

# 平成16年度 特許出願技術動向調査報告書

## 非鉄金属材料の溶接 (要約版)

### <目次>

第1章 はじめに .....	1
第2章 特許出願動向分析 .....	6
第3章 技術区分別動向分析 .....	12
第4章 出願人別動向分析 .....	28
第5章 基本特許、特許権の活用に関する分析 ...	31
第6章 政策動向の分析 .....	39
第7章 市場動向の分析 .....	40
第8章 研究開発動向 .....	42
第9章 今後日本が目指すべき研究・技術開発 ...	45

平成17年3月

特 許 庁

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

## 第1章 はじめに

### 第1節 調査目的

現在、全世界的なエネルギー消費の増大に対し、地球温暖化抑止(二酸化炭素排出抑制)、資源節約、および需給バランスなど多くの観点から、化石燃料消費の抑制は極めて重要な課題となっている。そして、技術、社会システムなど多様な面から対策が図られている。このような背景のもとに、工業製品すべてにわたり省エネルギーの技術が求められている。これを工業分野ごとの課題ととらえると、自動車、船舶、航空機など輸送機械分野の消費エネルギー、排出炭酸ガスは膨大なものであり、他の工業製品に比べ特段の対策が求められている。とくに輸送機械における自動車の影響度は大きなものである。

輸送機械の省エネルギーに関連する技術対策のうち、機械の軽量化は直接に寄与する対策として重要視される。従来の輸送機械は主に鉄鋼材料により構成されていたが、これを軽量金属に置換することは極めて有効に役立つ軽量化手段である。しかしながら、使用金属材料の置換は新たに多くの技術課題を発生する。その一つが溶接技術である。溶接は通常、金属材料を加熱溶融して材料を結合する加工方法である。このため、加工プロセスには材料の物理的性質が大きく影響すると共に、加工後の品質には材料の冶金的、機械的性質などが影響する。これら技術課題に対しこれまでに多くの研究・開発が実施されてきた。

輸送機械を含む、金属、機械産業は日本の製造業において大きな比率を占める産業である。したがって、省エネルギーに関連する技術の保有は日本の経済にとっても重要である。このような観点から、本調査においては構体、筐体に使用される金属材料のうち、軽量化によって省エネルギーに資する非鉄金属材料を取り上げ、その溶接技術の動向を特許出願の動向から調査し、当該技術における日本の現状、および将来的課題を明らかにする。

### 第2節 調査範囲

非鉄金属材料の溶接に関連する、非鉄金属材料、応用製品および溶接技術の異なる3視点から、調査範囲を限定する。

#### 1. 応用製品の視点

省エネルギー技術のうち、製品重量の軽量化によってこれを達成する手段は重要な技術である。軽量化が直接的に省エネルギーに反映する代表的製品分野は、運動エネルギーを消費する自動車、鉄道、船舶、航空機などの輸送機械である。

自動車において、現在あるいは将来に求められる課題は、衝突安全性および省エネルギー性に代表される。軽量金属を使用した軽量化においても、これを衝突安全性と両立させるには、高度な技術が必要となり、材料技術、溶接技術はその重要な要素技術である。

船舶においては、軽量化は全体重量の軽減による省エネルギーを目的とする場合と、テクノスーパーライナーのように、軽量化による巡航速度の高速化を目的とする場合の両方において、軽量化のための金属材料が使用される。

航空機においては、日本は、主に部品製造において関わっているが、完成機に対する日本での製造比率は非常に高く、重要な産業となっている。歴史的に見て、航空機には軽量化が不可欠であり、そのため多くの材料技術、溶接技術が発達してきた。

以上の点から、本調査では、輸送機械の分野を応用製品の主たる調査対象とし、技術の波及性を想定して、その他の電機、機械、建築産業分野なども調査対象とする。なお、非鉄金

属材料が扱われる分野でも、電子デバイス構造などは調査の対象としない。

## 2. 材料の視点

鉄鋼材料を基準として軽量化に資する実用非鉄金属材料は、アルミニウム合金、チタン合金、マグネシウム合金である。そこで、これら3種類の非鉄金属材料を調査の対象とする。以下では、これら非鉄金属材料を軽金属と略称し、また上記3種類の合金をアルミニウム、チタン、マグネシウムと略称する。

