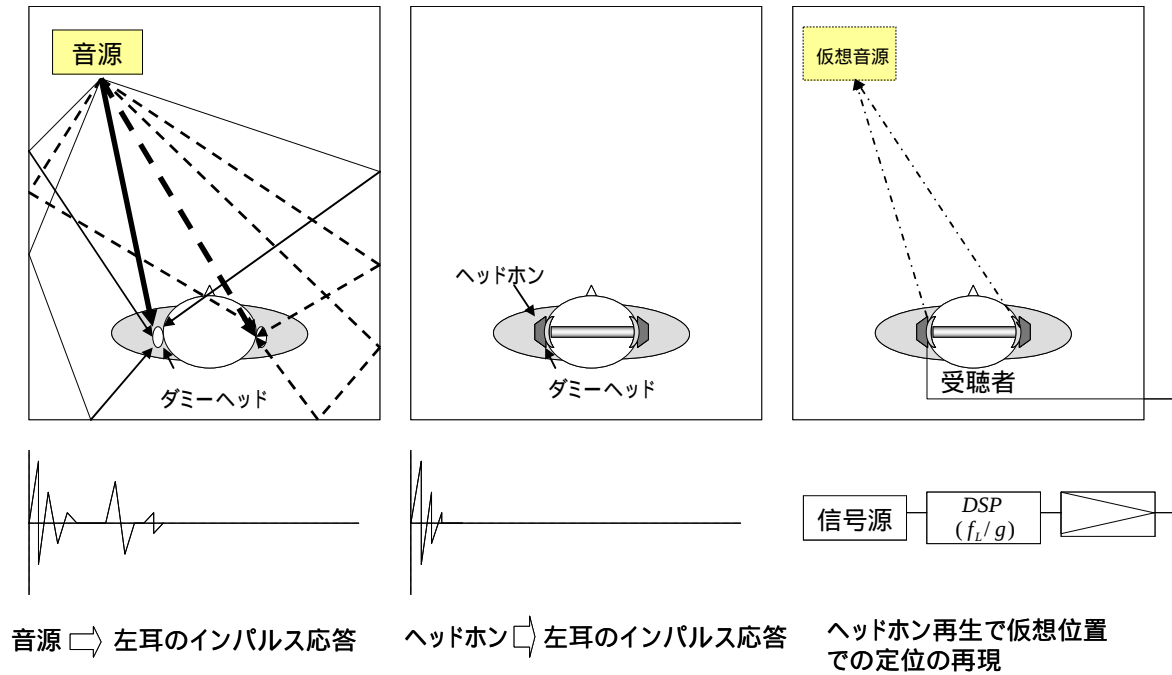
通常のヘッドホンによる音楽再生では、音像は頭内に感じられ、頭外に定位することはない。ヘッドホンによるバイノーラル再生 (p.5) は、HRTF（頭部伝達関数，Head Related Transfer Function）をヘッドホン再生に適用し、音像の頭外定位を可能にする技術である。HRTFは、音源から受聴者の耳までの音の伝達経路を表し、音源の位置や、人毎に（すなわち、頭部や耳介等の形状の違いによって）異なる特性を示す。

HRTFをヘッドホン再生に適用するには、まず、音源（スピーカ）とダミーヘッドマイクとを原音場に設置し、音源とダミーヘッドの左右マイクとの間の伝達特性（ $f_L$ ,  $f_R$ ）を測定する。次に、ヘッドホンとダミーヘッドマイクとの間の伝達特性（ $g = g_L = g_R$ ）を測定

<sup>14</sup> 参考；日本音響学界誌 47 巻 2 号(1991)、圧電セラミックス、藤島 啓、p155～p159

し、 $f_L$ 、 $f_R$  との比 ( $f_L / g$ ,  $f_R / g$ ) を求め、音楽信号に乗算して、ヘッドホンのL ch, R ch信号とする。以上の処理により、原音場に近い音像定位感を得ることができる。この様子を図1-14に示す。<sup>15</sup>

図 1-14 ヘッドホンによるバイノーラル再生



<sup>15</sup> 参考 ; JAS journal july2000 No7 ヘッドホンの変遷、投野耕治、p42 ~ p43

スピーカによる音楽再生では、図1-15に示す様に、スピーカ $S_L$ の再生音は受聴者の（左耳 $E_L$ だけでなく）右耳 $E_R$ にも届き、またスピーカ $S_R$ の再生音は受聴者の左耳 $E_L$ にも届く。この現象をクロストークと言う。スピーカ再生で、所期のサラウンド効果（バイノーラル再生）を得るためには、原音場においてダミーヘッドマイク等を用いて収音された信号 $X$ 、 $Y$ を受聴者の耳 $E_L$ 、 $E_R$ それぞれに提示し、 $X$ が $E_R$ に、 $Y$ が $E_L$ に回り込むクロストークを低減する必要がある。受聴者両耳に提示すべき信号 $X$ 、 $Y$ を、適当な特性 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ のフィルタで処理することにより、クロストークを打ち消す技術をクロストークキャンセル技術と言う。

スピーカ $S_L$ と受聴者の左右耳 $E_L$ 、 $E_R$ との間の音の伝達特性を、それぞれ、 $H_{LL}$ 、 $H_{LR}$ とし、スピーカ $S_R$ と $E_L$ 、 $E_R$ との間の伝達特性を、それぞれ $H_{RL}$ 、 $H_{RR}$ とする。受聴者の左耳 $E_L$ に信号 $X$ を提示するためには、次の関係を満たすフィルタ特性 $A$ 、 $B$ を求めれば良い。

$$A \cdot H_{LL} \cdot X + B \cdot H_{RL} \cdot X = X \quad (1)$$

また、 $X$ は受聴者の右耳 $E_R$ に提示しないから、 $A$ 、 $B$ は次の関係も満足しなければならない。

$$A \cdot H_{LR} \cdot X + B \cdot H_{RR} \cdot X = 0 \quad (2)$$

式(1)と(2)から $X$ を消去しフィルタ特性 $A$ と $B$ を求める。

$$A = H_{RR} / (H_{LL} \cdot H_{RR} - H_{LR} \cdot H_{RL}) = H_{RR} / H \quad (3)$$

$$B = -H_{LR} / (H_{LL} \cdot H_{RR} - H_{LR} \cdot H_{RL}) = -H_{LR} / H \quad (4)$$

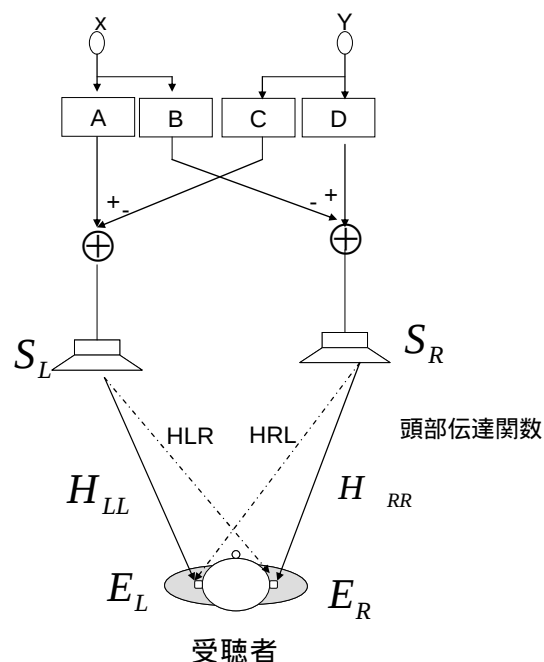
ただし  $H = (H_{LL} \cdot H_{RR} - H_{LR} \cdot H_{RL})$

受聴者右耳に提示する信号 $Y$ についても、同様にして、フィルタ特性 $C$ 、 $D$ は次の様に求められる。

$$C = -H_{RL} / (H_{LL} \cdot H_{RR} - H_{LR} \cdot H_{RL}) = -H_{RL} / H \quad (5)$$

$$D = H_{LL} / (H_{LL} \cdot H_{RR} - H_{LR} \cdot H_{RL}) = H_{LL} / H \quad (6)$$

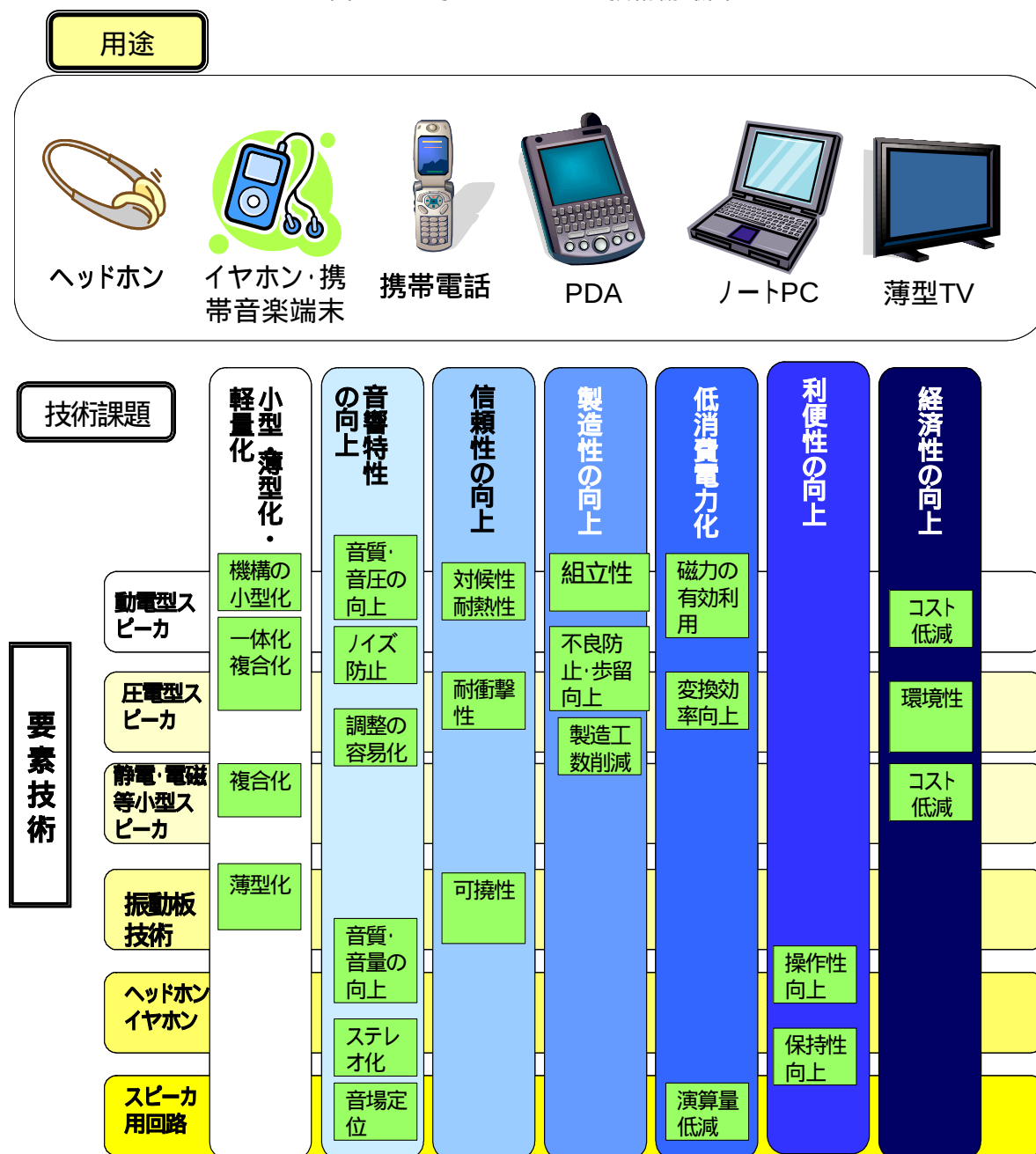
図 1-15 クロストークキャンセル技術



### 第3節 技術俯瞰図

小型スピーカの技術課題には、小型・薄型化、音響特性の向上、信頼性の向上、製造性の向上、低消費電力化、利便性の向上などがある。それらの技術課題を解決するための要素技術は、動電型小型スピーカの技術、圧電型小型スピーカの技術、ヘッドホン・イヤホン・補聴器の技術、小型スピーカ用振動板の技術と小型スピーカ回路の技術である。これらの技術課題がこれらの要素技術によって解決された場合、期待される用途を示し、小型スピーカの開発技術全体を俯瞰してまとめたのが図 1-16 に示す小型スピーカの技術俯瞰図である。

図 1-16 小型スピーカの技術俯瞰図



## 第2章 特許動向分析

### 第1節 調査対象の範囲

日本特許は PATOLIS・特許ファイル、海外特許については Derwent World Patents Index で検索を行った。検索に用いた検索式を、資料編に示す。時期は 1995 年から 2006 年 8 月（調査時点）までに公開されたものとする。

海外特許の対象は、米国特許、欧州特許、中国特許、韓国特許、台湾特許を主体とし、世界各国を解析対象とした。

解析方法は、日本出願特許（18,079 件）からマイクロホン技術、超音波技術と大型スピーカ技術と小型スピーカ技術に分け、そのうち小型スピーカに関連するもの 6,291 件に、技術課題と要素技術の分類を付与した。また海外特許（11,901 件；内訳米国出願件数 5,682 件、欧州その他 6,219 件）からマイクロホン技術、超音波技術、大型スピーカ技術と小型スピーカ技術に分け、そのうち小型スピーカに関連するもの 5,001 件（内訳米国出願件数 2,005 件、欧州 1,948 件、中国 1,048 件）に、技術課題と要素技術の分類を付与した。

### 第2節 特許分類体系

表 2-1 に小型スピーカの要素技術に関する分類体系を示す。小型スピーカの主要な方式として、「動電型小型スピーカ」、「圧電型小型スピーカ」、「静電・電磁等小型スピーカ」があり、それぞれに対しての回路・ソフトウェア技術として、「小型スピーカ用回路」がある。