上記3種類の材料の中では、実用上、アルミニウムが他より圧倒的に多量に使用されている。したがって、本調査でも、アルミニウムを最も重要な材料として位置づける。マグネシウムは板材製造が難しいとされてきたが、近年パソコン筐体などで実用が拡大している。また、チタンも使用量は少ないものの、化学機械、航空機などに必須の材料となっている。両材料の自動車への応用は、現状では少ないものの、将来的な技術を担保する上では、重要な材料である。

軽金属材料は、コストが高いため、製品の中において一部分にのみ使用されることも多く、軽金属材料が他の材料と溶接される必要性も生じる。このような異材溶接に関する限り、アルミニウム、チタン、マグネシウム以外の非鉄金属材料、鉄鋼材料も調査の対象とする。

## 3. 溶接技術の視点

本調査では、接合方式のうち、熱を利用して冶金的に接合する方法を溶接と定義する。溶融接合、固相接合、ろう接が調査における「溶接」である。上述の調査対象の応用製品、軽金属材料に使われる限り、すべての溶接方法を対象とする。

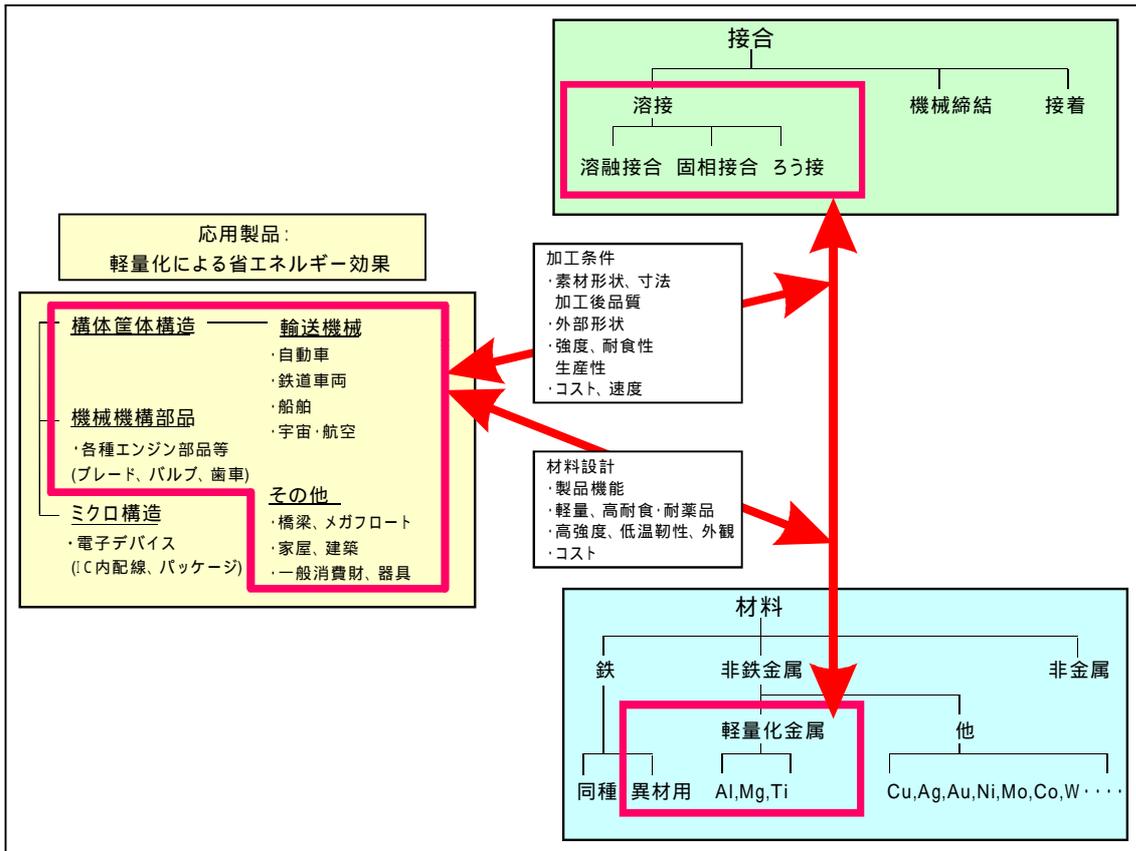
溶接方法には、特定の材料のみの専用方法は必ずしも多くない。例えば、鋼板に適した溶接法がアルミニウムに適している場合もある。そこで、本調査では、軽金属材料に適用されることが明示、示唆されている溶接方法・機器を溶接に関する調査範囲とする。