また、小型スピーカの応用技術として「ヘッドホン・イヤホン・補聴器」、注目すべき研究開発テーマとして「小型スピーカ用振動板」、「小型スピーカ用磁石」を大分類とした。大分類の各々に対して、詳細分類として中分類、小分類を設定している。

表 2-1 小型スピーカの要素技術(1/2)

| 大分類           | 中分類          | 小分類             | 大分類           | 中分類         | 小分類     |
|---------------|--------------|-----------------|---------------|-------------|---------|
| 動電型<br>小型スピーカ | 振動板の<br>駆動型式 | ボイスコイルが振動板      | 圧電型小<br>型スピーカ | 振動素子の<br>構成 | 単層構造    |
|               |              | ボイスコイルを平面振動板に配置 |               |             | バイモルフ構造 |
|               |              | ボイスコイルを曲面振動板に配置 |               |             | 多層構造    |
|               |              | その他の型式          |               |             | 電極      |
|               | 振動部          | ボイスコイル          |               | 圧電材料        | セラミック   |
|               |              | ボビン             |               |             | その他の材料  |
|               | 静止部          | フレーム            |               | 別体振動部       | 振動板の形状  |
|               |              | ヨーク             |               |             | 結合部     |
|               | 補助部材         | フィルター           |               | 補助部材        | 保持機構・部材 |
|               |              | ダンパー            |               |             | 外部接続    |
|               |              | 外部接続            |               |             | 共振抑止板   |
|               |              | 前面パネル           |               | 実装と製法       | ハウジング   |
|               |              | チャンバー・ダクト       |               |             | 接合部材    |
|               | 実装と製<br>法    | 組立              |               | 駆動回路・制御回路   |         |
|               |              | 接着加工            |               |             |         |
|               |              | システム上の配置        |               |             |         |

表 2-1 小型スピーカの要素技術(2/2)

| 大分類            | 中分類        | 小分類         | 大分類         | 中分類          | 小分類        |      |
|----------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|------|
| 静電・電磁等小型スピーカ   | 可動鉄芯型      |             | 小型スピーカ用回路   | スピーカや部品の試験   | 動電型        |      |
|                | 電磁型        | 磁気回路の構成     |             |              | 圧電型        |      |
|                |            | コイル・ボビン・リード |             |              | シミュレーション   |      |
|                |            | サウンダ複合型     |             | スピーカ用回路      | 音量制御       |      |
|                |            | 振動板・支持機構    |             |              | スピーカ駆動     |      |
|                | 静電型        | 電極の構造・形状    |             |              | スピーカ保護回路   |      |
|                | その他の型式     | 振動板         |             | 複数スピーカへの信号配分 | 遅延信号の形成    |      |
|                |            | 電磁結合型       |             |              | 擬似信号の形成    |      |
|                |            | 磁歪型         |             |              | 反転信号の形成    |      |
|                |            | 圧力波発生型など    |             |              | 信号の加算・減算   |      |
|                |            | その他         |             | 音響的反作用防止回路   | 消去回路       |      |
|                | 小型スピーカ用振動板 | 振動板         |             | 材料           | スピーカ動作検出回路 | 音声検出 |
|                |            |             |             |              |            | 形状   |
| 構造             |            |             | 位置・方向の検出・演算 |              |            |      |
| 付属物            |            | モードの検出      |             |              |            |      |
| 実装と製法          |            | エッジ         | 周波数特性補正回路   | フィードバック      |            |      |
|                |            | 共振器         |             | フィルター回路      |            |      |
|                |            | 型による成形      |             |              |            |      |
|                | その他の製法     |             |             |              |            |      |
| 小型スピーカ用磁石      | 材料         | フェライト系      |             |              |            |      |
|                |            | ネオジム系       |             |              |            |      |
|                | 形成・形状      | 形状          |             |              |            |      |
|                |            | 形成・処理       |             |              |            |      |
|                | 配置・構造      | 磁気回路        |             |              |            |      |
| ヘッドホン・イヤホン・補聴器 | ヘッドホン      | 本体部         |             |              |            |      |
|                |            | 付属物         |             |              |            |      |
|                |            | パッド部        |             |              |            |      |
|                |            | バンド部        |             |              |            |      |
|                | イヤホン       | 本体部         |             |              |            |      |
|                |            | 付属物         |             |              |            |      |
|                | 補聴器        | 全体構造        |             |              |            |      |
|                |            | 細部構造        |             |              |            |      |
|                |            | シェルの構造・形成   |             |              |            |      |
|                | 回路・インタフェース | インタフェース     |             |              |            |      |
|                |            | 補聴制御        |             |              |            |      |
|                |            | 電源制御        |             |              |            |      |
|                | 骨伝導型式      |             |             |              |            |      |
|                | 耳掛け部       |             |             |              |            |      |
|                | 収納・保持部     |             |             |              |            |      |

### 第3節 全体動向

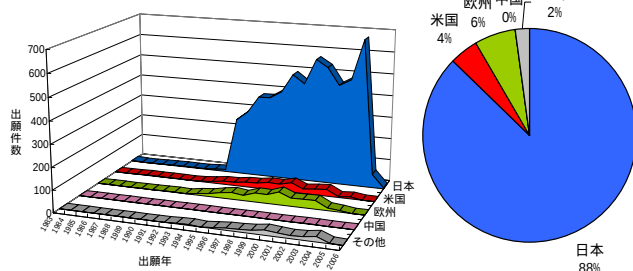
#### 第1項 四極における出願状況

出願人国籍別の出願特許件数の年次推移および合計件数の比率を、図2-1に示す。

出願件数では日本国籍出願人によるものが88%を占めている。また出願件数の推移も年々増加しており、2004年には年間の出願件数が700件に迫っている。

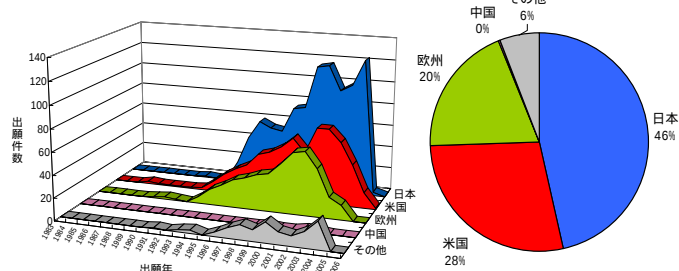
図2-1 出願人国籍別出願件数推移と比率  
(解析対象期間：1995年～2006年7月の公開)