さらに、学問上は肉盛、溶射なども溶接技術に分類されるが原則として表層処理は調査の対象としない。ただし、局所的な肉盛溶接のみ、異材継手の技術と近い関係にあるため、調査の対象とする。また、溶接継手設計、溶接前処理、治工具、検査装置などの技術も広い意味での溶接技術であるので、軽金属材料の固有問題に関連する場合には、調査の対象とする。

## 第3節 技術の俯瞰

第2節に述べた非鉄金属材料の溶接の調査範囲の限定に基づき、調査対象を、溶接方法、被溶接材料、応用製品の3視点からの関係として技術俯瞰図を作成した。これを第1-3-1図に示す。図中に応用製品、材料、溶接の3視点の相互関係を示した。溶接の最終目的は、製品製造の加工技術であるため、その技術開発は、製品製造および使用材料を含む全技術とのバランスから進められることが基本である。

第 1-3-1 図 技術俯瞰図



#### 第 4 節 技術の概要

##### 1. 溶接方法の区分と特徴

調査対象とする溶接技術を第 1-4-1 表に示す。様々な溶接法が使用されているが、以下では、最も基本的な溶接の分類である溶融接合、固相接合、ろう接の原理と特徴を説明する。

溶融接合とは二つの被溶接材料を共に溶融させて、凝固物を介して接合するものである。溶接温度は融点以上の高温であるので、その近傍(溶接熱影響部)において材料の熱的劣化が生じやすい。異材溶接の場合には、材料の組み合わせによっては脆弱な金属間化合物を形成する。

固相接合とは、固相状態で被溶接材料相互の表面を、原子レベルまで近接させることで得られる接合である。近接させるために、通常は圧力が最も重要な要素となるため、固相接合と呼ばれる。接合の完成には、界面の異物の排除・消失過程、および材料間相互の原子配列整合過程(相互拡散)が必要であり、このため材料は昇温される。原理上は、溶融は必要条件ではない。異材溶接では、界面において脆弱金属間化合物を形成する可能性があるが、温度と時間によって比較的制御しやすい。

上記両方式の間にあるのが、ろう接である。被溶接材料間に、低融点の金属材料を溶融充填して、その凝固により被溶接材間を接合する方式である。被溶接材料の溶融が生じないので、原理的には相互拡散を主原理とする固相接合に近い方式である。異材溶接においてはろう材の選択により脆弱金属間化合物回避の自由度が高い特長がある。

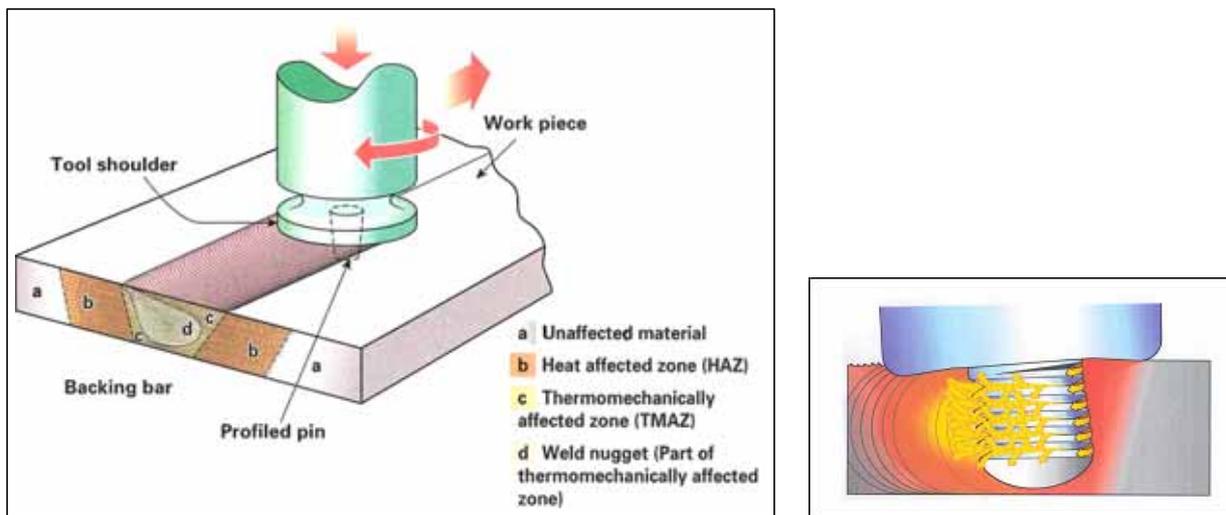
第 1-4-1 表 溶接法の分類

熱源	溶接法の例		接合原理			継手形式			用途例
			熔融接合	固相接合	ろう接	突合せ	T字	重ね	
電気放電	アーク溶接	手溶接							機械一般
		ティグ溶接							機械一般
		ミグ溶接							機械一般
		マグ溶接							自動車車体、部品
		ミグろう接							自動車車体、部品
	プラズマ溶接							ロケット部品	
電気抵抗	スポット溶接							自動車、航空機	
	プロジェクション溶接							自動車小物部品、異材	
	フラッシュ溶接							自動車車輪	
	アブセット溶接							自動車車輪	
	抵抗ろう接							異材溶接	
高周波	高周波溶接							自動車ラジエーター	
	高周波ろう接							自動車ラジエーター	
燃焼炎	ガスろう接							熱交換器配管一般	
炉中加熱	炉中ろう接							自動車ラジエーター	
	拡散接合							航空機部品、異材接合	
電子ビーム	電子ビーム溶接							航空機部品(Ti合金)	
レーザービーム	レーザー溶接							自動車車体	
	レーザーろう接							異材溶接	
力学的摩擦熱	回転摩擦溶接							航空機脚柱、異材	
	リニア摩擦溶接							航空機パネル、異材	
	摩擦攪拌溶接							船舶、航空機等パネル	
	超音波溶接							自動車、家電、異材	

2. 摩擦攪拌溶接法の原理

力学的摩擦熱を利用した溶接法は摩擦溶接と総称されるが、その一つに摩擦攪拌溶接(FSW: Friction Stir Welding)がある。第 1-4-1 図に原理を示すが、回転工具を材料中に徐々に差し込み、材料を軟化させながら攪拌することで接合する。主に突合わせ継手、重ね継手に適用される。突合わせ継手の両側の材料を共に攪拌すると、両材料が巻き込まれるように混合するため、従来の摩擦溶接である回転摩擦圧接、超音波溶接のような明確な平面状接合界面は

第 1-4-1 図 摩擦攪拌溶接の原理



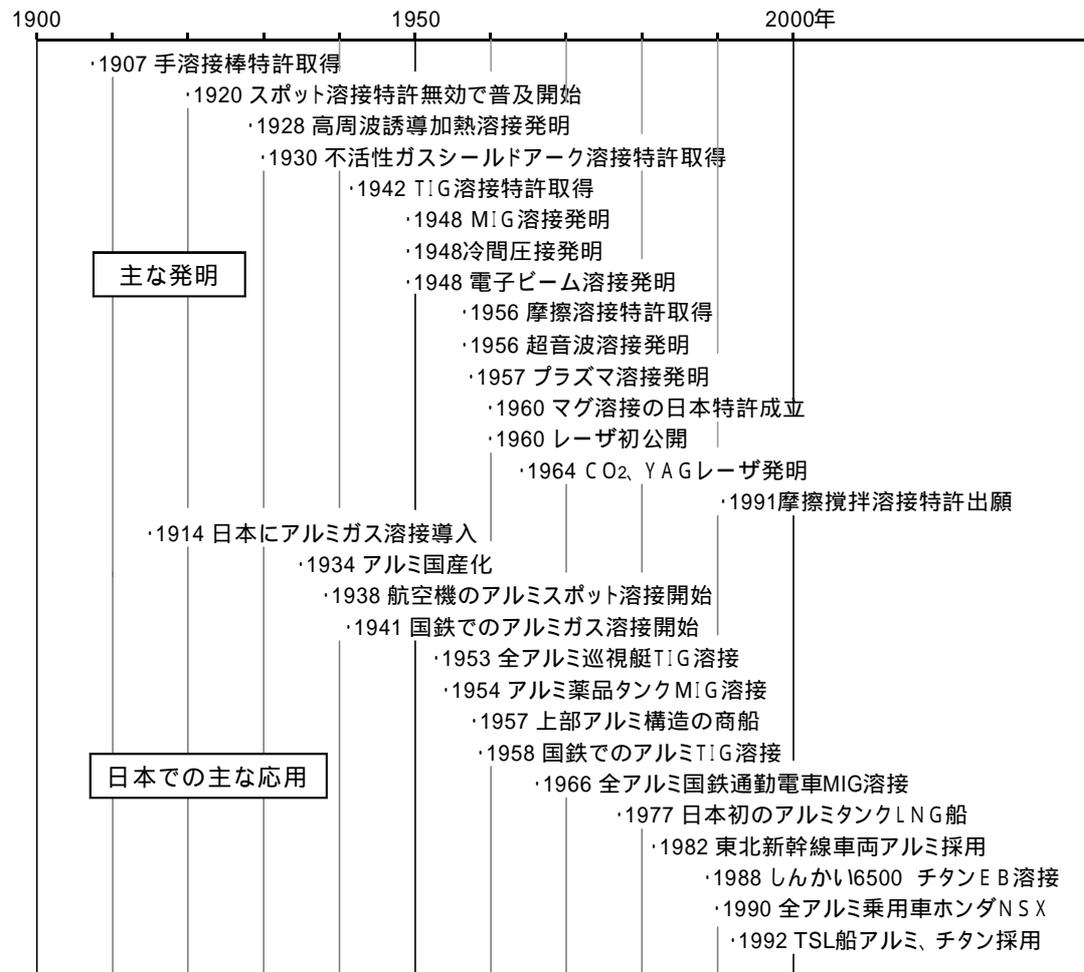
(図提供：TWI)