##### (日本出願)



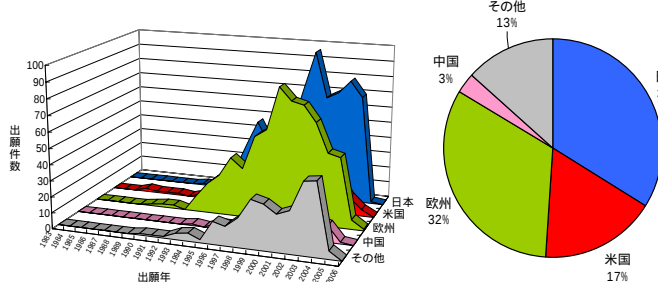
95年以前は優先権を表すもの

##### (米国出願)



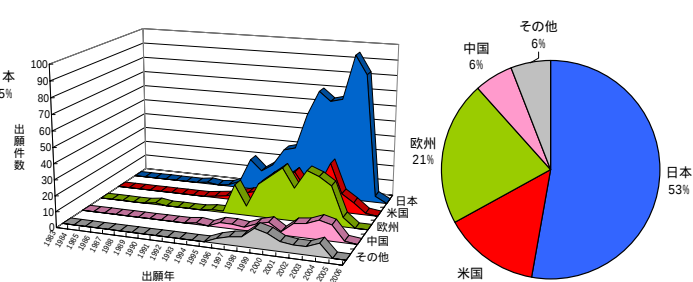
95年以前は優先権を表すもの

##### (欧州出願)



95年以前は優先権を表すもの

##### (中国出願)



95年以前は優先権を表すもの

#### 出願先別出願人国籍別出願動向 (日本)

- 日本企業の国内における特許取得の意欲は増加傾向にある。  
→ **特許重視の姿勢が窺える。**

#### 出願先別出願人国籍別出願動向 (米国)

- 我が国企業の米国での権利意識の高さが窺える。

#### 出願先別出願人国籍別出願動向 (欧州)

- 出願では、日・欧が拮抗している。

#### 出願先別出願人国籍別出願動向 (中国)

- 日本メーカーの特許が圧倒している。

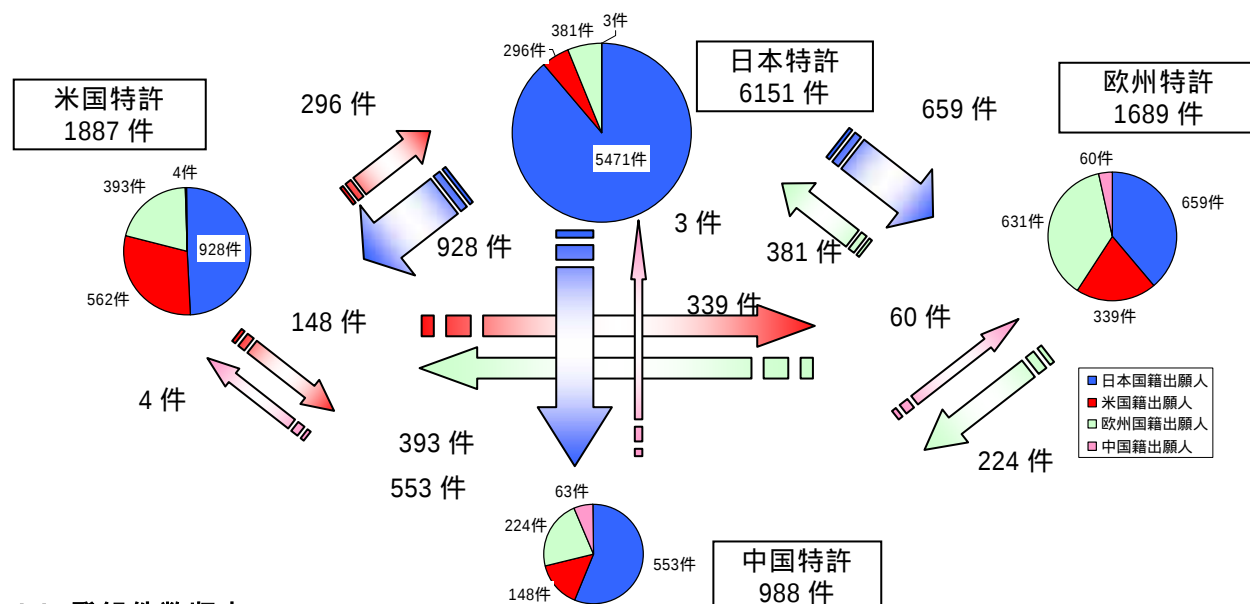
## 第2項 四極の特許収支

### (1) 出願件数収支

日米欧中四極特許収支（出願）

- 日本は、欧・米・中で積極的な出願攻勢をしている。
- 特に中国の市場を見据えた場合、欧米をリードしていることで展開優位性あり。

図 2-2 日米欧中特許件数収支（出願件数）

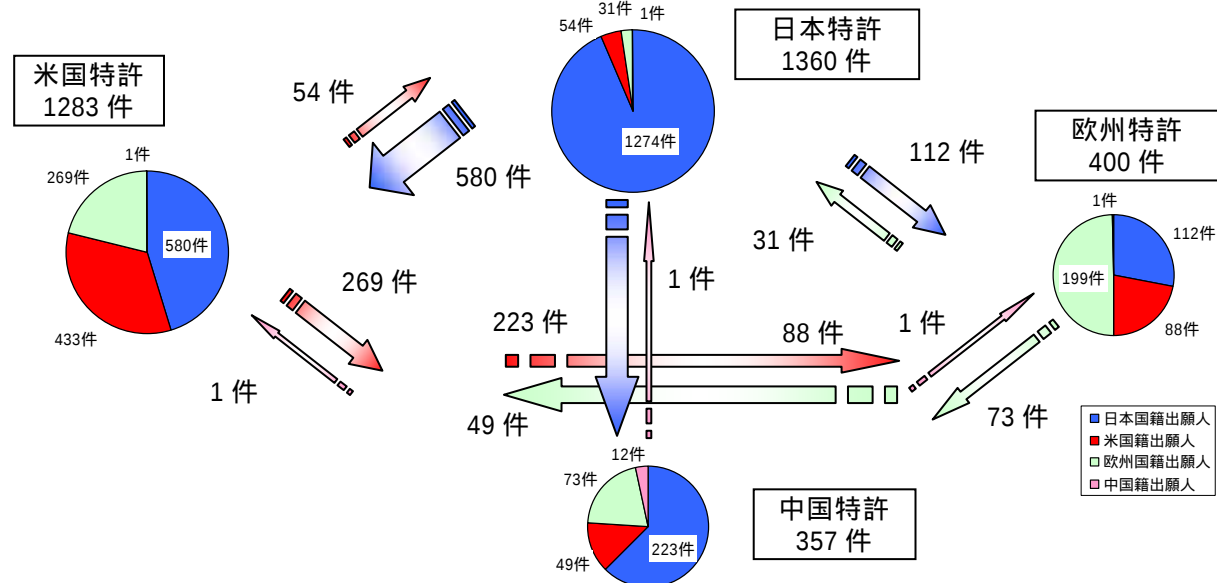


### (2) 登録件数収支

日米欧中四極特許収支（登録）

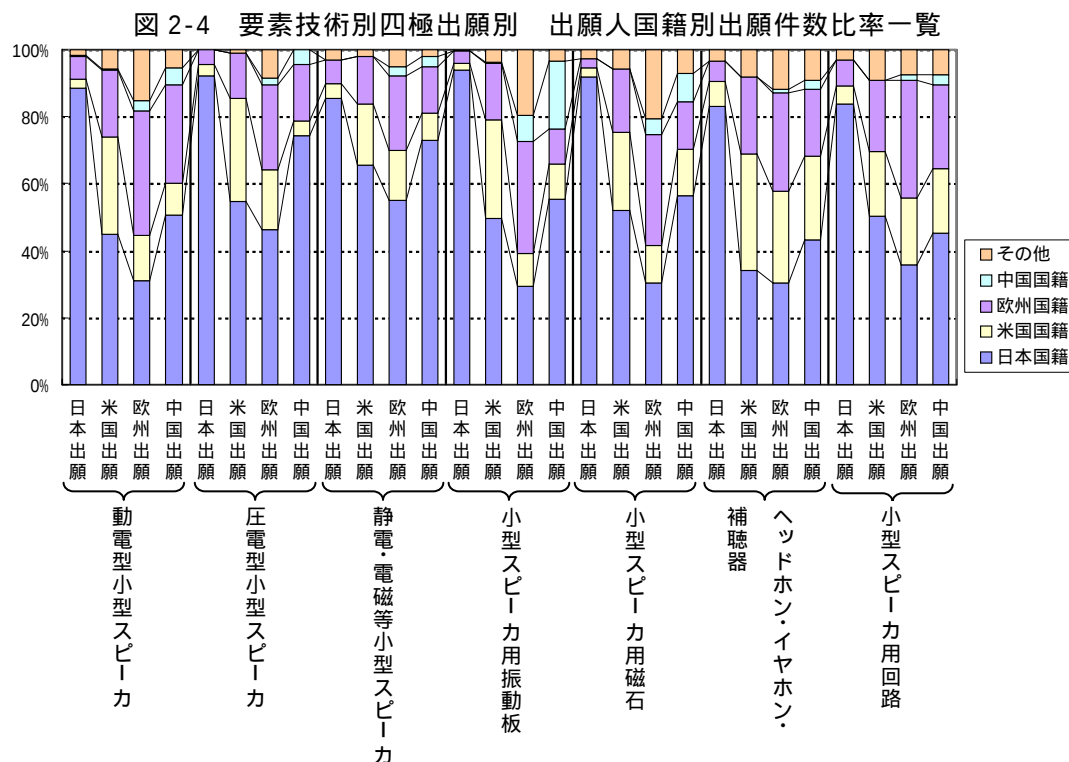
- 对中国において、7 割以上の特許を取得している。

図 2-3 日米欧中特許件数収支（登録件数）



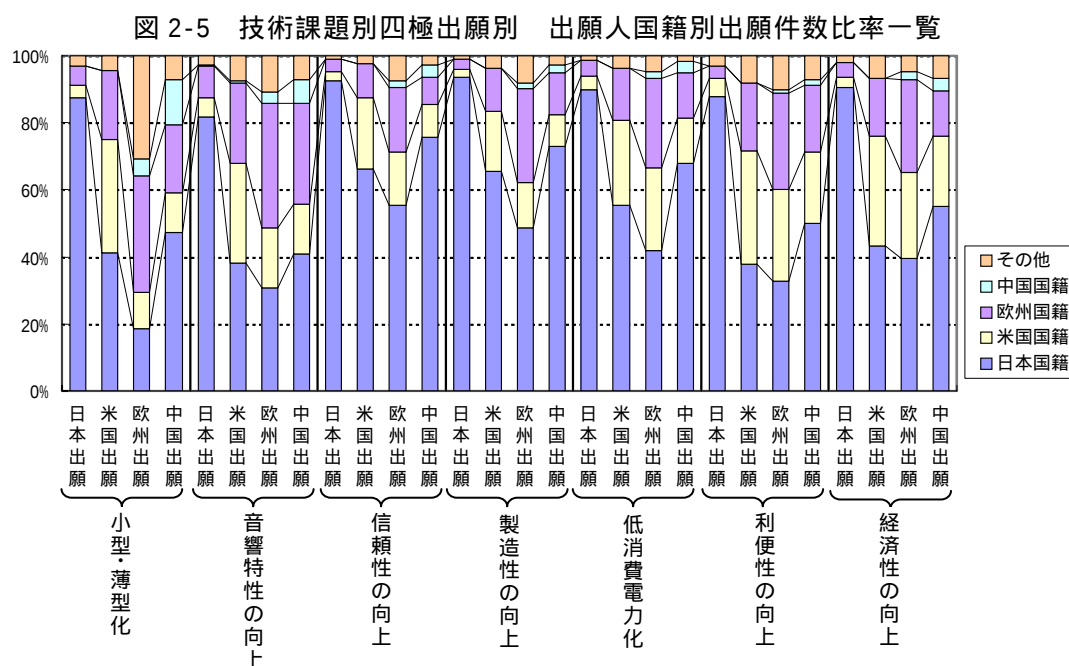
## 第4節 要素技術別動向

日本国籍による出願をみた場合、中国出願においては、全ての要素技術で40%を越えており、特に圧電型小型スピーカ、静電・電磁等小型スピーカに関しては70%を越える占有率を示している。中国における日本企業の特許戦略重視の傾向が窺える。



## 第5節 技術課題別動向

技術課題別に見た場合、海外の出願に関しては製造性や信頼性の向上のように、現地生産に直接影響する技術課題に関する出願が多いようにみえる。



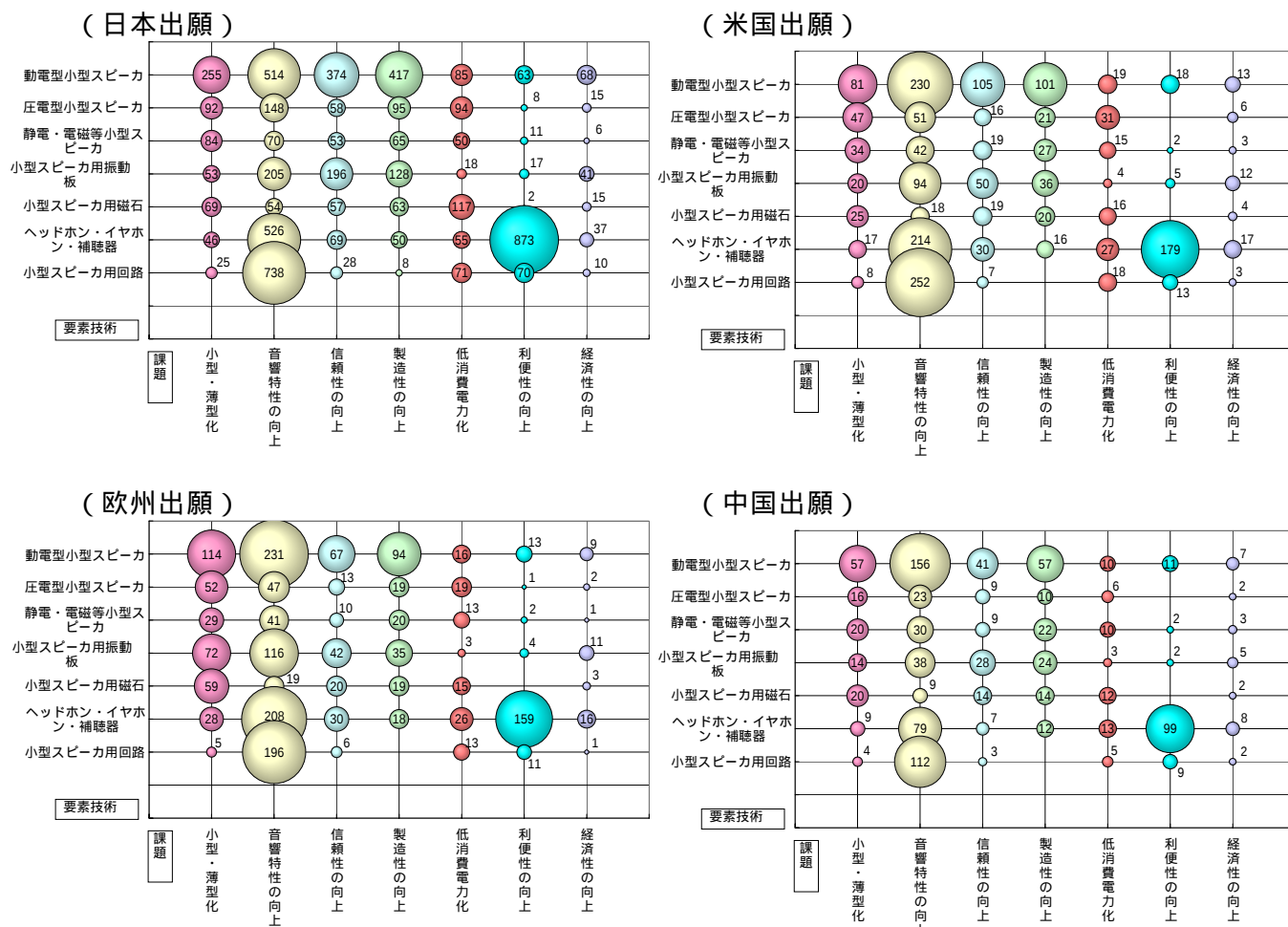
## 第6節 技術課題 - 要素技術の動向

### (1) 四極比較

図 2-6 に、技術課題 - 要素技術の分布の四極比較を示す。

日本特許の出願でみた場合、動電型小型スピーカ技術の音響特性の向上、製造性の向上、信頼性の向上、ヘッドホン・イヤホン・補聴器技術の音響特性の向上、利便性の向上、小型スピーカ用回路技術の音響特性の向上に関する出願が特に多い。米国、欧州、中国特許の場合も、ほぼ同様の傾向にあるといえる。

図 2-6 技術課題 - 要素技術分布の四極比較



### 技術課題 - 要素技術 出願分布全体のまとめ

全体的な出願分布の様子は、四極とも同様。→ **日本国籍特許の出願が多い**ため  
 要素技術では、動電型小型スピーカ、ヘッドホン・イヤホン・補聴器、小型スピーカ用回路が主要な三大要素技術である。  
 技術課題では、音響特性の向上が最も主要な技術課題である。

## (2) 高音質化

図 2-7 に、高音質化のアプローチを示す。

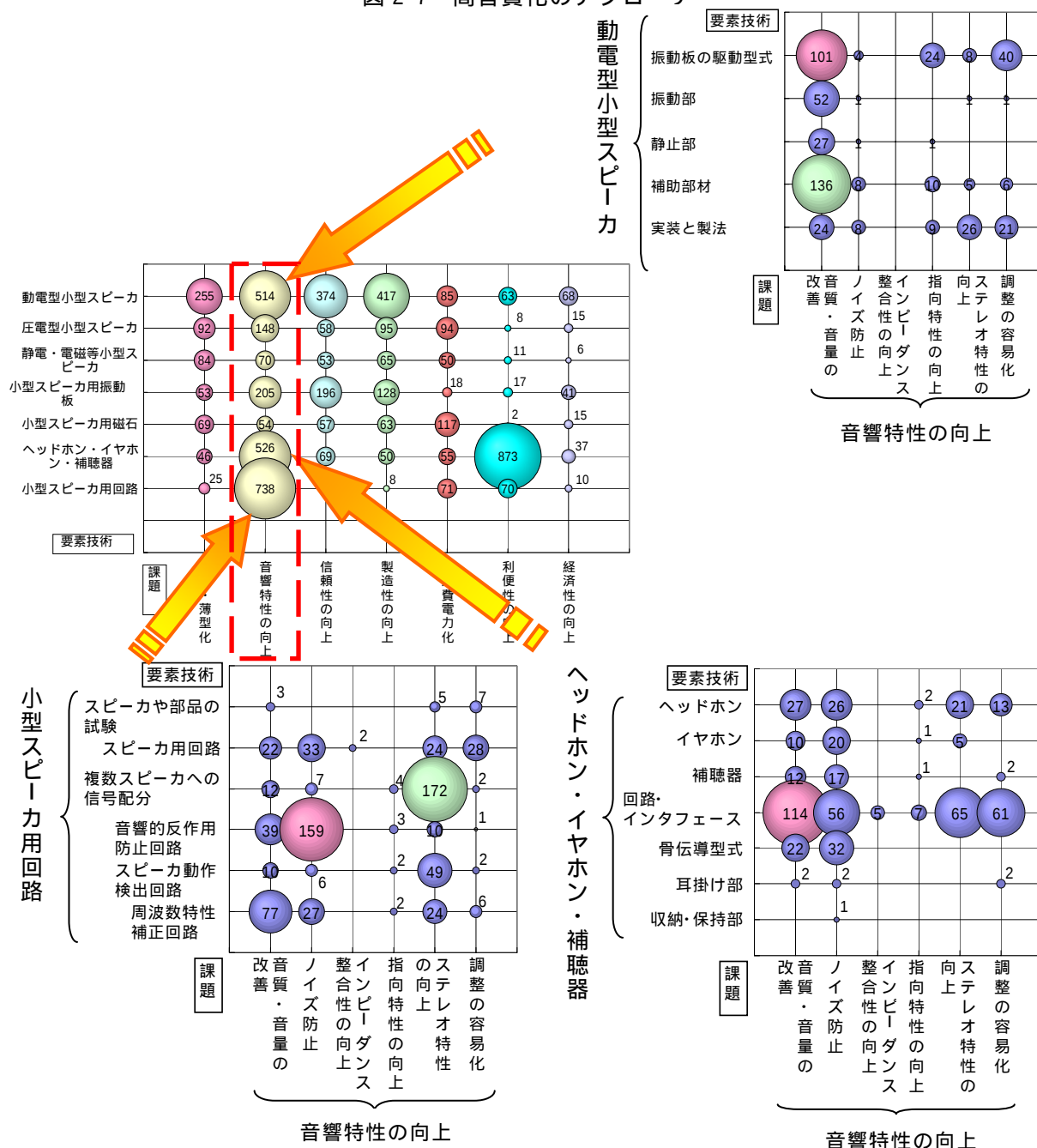
### 小型スピーカにおける高音質実現に向けたアプローチ

動電型小型スピーカ→音質・音量の改善を、振動板の駆動型式の改良、補助部材の付加により実現している。

ヘッドホン・イヤホン等→音質・音量の改善を、回路・インタフェースを改良することで実現している。

小型スピーカ回路→ステレオ特性の向上を複数スピーカへの信号配布、ノイズ防止を、音響的反作用防止回路の改良で実現している。

図 2-7 高音質化のアプローチ



## 第7節 出願人別動向

### 第1項 出願人別出願・登録件数の上位ランキング

出願人別出願件数ランキングを表 2-2 に示す。日本特許では、松下電器産業が 961 件で最も出願が多く、次いでソニーの 530 件となっている。パイオニア・東北パイオニアの 259 件の内、218 件が共同出願によるものである。海外企業からはニュートランスデューサーズ（イギリス）とコニン・フィリップス エレクトロニクス（オランダ）の 2 社からの出願が多い。

米国登録、欧州、中国出願ランキングをみると、日本企業の複数社が上位にあり、日本企業の世界的な特許出願が活発であることが窺える。

表 2-2 出願人別出願件数ランキング

| 日本出願 |                                        |     | 米国登録 |                                           |     |
|------|----------------------------------------|-----|------|-------------------------------------------|-----|
| No.  | 出願人                                    | 件数  | No.  | 権利者                                       | 件数  |
| 1    | 松下電器産業                                 | 961 | 1    | 松下電器産業                                    | 95  |
| 2    | ソニー                                    | 530 | 2    | ソニー                                       | 72  |
| 3    | パイオニア・東北パイオニア                          | 259 | 3    | パイオニア・東北パイオニア                             | 59  |
| 4    | ケンウッド                                  | 203 | 4    | NEW TRANSDUCERS(イギリス)                     | 49  |
| 5    | フォスター電機                                | 177 | 5    | スター精密                                     | 39  |
| 6    | シチズン電子                                 | 132 | 6    | KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS (オランダ)    | 38  |
| 7    | オンキヨー                                  | 120 | 7    | 村田製作所                                     | 38  |
| 8    | スター精密                                  | 109 | 8    | シチズン電子                                    | 28  |
| 9    | ヤマハ                                    | 96  | 9    | PHONAK AG(スイス)                            | 22  |
| 10   | シャープ                                   | 93  | 10   | 日本電気                                      | 22  |
| 10   | 日本ビクター                                 | 93  | 11   | Telefonaktiebolaget L M Ericsson (スウェーデン) | 19  |
| 12   | 村田製作所                                  | 85  | 12   | Harman International Industries (米国)      | 17  |
| 13   | 三洋電機                                   | 82  | 13   | ベ・デ・クス (デンマーク)                            | 17  |
| 14   | NEC トーキン                               | 80  | 14   | ヤマハ                                       | 16  |
| 15   | リオン                                    | 77  | 15   | フォスター電機                                   | 15  |
| 欧州出願 |                                        |     | 中国出願 |                                           |     |
| No.  | 出願人                                    | 件数  | No.  | 出願人                                       | 件数  |
| 1    | 松下電器産業                                 | 146 | 1    | 松下電器産業                                    | 128 |
| 2    | NEW TRANSDUCERS(イギリス)                  | 94  | 2    | NEW TRANSDUCERS(イギリス)                     | 65  |
| 3    | ソニー                                    | 67  | 3    | ソニー                                       | 58  |
| 4    | KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS (オランダ) | 64  | 4    | パイオニア・東北パイオニア                             | 55  |
| 5    | パイオニア・東北パイオニア                          | 61  | 5    | KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS (オランダ)    | 50  |
| 6    | シチズン電子                                 | 40  | 6    | シチズン電子                                    | 44  |
| 7    | PHONAK AG(スイス)                         | 38  | 7    | スター精密                                     | 39  |
| 8    | 村田製作所                                  | 35  | 8    | 村田製作所                                     | 27  |
| 9    | ベ・デ・クス (デンマーク)                         | 27  | 9    | Telefonaktiebolaget L M Ericsson (スウェーデン) | 15  |
| 10   | SAMSUNG ELECTRO MECHANICS(韓国)          | 25  | 10   | PHONAK AG(スイス)                            | 13  |
| 11   | スター精密                                  | 20  | 11   | SIEMENS AUDIOLOGISCHE TECH(ドイツ)           | 12  |
| 12   | AKG ACOUSTICS(オーストリア)                  | 18  | 12   | 三洋電機                                      | 11  |
| 13   | 日本電気                                   | 18  | 13   | テムコジャパン                                   | 10  |
| 14   | フォスター電機                                | 17  | 14   | NEC トーキン                                  | 10  |
| 15   | Nokia Technology(ドイツ)                  | 16  | 15   | 東芝                                        | 9   |

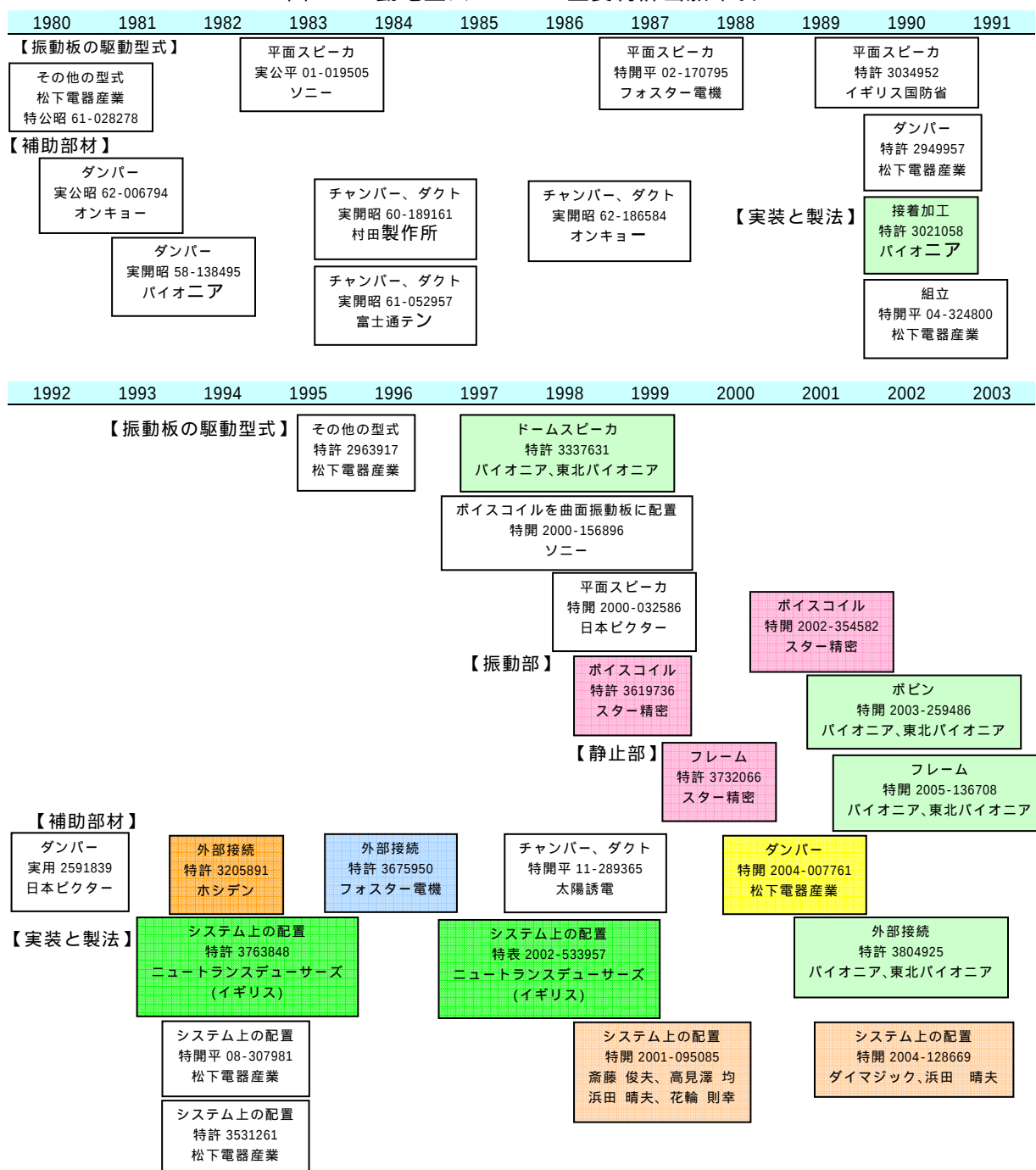
注釈；ヒアリングを行った研究開発リーダーについてハッチングした。

ヒアリングにより教授頂いた特許を要素技術で区分けして重要特許年表に表示する。(枠にハッチングのあるもの)

## 第 1 項 動電型スピーカの重要特許出願年表

東北パイオニアおよびスター精密の特許は、ボイスコイルの入れる向きとリード処理の技術で、引繰り返しをしない組立の技術で大量生産に寄与しているので優良特許にあげている。補助部材で、ホシデン、フォスター電機、東北パイオニアが外部接続を簡単にする端子の技術を優良特許にあげている。ニュートランスデューサーズの2件は、振動エキサイタの平面上に配置する技術で、浜田晴夫氏の特許は近接配置スピーカの技術である。

図 2-8 動電型スピーカの重要特許出願年表



## 第2項 圧電型スピーカの重要特許出願年表

太陽誘電の特許は、セラミクス層を多層するうえでの基本的な特許である。セラミック層と粒子径の関係、電極と層の関係と形状に関するものである。

村田製作所の一連の特許は、振動素子の構成に関するものを主に継続しており、それに補助部材に関するものが含まれる。

図 2-9 圧電型スピーカの重要特許出願年表

| 1990                              | 1991                              | 1992                               | 1993                             | 1994 | 1995   | 1996                          | 1997 | 1998                             | 1999 |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------|--------|-------------------------------|------|----------------------------------|------|
| 【別体振動部】                           |                                   |                                    |                                  |      |        |                               |      |                                  |      |
| 振動板の形状<br>村田製作所<br>特開平 04-150298  |                                   |                                    |                                  |      |        |                               |      | 振動板の形状<br>特開 2001-016691<br>太陽誘電 |      |
|                                   |                                   |                                    |                                  |      |        | ハウジング<br>特許 2919402<br>埼玉日本電気 |      | 補助部材<br>特開平 11-355890<br>村田製作所   |      |
| 【実装と製法】                           |                                   |                                    |                                  |      |        |                               |      |                                  |      |
| 2000                              | 2001                              | 2002                               | 2003                             | 2004 | 【圧電材料】 |                               |      |                                  |      |
| 振動素子の構成<br>特開 2001-95094<br>村田製作所 | 振動素子の構成<br>特開 2002-10393<br>村田製作所 | 振動素子の構成<br>特開 2004-214796<br>村田製作所 | 振動素子の構成<br>特開 2004-7400<br>村田製作所 |      |        |                               |      | セラミック<br>特開 2002-261341<br>太陽誘電  |      |
|                                   |                                   |                                    | 補助部材<br>特開 2004-328055<br>村田製作所  |      |        |                               |      | セラミック<br>特開 2002-261342<br>太陽誘電  |      |

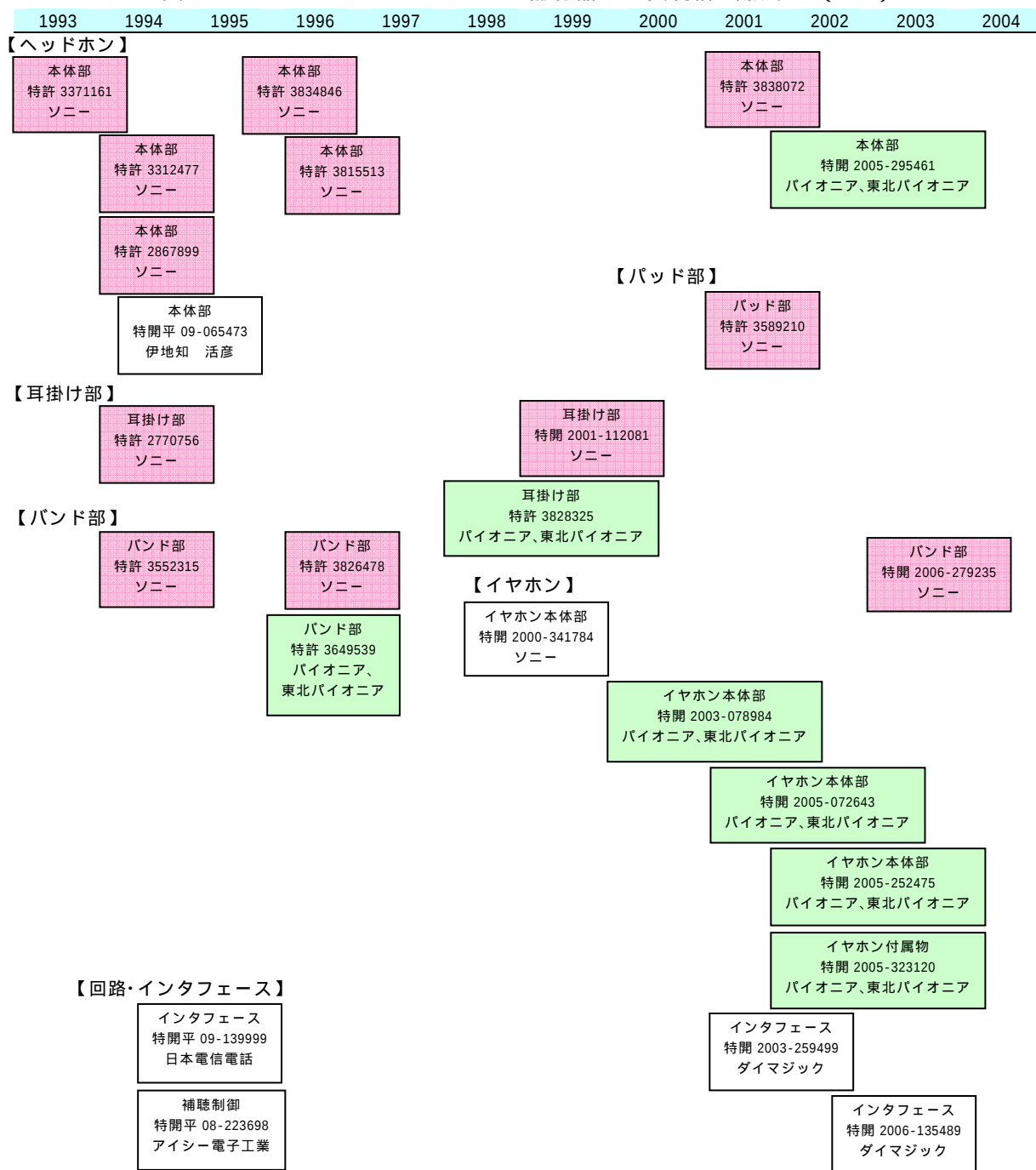
## 第3項 ヘッドホン・イヤホン・補聴器の重要特許出願年表

ソニーおよび東北パイオニアの一連のヘッドホン、イヤホンの技術は、利便性、操作性を技術課題とするものである。

図 2-10 ヘッドホン・イヤホン・補聴器の重要特許出願年表 (1/2)