ない。一方、突合せ継手の片側の材料のみを、相手材に接するように攪拌すると、両材料の巻き込みのない接合も可能となる。工具の移動により連続的な溶接ができるが、重ね継手において工具を移動させないと、点状の溶接ができ摩擦攪拌スポット溶接と呼ばれる。

### 3. 過去の技術開発の経過概況

第 1-4-2 表に、過去の溶接関連の主要な発明、および軽金属材料の主要な溶接応用例の歴史的経過を示す。現在、使用されるほとんどの溶接が 20 世紀に入ってから 1960 年代までに発明された。このような中で、レーザ溶接は比較的新しい溶接である。また、摩擦攪拌溶接は、1991 年に特許出願された最も新しい溶接法である。このため摩擦攪拌溶接を、とくに注目すべき溶接法ととらえる。一方、応用例で見ると、船舶、鉄道車両が当該技術を牽引してきたといえる。1990 年に全アルミニウム乗用車が製造され、自動車におけるアルミニウム溶接の先駆けとなった。これらから、概略 1990 年以降が、摩擦攪拌溶接、軽金属の自動車溶接の技術開発の時代といえる。

第 1-4-2 表 主な溶接の発明と、日本での軽金属溶接応用の歴史的経過



(主に産報データより作成，

情報ソース <http://www.sanpo-pub.co.jp/CONTENTS/OMOSHIRO/REKISHI/1900-1934.html>，

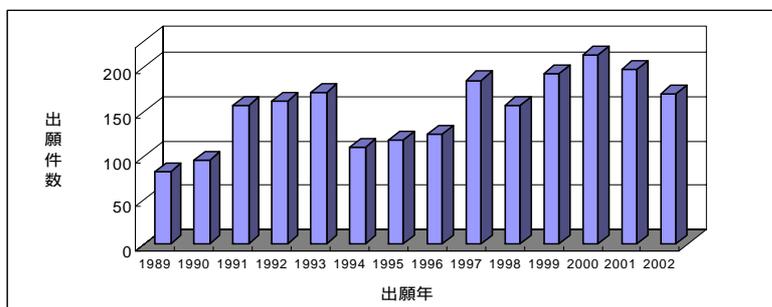
[/1935-1949.html](http://www.sanpo-pub.co.jp/CONTENTS/OMOSHIRO/REKISHI/1935-1949.html)，[/1950-1959.html](http://www.sanpo-pub.co.jp/CONTENTS/OMOSHIRO/REKISHI/1950-1959.html)，[/1960-1969.html](http://www.sanpo-pub.co.jp/CONTENTS/OMOSHIRO/REKISHI/1960-1969.html)，[/1970-1979.html](http://www.sanpo-pub.co.jp/CONTENTS/OMOSHIRO/REKISHI/1970-1979.html)，[/1980-1989.html](http://www.sanpo-pub.co.jp/CONTENTS/OMOSHIRO/REKISHI/1980-1989.html))