| 1979                             | 1987                                   | 1988                         | 1989                     | 1990                              | 1991                            | 1992                               |
|----------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 【ヘッドホン】                          |                                        |                              |                          |                                   |                                 |                                    |
| 本体部<br>特許 1686924<br>ソニー         |                                        |                              | 本体部<br>特許 1865920<br>ソニー |                                   | 本体部<br>特許 2814772<br>ソニー        | 本体部<br>特許 3216216<br>ソニー           |
|                                  | 本体部<br>特許 1951987<br>ソニー               |                              |                          |                                   |                                 | 本体部<br>特許 3154214<br>ソニー           |
|                                  | 本体部<br>特許 1696184<br>ソニー               |                              |                          |                                   |                                 |                                    |
|                                  | 本体部<br>特許 2002655<br>ソニー               |                              |                          |                                   |                                 |                                    |
| 【耳掛け部】                           |                                        |                              |                          |                                   |                                 |                                    |
|                                  |                                        |                              |                          |                                   | 耳掛け部<br>特開平 04-306943<br>松下電器産業 |                                    |
| 【回路・インタフェース】                     |                                        |                              |                          |                                   |                                 |                                    |
| インタフェース<br>特開昭 56-069988<br>日本電気 |                                        | 補聴制御<br>特許 2664466<br>ダイヤフォン |                          | 補聴制御<br>特許 2568134<br>リオン         | インタフェース<br>特開平 04-334240<br>ソニー |                                    |
| 【骨伝導型式】                          |                                        |                              |                          |                                   |                                 |                                    |
|                                  | 骨伝導型式<br>実開昭 63-117190<br>日本電信電話、岩崎通信機 |                              |                          |                                   | インタフェース<br>特開平 05-091584<br>東芝  |                                    |
| 【補聴器】                            |                                        |                              |                          |                                   |                                 |                                    |
|                                  | 細部構造<br>実開平 01-086799<br>リオン           |                              |                          | シェルの構造、形成<br>特開平 04-199999<br>テルモ |                                 | インタフェース<br>特開平 06-113390<br>松下電器産業 |

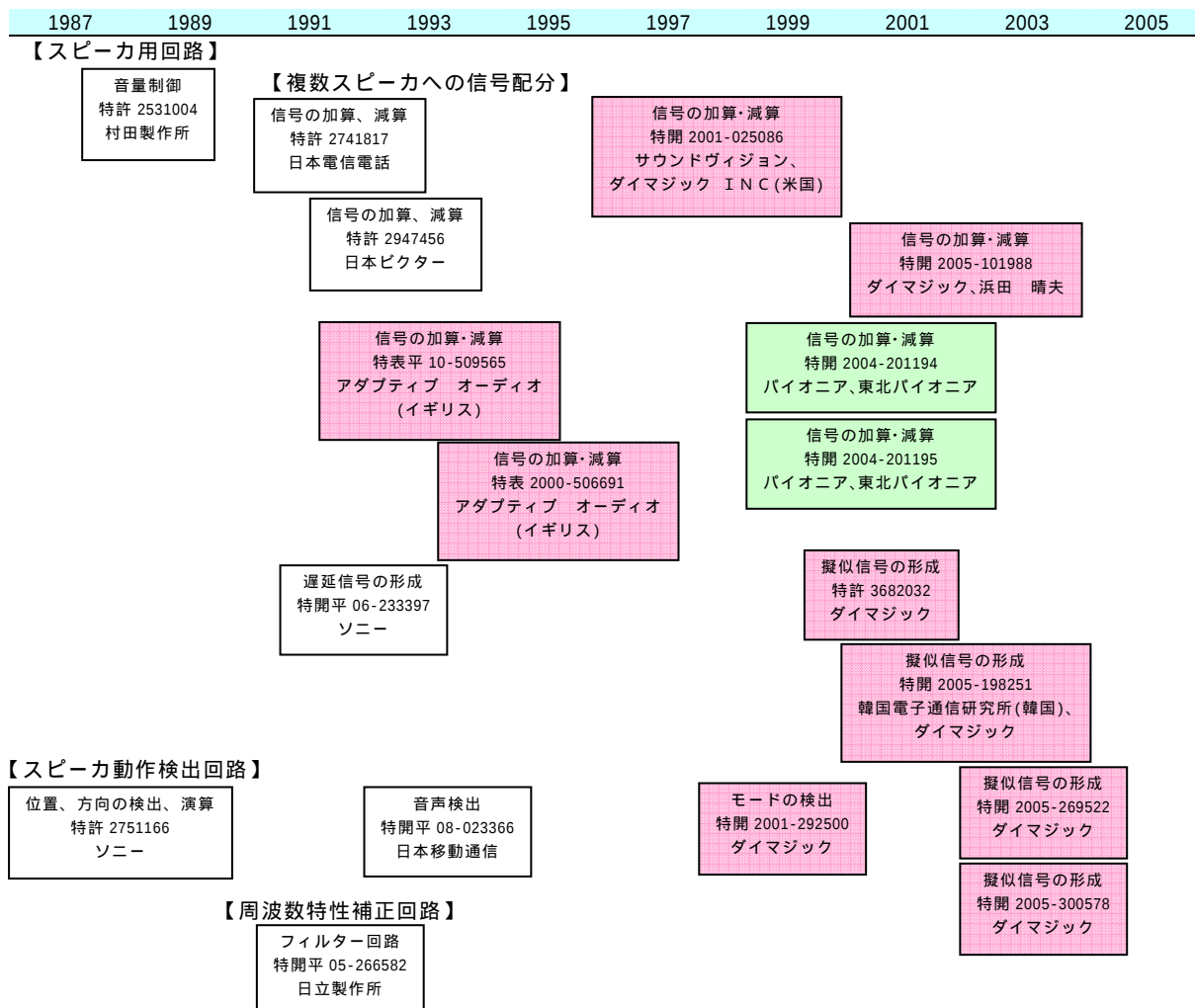
図 2-10 ヘッドホン・イヤホン・補聴器の重要特許出願年表 (2/2)



#### 第4項 小型スピーカ用回路の重要特許出願年表

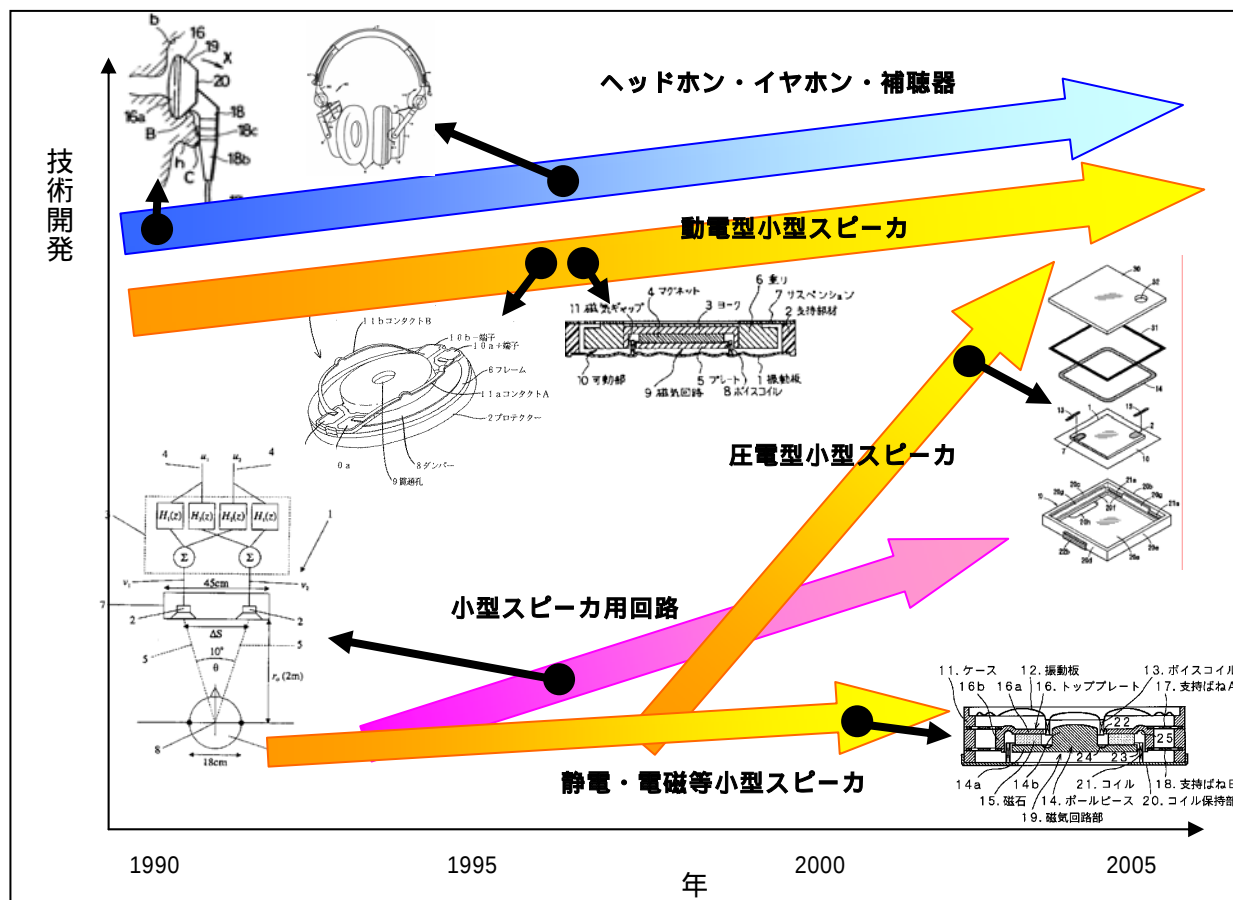
ダイマジックの一連の特許は、2つのスピーカの近接配置における音場再生のアルゴリズムの特許およびその改良技術に関するものである。NXT 社の特許も平板とエキサイタの配置に関するアルゴリズムである。

図 2-11 小型スピーカ用回路の重要特許出願年表



## 第9節 特許動向分析のまとめ

図 2-12 小型スピーカの技術開発の方向性の俯瞰図



特許(公開)番号等：(左上から順に) 特許 1865920, 特許 3649539, 特許 3675950, 特許 2963917, 特開 2004-007400, 特表 2000-506691, 特開 2001-300422

- (1) 小型スピーカメーカーに共通する主要技術課題は、軽量化・小型化・薄型化、音響特性、信頼性、製造性、利便性の向上、省エネ化、コストの低減、環境への配慮といった点である。
- (2) 日米欧の三極において、特許収支の面から比較すれば、日本に競争優位性があると言える。
- (3) 日本の小型スピーカ企業は、欧米に先駆けて特許の包囲網を中国で構築しつつある。
- (4) 日・米・欧・中において出願は増加傾向にあり、開発競争は激化し、それにあわせて、特許出願競争にも拍車がかかるものと予想される。
- (5) 特許出願動向分析の観点からは、現時点における小型スピーカ技術の主流は、動電型スピーカであり、続いてヘッドホン・イヤホンの開発も活発であるが、今後は圧電側スピーカにも注目が集まると予想できる。

## 第3章 研究開発動向分析

### 第1節 研究開発動向

1996 年以降 2006 年までに発行された

日本音響学会誌

日本音響学会[講演論文集]

JAS Journal [日本オーディオ協会誌]

JAES (Journal of the Audio Engineering Society)

以上の学会誌、論文集から、まず全体（15,335 件）を概略的に読み込み（概読）、小型スピーカ技術に関わる論文を直接リストアップした。リストアップした 547 件について、要素技術、技術課題を付与するべく詳細な読み込みを実施した（精読）。

分析した論文件数は以下の通りである。

表 3-1 調査対象論文の件数

| 書誌名                                             | 論文件数(概読) | 論文件数(精読) |
|-------------------------------------------------|----------|----------|
| 日本音響学会誌                                         | 1,067    | 42       |
| 日本音響学会[研究発表会講演論文集]                              | 12,994   | 366      |
| JAS Journal (Japan Audio Society)               | 914      | 74       |
| JAES (Journal of the Audio Engineering Society) | 360      | 65       |
| 合計                                              | 15,335   | 547      |