## 第2章 特許出願動向分析

### 第1節 全体の出願動向

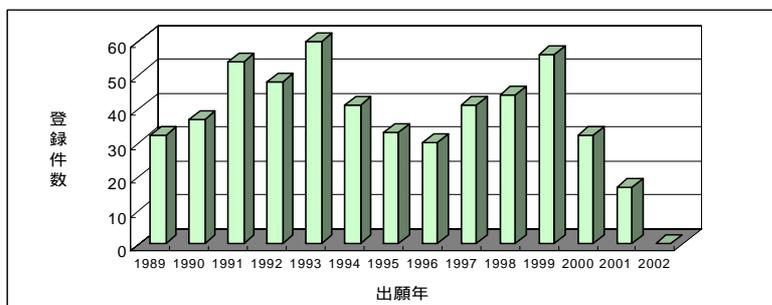
全体として当該テーマに関する出願は、下記に示すように日米欧で1980年代後半から増加している。その理由は、世界的な地球環境問題に端を発し、各種規制問題が起因していると思われる。世界的規模の規制問題についてその要点は、自動車の燃費の低減で米国のCAFE規制が具体化され始めた点、及び、CO<sub>2</sub>排出量の低減(京都議定書1997年)等がある。また、日本でも、省エネ法により1985年から自動車への規制が開始された。これらの対策が、自動車を中心とした重量物の軽量化 アルミニウム等の軽金属の使用 その接合技術として溶接方法の開発 発明・出願の増加へと繋がったと思われる。

第2-1-1図 日本出願における出願件数推移



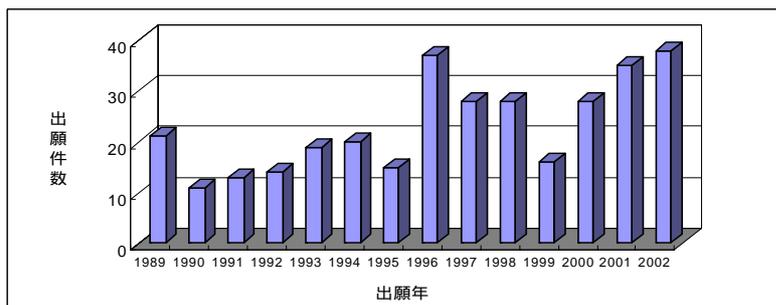
左図は当該テーマにおける日本出願の全体件数の推移を示す。期間は1989～2002年間であるが、全体として出願件数は上昇傾向を示しており、1989、1990年が約80件/年であるのに対して、2000～2002年は約2倍の180件/年の割合である。

第2-1-2図 日本出願における登録件数推移



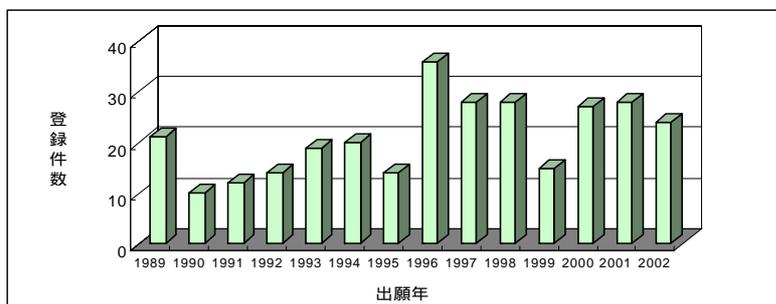
左図は当該テーマにおける上記日本出願中、登録となった件数の推移を示す。全体として経年的推移は、出願件数と同様に推移している。

第 2-1-3 図 米国出願における出願件数推移

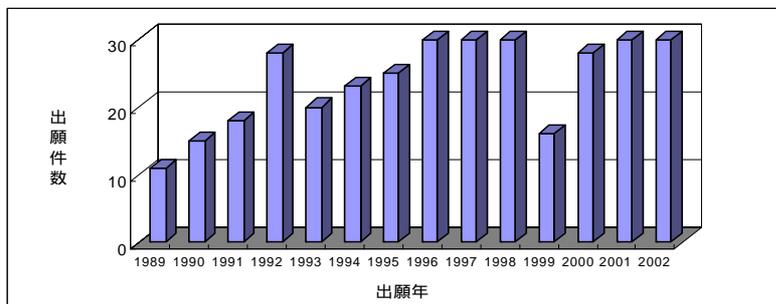


当該テーマに関する米国出願における出願件数も日本出願と同様に、経年的に増加傾向にある。ただし米国には最近まで出願公開制度がなかったため 2000 年以前については、登録件数と出願件数がほぼ同数となっている。

第 2-1-4 図 米国出願における登録件数推移

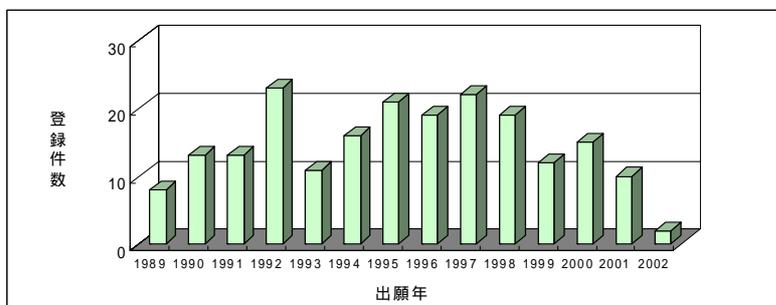


第 2-1-5 図 欧州出願における出願件数推移



当該テーマに関する欧州出願における出願件数も日本出願、米国出願と同様に、経年的に増加傾向にある。

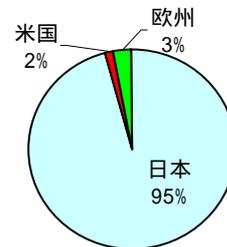
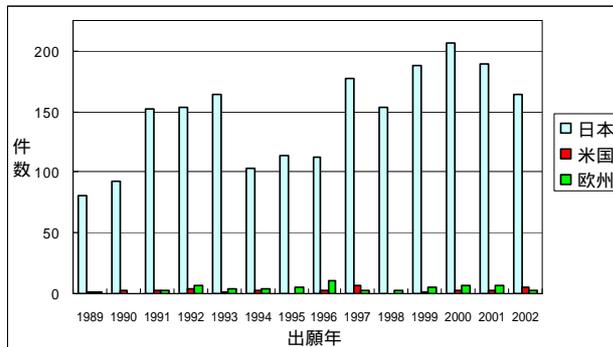
第 2-1-6 図 欧州出願における登録件数推移



## 第2節 出願先別 出願人国籍別の出願件数・登録件数推移

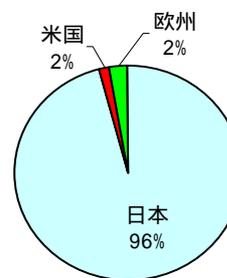
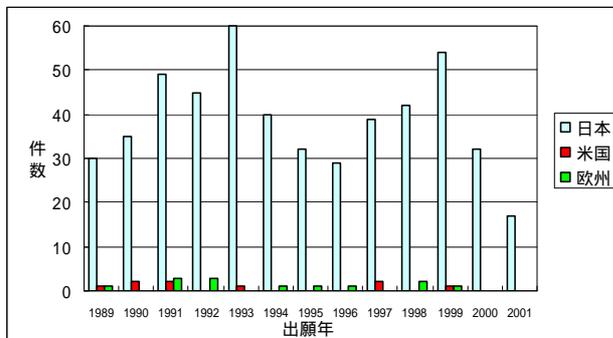
### 1. 日本出願における出願人国籍別の出願件数・登録件数推移

第2-2-1図 日本出願における出願人国籍別の出願件数推移



(下記注参照)

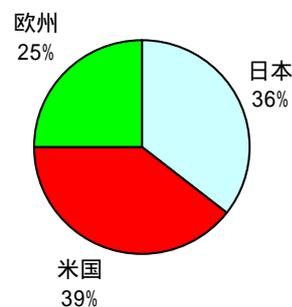
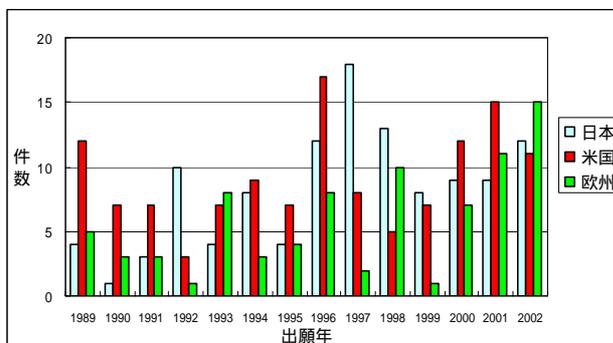
第2-2-2図 日本出願における出願人国籍別の登録件数推移