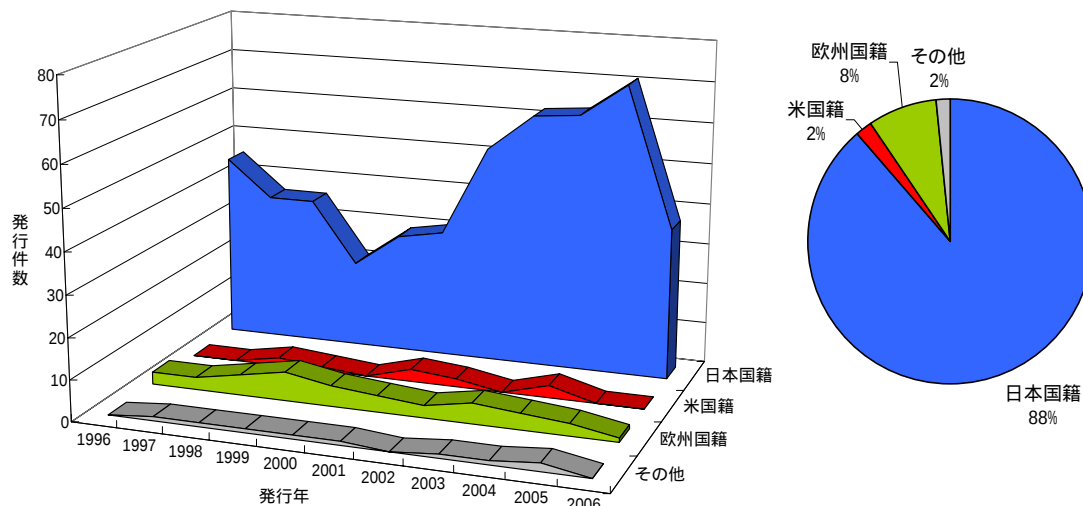
### 第2節 全体での発表動向

論文解析対象 547 件の著者所属機関の国籍から、研究者所属機関国籍別の論文件数推移および論文件数比率を求めたものを図 3-1 に示す。

研究者所属機関を国籍別にみると、88%が日本国籍であり、以後欧州国籍 8 %、米国籍 2 %となっている。

日本国籍の論文件数推移をみると、2000 年以降増加の傾向にあり、2005 年で 70 件を超えている。

図 3-1 研究者所属機関国籍別の論文件数推移および論文件数比率



### 第3節 研究開発動向のまとめ

1996 年以降の多くの論文に基づいて、研究開発動向をいくつかの観点から分析した。

まず、論文の発表動向では、全体、要素技術別、注目研究開発テーマ別、研究者所属機関国籍別等について調査した。

#### 第1項 全体としての発表動向

2000 年以降の発表件数が急増している。

要素技術でみると、小型スピーカ用回路に関する発表に集中している。

技術課題では、音響特性の向上に関する発表に集中している。

#### 第2項 注目研究開発テーマについて

主に 2000 年以降の論文を中心に、最近の技術動向を把握し、技術課題を抽出した。

振動板材料としては、小型スピーカの分野ではプラスチック系材料が主流であり、性能・価格重視の路線は当面変わらないだろう。この方向での技術開発が最重要課題である。

一般用のスピーカでは用途に合わせた様々な材料が登場している。特に近年では自然志向、環境志向の観点から繊維系の自然素材を用いる、いわば高級志向のものが増加している。

圧電材料としては、基材は P Z T 系圧電セラミクス材料が主流であり、主要メーカはこれに所望の特性を引き出すよう添加剤を加えて調整している。当分の間、P Z T に変わり得る基材の登場は期待できない。また、現状では P Z T に含まれる鉛成分は環境問題として取り上げられていないが、今後どのように市場環境が変わるのか予測できない。そのため、鉛フリーの圧電材料の研究も含めて、より音響特性の向上した圧電材料の研究というものが期待される。

小型スピーカ用磁石では、材料としてはネオジウム磁石を凌ぐ物の登場には当面時間が掛かるであろう。従ってネオジウム磁石の応用技術、製造技術に関して、広い応用範囲での低価格化、小型化、薄型化等が重要な技術課題である。

#### 第3項 まとめ

大学等を中心に「小型スピーカ用回路」に関する研究が進められており、主要な技術課題として音響特性の向上を図るものが大多数を占めている。

特許分析の結果として、企業の研究は、製品に近いレベル、ハード的な研究が中心であり、一方、大学を中心とする研究機関等においては、ソフト面での研究が中心となっている。

企業におけるハードに関する研究と大学等におけるソフトの研究という住み分けが成されており、重複研究による設備投資の無駄は発生しておらず、産学の連携というフェーズでこれらを繋ぐジョイントが機能すれば、本分野における国際競争力の更なる強化に繋がる。

## 第4章 研究開発リーダ各社のヒアリング

### 第1節 ヒアリング先企業と今後の技術課題

#### 第1項 ヒアリング先企業

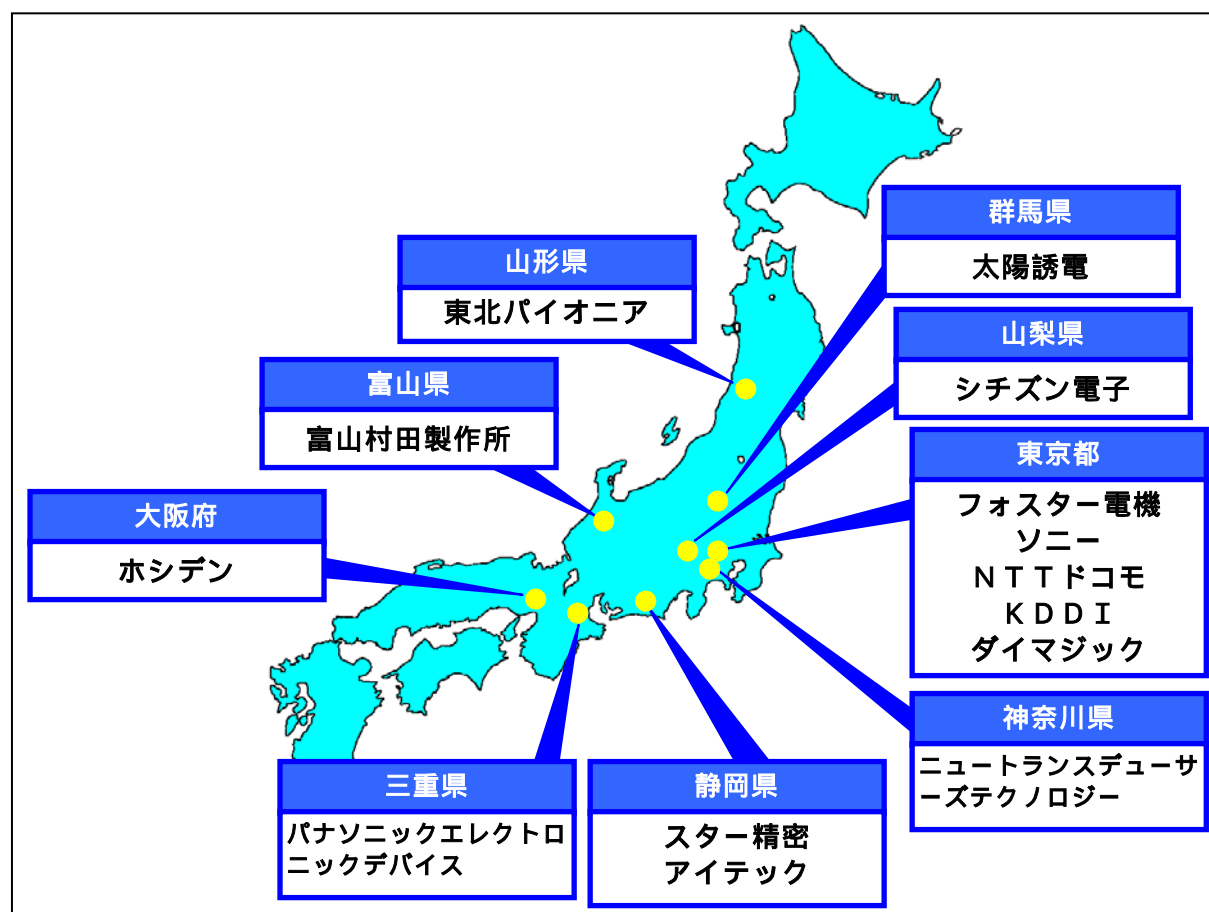
特許出願動向から、リーディングメーカーと推測できるメーカーが数社リストアップできた。さらに委員会において、それらについて検討し、小型スピーカの各分野で特徴的な技術を持つリーディングメーカーを選定した。

小型スピーカの分野においてのリーディングメーカーとは、携帯電話用の小型スピーカを開発製造しているメーカー、ブザーやレシーバなどの小型音響機器を開発製造しているメーカー、圧電型小型スピーカや平面スピーカの主要メーカー、コーン紙振動板のメーカー、携帯電話の商品企画を行なっている携帯電話サービス会社である。

#### 第2項 ヒアリング場所

ヒアリング先を図 4-1 に示す。許される限りにおいて、スピーカを製造している事業所に出向き、担当技術者から直接ヒアリングするように心がけた。そのため、ヒアリング場所は東北地方から近畿地方にまで分散している。

図 4-1 ヒアリング先



### 第3項 今後の技術課題

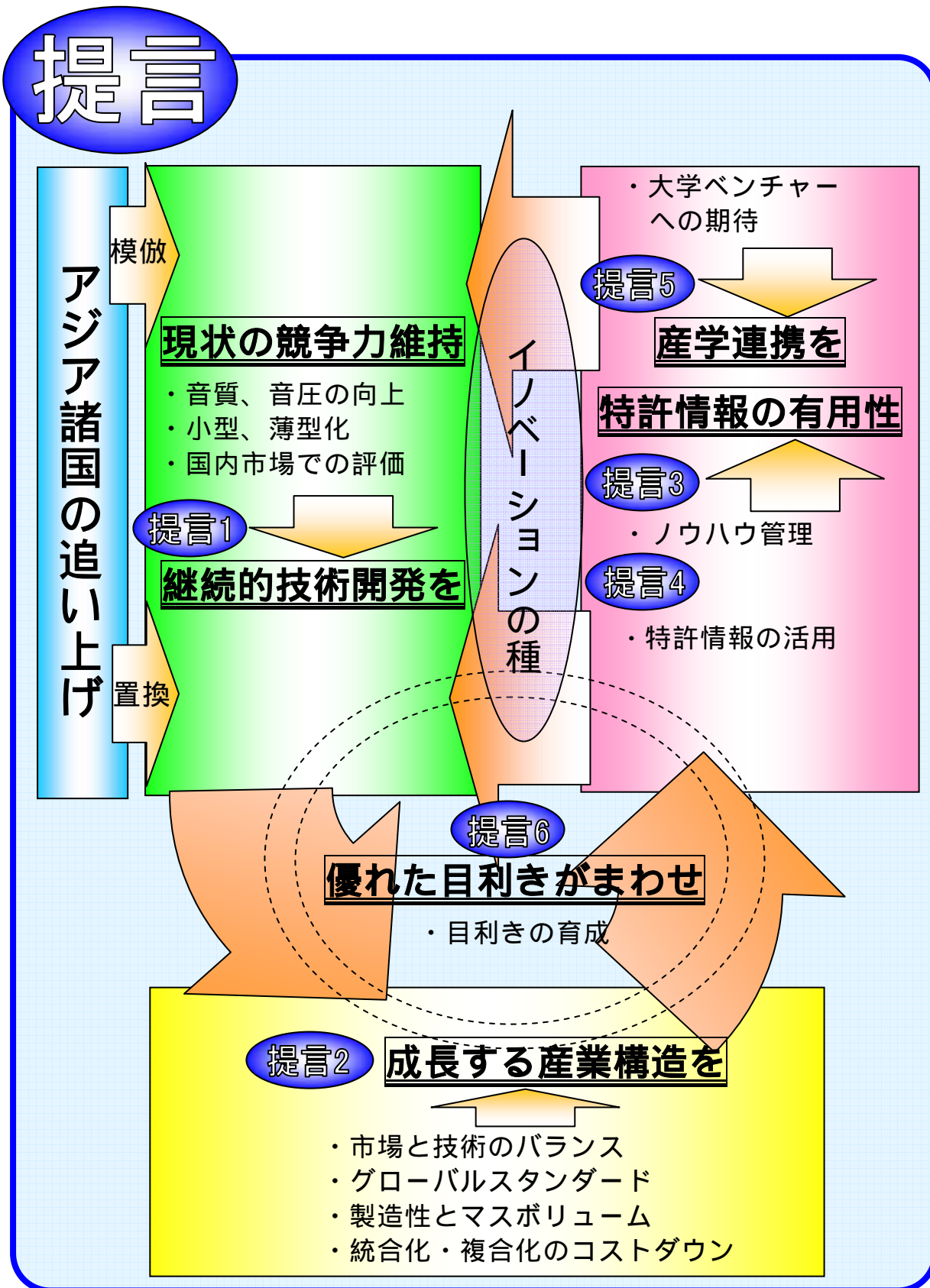
ヒアリング調査のまとめとして、各ヒアリング先企業の今後の技術課題を表 4-1 にまとめた。

表 4-1 ヒアリング先企業と今後の技術課題

| 業態      | 企業名                | 今後の技術課題                                              |
|---------|--------------------|------------------------------------------------------|
| メーカー    | パナソニックエレクトロニックデバイス | ・ダイナミックスピーカ技術の高度化                                    |
|         | ソニー                | ・ダイナミック型での音質改善                                       |
|         | フォスター電機            | ・各種新素材の開発<br>・軽量化<br>・薄型化<br>・耐久性                    |
|         | ホシデン               | ・各種新素材の開発<br>・小型化<br>・薄型化<br>・軽量化                    |
|         | シチズン電子             | ・省電力<br>・耐久性<br>・防水・防湿性<br>・駆動原材料の新素材                |
|         | スター精密              | ・接着剤の改良<br>・コイルの軽量化<br>・高音質・高音圧化                     |
|         | 東北バイオニア            | ・耐久性<br>・高音質・高音圧化                                    |
|         | 太陽誘電               | ・鉛フリー化                                               |
|         | 村田製作所              | ・低電圧駆動アンプ<br>・電極の薄型化<br>・内部電極の非金属化<br>・圧電スピーカの低音特性向上 |
|         | ダイマジック             | ・独自 3 D 技術の高度化と普及                                    |
|         | ニュートランスデューサーズ      | ・携帯電話におけるサウンドビュー市場の拡大                                |
|         | アイテック              | ・リサイクル材料（コーン紙）                                       |
| 携帯電話事業者 | NTT ドコモ            | ・テレビ電話への対応<br>・小型化<br>・薄型化<br>・軽量化<br>・高音質・高音圧化      |
|         | KDDI（au）           | ・消費者のニーズ                                             |

## 第5章 総合分析

### 第1節 提言



## 第1項 現状の競争力維持のために

### 提言1 継続的技術開発

我が国企業の高い技術力は、特許分析の結果からも確認された。この高い技術力を背景に、現状は強い国際競争力を有しているが、スピーカメーカーの多くが、海外に生産拠点をシフトする中、今後、近隣のアジア諸国の技術力向上は大きな脅威となってくるであろう。

したがって、これら近隣諸国の脅威に対抗し、さらなる国際競争力の維持・向上のためには、これらの国々に容易にキャッチアップできない技術を開発し、これを継続する必要がある。

実際に現状での技術状況から、具体的には以下の3点の開発を提言する。

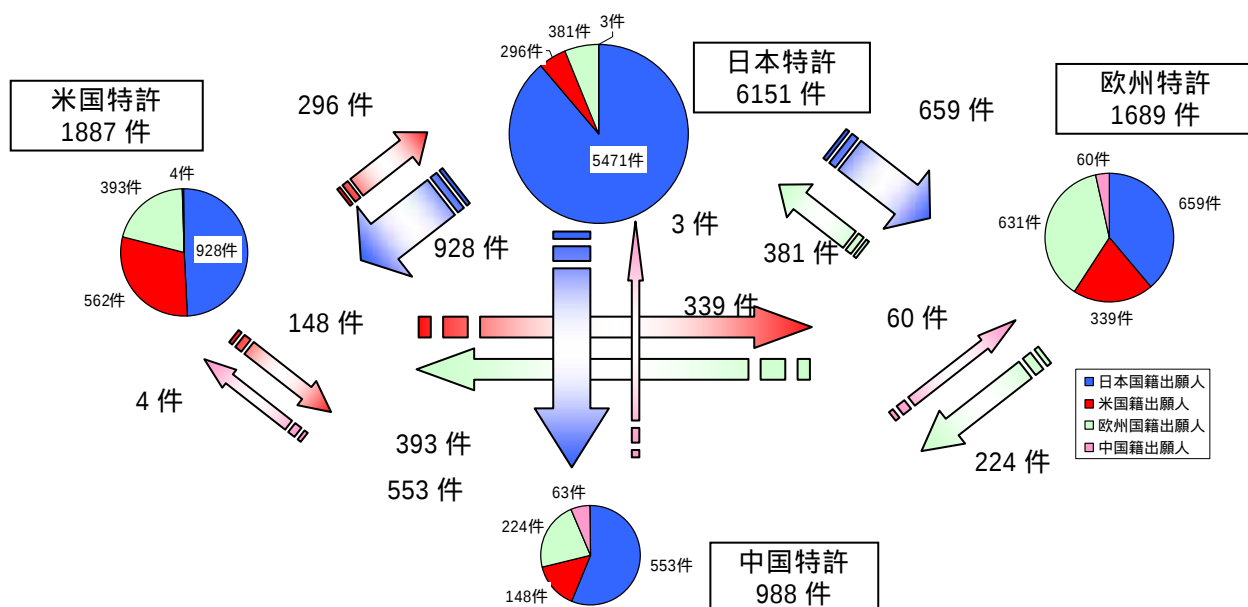
動電型スピーカにおいて、「音にこだわった」技術開発を継続する。

圧電型スピーカにおいて、音響特性を向上しつつ、さらなる薄型化を実現する。

日本市場をパイロットモデルとし、世界一音にうるさいユーザーと多数の携帯電話セットメーカーの評価を活用する。

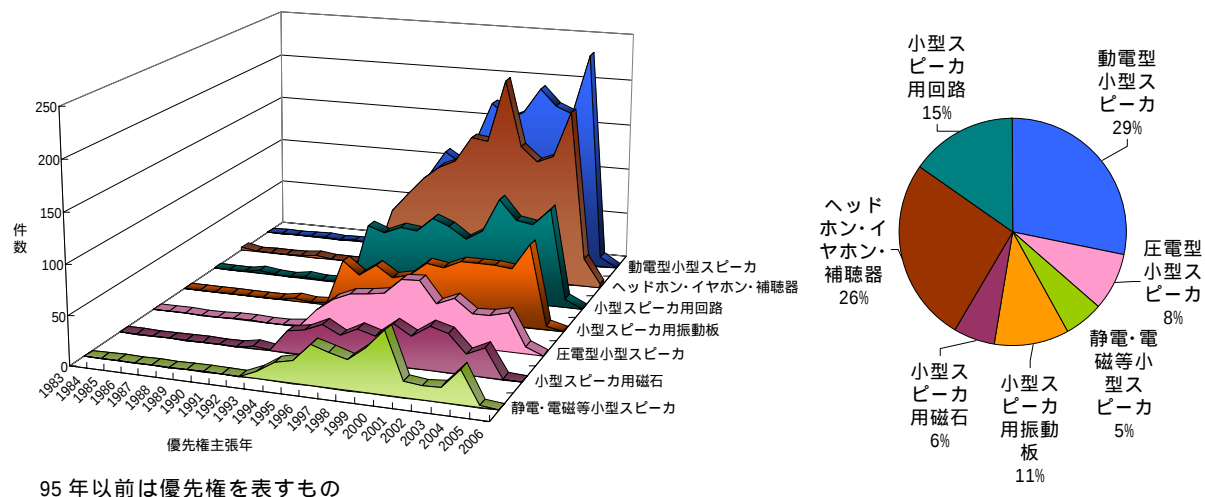
本調査における特許情報の分析結果からみて、我が国の出願人は、小型スピーカ分野における競争優位にあり、研究開発をリードしていると言える。

図 5-1 四極の特許収支（出願）



また、強みのある技術としては、動電型小型スピーカに関する技術、ヘッドホン・イヤホンに関する技術の集積が成されていることが特許出願状況からも把握される。

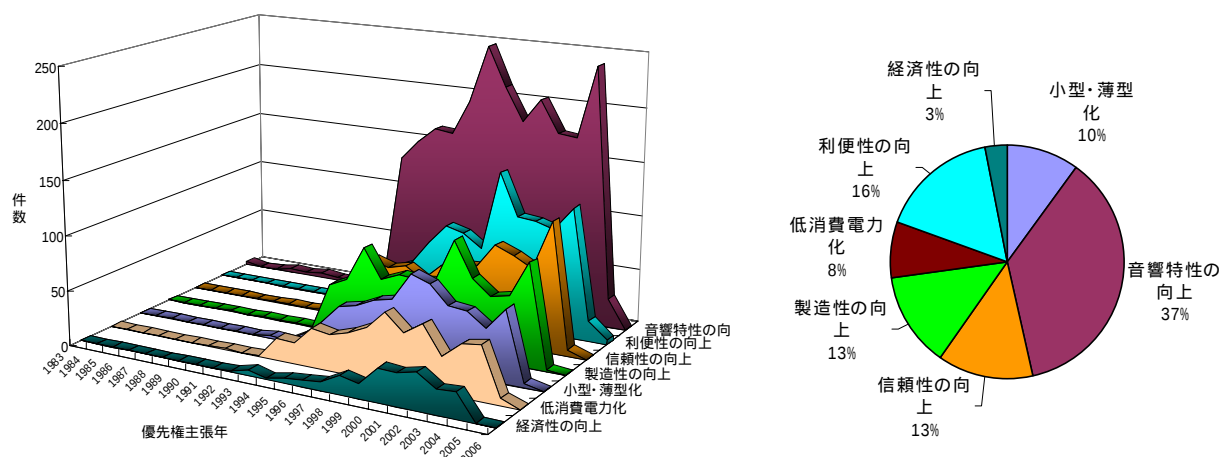
図 5-2 要素技術別出願件数推移（日本出願）



95 年以前は優先権を表すもの

数多く特許出願されている主要な技術課題は「音響特性の向上」であり、これらの結果から、我が国の企業・研究者は、動電型スピーカで高音質の製品開発に強みがあり、国内外の市場に高いシェアで小型スピーカを提供している。

図 5-3 技術課題別出願件数推移（日本出願）



95 年以前は優先権を表すもの

一方、今後の注力すべき技術課題としては、小型スピーカの主用途である携帯電話で採用されるスピーカのニーズをとらえることが重要である。高機能・多用途化がすすむ携帯電話において、普遍的に要求されるのは、高音質・高音圧な出力を可能とするスピーカである。

動電型スピーカにおいては、携帯電話の小型化に対応した研究が進んだが、現状よりもさらに薄型で高音質・高音圧を実現することが求められる。

また、スリム型携帯が流行の兆しを見せており、国内外の携帯電話セットメーカから、圧

電型小型スピーカへの需要が高まることが予見される。現状の技術では、セット状態で10mm以下の携帯電話を作るには、圧電型スピーカを採用せざるを得ない状況である。我が国のスピーカメーカーには、この圧電型スピーカを得意とする企業もあり、圧電型スピーカでかつ高音質な製品開発を実現できれば、国際市場において競争優位のポジションを確保し続けることが可能となる。

したがって、圧電型スピーカでは、音響特性を向上しつつ、さらなる薄型化を実現することが求められる。

中国等に代表されるアジア諸国においては、自国産業の保護・育成の観点から容易にキャッチアップ可能な技術として互換性のある技術が求められている。例えば、これらの国々において流通する携帯電話等においては、スピーカの接続部分をコネクタ化する等の互換性が求められており、我が国のスピーカメーカーはこの点にいち早く対応している。このような状況において、技術的アドバンテージを今後も維持するためには、スピーカの本質的な性能で追随を許さない高い技術レベルを維持し、さらに進化し続けることが求められる。

絶え間の無い技術革新を実現するための有効なツールとして、これまでの技術開発の進展が体系的に整理・蓄積されている特許情報を活用することは重要である。

従って、求められる機能と需要を十分に見極めた上で、市場ニーズに合致した高機能な製品開発を継続的に進めていくことが重要である。

## 提言 2 成長し続け、高収益を維持する産業構造の認識

日本の小型スピーカメーカーは軒並み 10%を超える経常利益率を達成しており、その企業構造とそれを取り巻く産業構造が高収益を維持することを可能としている。

高い経常利益を維持してエクセレントカンパニーとなったのは、世界規模の市場を確保した市場戦略と技術開発のバランスのよさである。

今後の日本の産業構造もこの高収益構造に学ぶべき部分が多くあり、これらを実現している原因・手段について十分な認識をする必要がある。

携帯電話事業者や携帯電話セットメーカーからの厳しい要求が、我が国の優秀な小型スピーカの開発原動力になっていると考えることができる。日本のスピーカメーカーは、日本の携帯電話セットメーカーからの厳しくかつ実現猶予期間が非常に短い要求に対応している。その一方で、世界市場を捉えた事業戦略も展開し、世界メーカーからの別のレベルの厳しい要求に対しても、グローバルレベルでの標準化、互換化、フラット化、販売の容易化といった対応先によって、十分な対応をしており、国内・世界の双方の市場において技術開発と市場戦略のバランスをうまくとって確固とした基盤を築いている。

スピーカメーカーのうち、株式公開している東北パイオニア、ホシデン、フォスター電機、スター精密とシチズン電子の経営状況を表 5-1 に示す。

表 5-1 スピーカメーカーの経営状況<sup>16</sup>

(売上げと経常利益の単位は百万円)

|             |      | 平成14年度                    | 平成15年度 | 平成16年度 | 平成17年度   |
|-------------|------|---------------------------|--------|--------|----------|
| 東北<br>バイオニア | 売上高  | 81017                     | 88599  | 93334  | 88609    |
|             | 経常利益 | 1399                      | 2873   | 1531   | 380      |
|             | 従業員  | 10050                     | 10691  | 11750  | 13626    |
|             | 生産拠点 | 平成7年；中国（上海）               |        |        | 2000万個/月 |
|             |      | 平成17年；ヴィエトナム（ハノイ）         |        |        | 1000万個/月 |
| ホシデン        | 供給先  | モトローラ、ノキア                 |        |        |          |
|             | 売上高  | 233547                    | 225374 | 248984 | 217990   |
|             | 経常利益 | 6964                      | 9583   | 9040   | 6489     |
|             | 従業員  |                           |        |        | 1030     |
|             | 生産拠点 | 平成4年中国（青島）                |        |        | 3000万個/月 |
| フォスター<br>電機 | 供給先  | モトローラ、シーメンス、ソニーエリクソン      |        |        |          |
|             | 売上高  | 54393                     | 53286  | 52721  | 66047    |
|             | 経常利益 | 1762                      | 2047   | 3139   | 5624     |
|             | 従業員  | 15342                     | 20799  | 23345  | 26245    |
|             | 生産拠点 | 昭和47年；中国（バンコ）、平成3年；インドネシア |        |        |          |
| スター<br>精密   |      | 平成17年；ヴィエトナム（ホーチミン）       |        |        | 500万個/月  |
|             | 供給先  |                           |        |        |          |
|             | 売上高  | 38612                     | 43332  | 49690  | 54788    |
|             | 経常利益 | 1875                      | 3593   | 6357   | 8386     |
|             | 従業員  | 3441                      | 3087   | 3331   | 4046     |
| シチズン<br>電子  | 生産拠点 | 平成1年中国（大連）                |        |        |          |
|             | 供給先  |                           |        |        |          |
|             | 売上高  | 72378                     | 106735 | 90504  |          |
|             | 経常利益 | 8620                      | 16970  | 16336  |          |
|             | 従業員  | 671                       | 1226   | 1351   |          |
|             | 生産拠点 | 平成3年中国（香港）、平成12年中国（江門）    |        |        |          |
|             | 供給先  | ノキア                       |        |        |          |

音響部品の世界市場で大きなシェアを占めているフォスター電機、スター精密とシチズン電子は、携帯電話の世界市場の20%以上の伸びを受けて平成17年度（2006年3月）の経常利益率が10%から15%あり、まさに部品産業の好況ぶりが伺える。特にシチズン電子の売上げの9割は液晶を始めとした携帯電子部品であり、経常利益増は平成16年度からみても顕著である。

携帯電話の小型スピーカメーカーは、平成18年度末での世界市場での携帯電話の市場の伸びが20%以上あると予想されることから、スピーカの売上げ増が期待でき前期以上の好決算が予測されている。

これらをもたらす原因・手段には以下のようなものが考えられる。これらはスピーカ以外の企業においても十分通用する戦略と技術開発のバランスについてである。

#### 大供給先にターゲットを絞った事業戦略

ノキアやモトローラといった大供給先にターゲットを絞った開発体制、生産体制、販売体制をしいた事業戦略を展開したこと。

<sup>16</sup>参考；東北バイオニア 平成17年度 有価証券報告書 p2、p4、ホシデン <http://www.hosiden.co.jp/>、フォスター電機 第73期 半期報告書（平成18年12月20日）p2、<http://www.foster.co.jp/disclosure/report.html>、スター精密 平成17年度 有価証券報告書 p2、p4、シチズン電子 平成16年度(52期)有価証券報告書 p2、p4、[http://www.c-e.co.jp/pdf2/yuka2005\\_03.pdf](http://www.c-e.co.jp/pdf2/yuka2005_03.pdf)

## グローバル化のためのフラット化

ハイエンド機の製品差別化につながるような高度な最新技術を、ローエンド機に適した形に順応させて、ローエンド機をハイエンド機と同一のフラット化された最新の技術・設備により製造していくことによって、容易にまねのできない製品構造を有する世界市場を形成していること。

## コストダウンにつながる技術開発の追求

商品戦略としても、機能の複合化による部品の共用化など徹底したコストダウンを展開すると同時に、それらの技術の特許として権利化したこと。製造においては無駄を省いた作り易さの技術開発の継続を行い、特許として権利化したこと。

さらに中国を始めとした安い労働力を求めて早い時期から海外生産をおこなってコストダウンに努めたこと。

## ローカライズ化を考慮した製品戦略

各国・各地域の特色を尊重しつつ、技術の選択をしてグローバルに規模のメリットを追及するための適切なバランスを製品戦略に取込んだこと。

## 抱き合わせ製品戦略

強い商品を軸に、又は組合せで関連商品の販路を拡大する事業戦略を展開したこと。

## 第2節 特許情報の有用性

### 提言3 ノウハウと特許の切り分け・管理の重要性

今後の小型スピーカの出願動向として、取付け、実装等の技術、特に外部接続等の標準化しやすい技術は国内出願とともに外国出願も増加すると思われる。企業戦略により、ノウハウとして蓄積し厳正な秘密管理を行うことも重要である。

また、業界によるパテントプールやフォーラムの形成により国際標準の獲得を目指す。

携帯電話メーカーも兼ねているスピーカメーカーは、国内に比べ海外への出願数が少ない現状がある。しかし、海外への出願を控え、国内のみに大量出願することが、結果として製造技術上のノウハウを発展途上国に公開することになっている場合が多くある。したがって、このような現状の出願戦略を根本的に見直すことが望まれる。

比べて、スピーカ専門メーカーの出願は、海外出願率も高い傾向にある。このような出願動向は、ノウハウを公開せずに「強い技術」を出願することによって模倣対策を考えているためと推測される。

ただし、そのためにはノウハウ・秘密事項を厳重に管理し続けていく必要がある。なぜなら、ノウハウはひとたび漏れてしまうと、取り返しがつかない。ノウハウを守ることに終始して日本・外国ともに出願もしない企業は、「強い技術」が模倣を阻止するのであって、ノウハウは漏れないように管理し、代わりに権利とすべき技術に関しては国内・海外ともに出願すべきであることを十分認識する必要がある。模倣されてもその国で特許化されていなければ、権利行使をすることができない。これは、実際のヒアリングにおいて、現実として起きている事実であることも確認されているものである。

ヒアリングにおいて、各社から示された優良特許は約60件以上にもなる。しかし、これらの特許はパテントプールどころかクロスライセンスすら、ほとんど行われてない状況である。

今後は、このような特許を持ち寄った小型スピーカのパテントプール／コンソーシアムの形成も検討すべきであろう。

例えば、ヘッドホン・イヤホンにおける操作性等の改善は、ユーザーに共通した課題を有していることが多い。これらを別々の方法で別々に特許として取得し争うことは、ユーザー不在の不毛な争いになる可能性が高い。このような事項については、フォーラムを組織し、業界パテントプールを形成することによって、無駄な投資をできるだけ減らし、ユーザーフレンドリな環境を提供できる可能性を示せるものと思料する。

また、現在、日本製品のみが世界を圧巻しているセラミックの応用製品である圧電小型スピーカについても、世界からのニーズだけでなく、製造拠点の確保、業界通じてのフラット化といった観点から、フォーラムを形成していくことは、今後の戦略的な市場展開を可能にする上で重要であろう。

#### 提言 4 特許情報の活用

小型スピーカの特許は、基本特許から応用出願まで、バランスよく出願されており、それぞれの特質を生かした特許情報の利用が推進されている。

さらに特許情報を活用し、今後の国際標準に対しても対応するために、特許の戦略的獲得を視野に入れて、企業活動が進めることが望まれる。

特許情報には、さまざまな機能／効果があり、これを活用することは、今後、企業にとって生命線となりうる。

##### (1) 人材育成の参考書

特許情報は、それ自体がこれまでの技術開発を取りまとめたものであり、実際の課題や問題点が順序立てて列挙されている。さらに、それら課題をもたらす原因、それを解決する手段、その効果が学術的にもわかりやすく、かつ、明確に記載されている。

そのため、権利書面としての情報だけでなく、人材を育成する上でも十分利用でき、基礎知識として利用するのに適した参考書として利用できるものである。

##### (2) 商品開発の目印

特許は出願されると公開されるため、そもそも、公開を前提として、商品開発を行ってきたもののみが出願の対象となる場合がほとんどである。したがって、特許の出願傾向を知ることによって、その分野の商品開発の動向を知ることが可能であり、商品開発の目印として用いることができる。

##### (3) 技術革新のサンプル

その業界・技術分野を変革できるような革新技術は、特許で保護されなければ、瞬間にすべての企業がそのまま利用し、商品を開発して販売し、利潤をむさぼってしまう。

そのため、革新技術が開発された場合、ほとんどは特許出願も同時に行われる。逆に言えば、特許情報には、必ず技術革新のサンプルが公開されているのである。

まず、革新技術がどのようなものか、特にその変遷などを知るためには、その分野の特許情報を探ってみることが鉄則第一である。

### 第3節 人材育成から技術の目利きの創出 ～まとめにかえて～

#### 提言5 産学協同ベンチャーへの期待

ダイマジック社は、携帯電話などに応用される近接配置スピーカの音像定位の発明で東京電機大学の教授がベンチャー起業した会社であり、我が国 TL0 の第1号である。ダイマジック社は産学連携の大きな成功例といえる。

また、フィンランドのインキュベータ施設(INNOPOLI)の成功の秘訣は、事業化を見極めたテーマ選定、ベンチャーキャピトル経験者のサポートにあり参考となる。

我が国においても、このような事例を参考に産学連携のエンジンとなる技術の目利きのできる人材を育成する。

イリノイ大学の学生だったマークアンダーセンが開発したブラウザソフトを、シリコン・グラフィック社を創業したジムクラークが見て感心し、2人でネットスケープ社を創業し、ネットスケープナビゲータというブラウザソフトを広く一般に普及させ、WWW ブームを巻き起こした話はあまりにも有名である。

我が国の産学連携においても、このような若い研究者をサポートする仕組みを充実させることが望まれる。

スピーカ分野では、ダイマジック社が我が国第1号の TL0 として、成功している。

ダイマジック社は、大学発のベンチャーであるため、社の意識として、研究成果のライセンスが最も重要視している。したがって 1999 年の設立時点では、開発費の全部を特許の権利化に使っており、それでも足りず日本政策投資銀行の融資を受けて開発費を捻出した。

また米国にもライセンス管理会社を設立して権利のライセンス化を展開した。

ダイマジックの音響技術が一躍注目されたのは、ゲームソフト大手のスクウェアと組んだ商品展開からであり、ビジネスが大きくなったのは、携帯電話にステレオダイポール (SD) 技術が採用されてからである。ゲームソフト「ファイナルファンタジーX」や J-PHONE の J-K51 (ケンウッド製) にこれらが採用され、爆発的ヒットとなった。

特に、J-K51 は携帯電話に初めて左右に小型スピーカを搭載したもので、着信音が初めて 3D で聴けるようになった。

これらの技術のもととなっているのは、2件のプリミティブな世界特許である。この特許は2つの近接配置スピーカを用いた 3D 音像再生技術で、東京電機大学 (音響情報研究室) と英国サザンプトン大学 (ISVR) による共同研究チームによって開発された。この特許技術を用いて2つのスピーカを1つのキャビネットにビルトインすると、非常にコンパクトに 3D 音場再生システムを実現することができる。そのため、携帯電話や携帯ゲーム機に簡単に搭載することができたのである。

これらの特許の基になった発想の基礎は、大学研究室の地道な研究である。この研究に対し、企業がタイアップして出資を行い、それによって企業開発では見落としがちなエラーデータの追求から、このように非常に有用な特許技術が生まれている。このエラーデータ追求のような地道な研究が十分行えるように企業側がサポートしたことが、この大きな発明につながったのである。

このように、新たなイノベーションを生み出すための産学連携を円滑化させ活性化していくためには、環境 (しくみ) を充実化させることが最も重要である。そのためには、過去の

成功例について要因分析等を十分に行い、どのように環境の醸成を図っていくかを検討する等、今後、戦略的な取り組みを行っていくことが求められる。

## 提言 6 人材育成と目利きの創出

現状のスピーカメーカの活況は、育成された人材が、必要とされる技術を見つけ出せていることも大きな要因のひとつである。

このように、市場・ユーザーが必要とするニーズを見つけ出すことができる技術者を、今後も養成し続けることにより、スピーカ技術における「目利き」を継続して確保することが可能となり、この「目利き」こそが、過去・現在・未来にわたって、企業・産業の継続的發展を技術的に支える唯一の人的資源なのである。

現在のスピーカ企業は経常利益率が軒並み 10%以上という活況な状態を維持している。

しかし、この活況を維持するために、各スピーカ企業における日々の技術開発がその裏打ちをしてきたことは、これまで述べてきたとおりである。

この技術開発は、実際に必要とされている技術事項を技術者が見つけ出すことによって、初めて有効に機能する。したがって、「実際に必要とされている技術は何か？」を探し出すための、技術的「目」が必要である。

さらに、上記のように地道な研究の中から、例えばエラーデータの追求が必要で、その中に特許技術の卵が眠っていることを見つけ出す技術的「カン」を持ち合わせていることも、資質として重要な点である。

今後の人材育成においては、このようにすぐれた「目」と「カン」を備えた技術的「目利き」を、継続して創出していく必要がある。特に、すぐれた技術集団を含有していた団塊の世代が退職していく時代となった現代において、この職人氣質を持つ技術的「目利き」を育成することは急務であると言える。

そのためには、上記のように特許情報を活用することはもちろん、そもそもその業種が抱える商品とその商品を開発するために必要な基礎知識を備えていなければならない。

さらに、それらは、基礎知識であって、それに基づいて、実際に必要とされているニーズから、それに必要な技術開発項目を「創り出す」という創造的な技術アプローチを「目利き」は備えている必要がある。

この創造力を得るためには、開発者への技術教育を、論理的にきちんと順序だてて行わなければならない。そのためには、人材育成機関において、基礎技術はもちろん、応用技術、商品流通動向、最新技術動向、研究開発情報、ノウハウといったさまざまな技術的内容を、論理立ててきちんと整理し、企業の知的財産として整備・蓄積しておくことが、きわめて重要となる。このように整備・蓄積された知的財産情報を基礎知識として身につけることができて初めて、技術的「目利き」はその力を発揮できるのである。

人材育成・商品開発・技術革新がスピーカ産業、ひいては、日本の産業を支えている根幹である。この根幹を支えるために、創造力発揮の礎である知的財産は基本的な財産であり、この基本財産と、最も重要な人的資源である技術的「目利き」とが、これまでの日本の産業の発展を支えていることが、本調査を通じて十分認識できた。

知的財産情報の利用の促進と、技術的「目利き」の創出に本調査が一助になれば幸いである。