上図は日本出願における出願人国籍別の出願件数とその登録件数を各年で比較したものである。出願件数で見ると、日本人の出願が圧倒的に多く、全体の95%を占め、米国出願人は2%、欧州出願人は3%と僅かである。また、登録件数も同様の傾向を示しており、日本人の登録件数が全体の96%と圧倒的である。

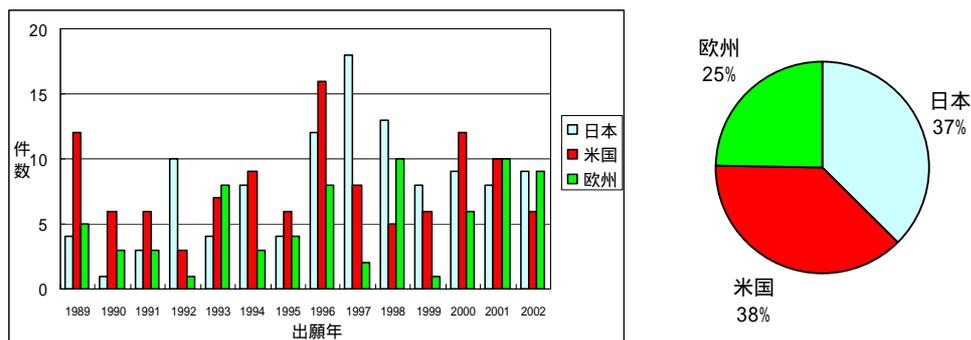
### 2. 米国出願における出願人国籍別の出願件数・登録件数推移

第2-2-3図 米国出願における出願人国籍別の出願件数推移



注) 上記円グラフは、調査期間(例えば1989~2002年)の累計を示したものである。次ページ以後も同様である。

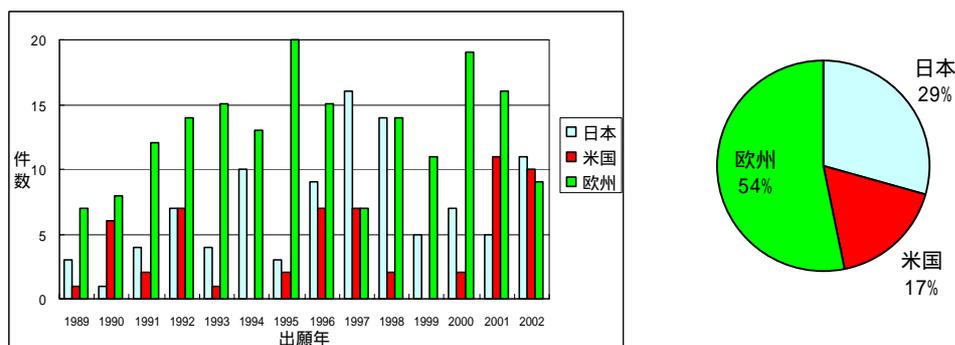
第 2-2-4 図 米国出願における出願人国籍別の登録件数推移



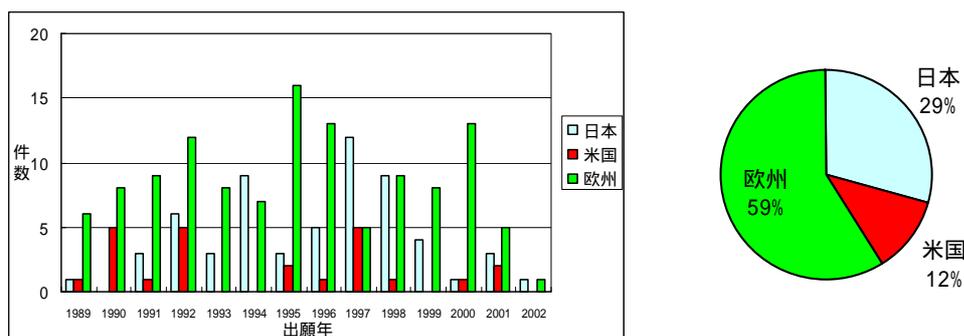
上図は米国出願における出願人国籍別出願件数と登録件数を示したものである。出願件数を見ると日米欧でほぼ近似した件数割合であり、前述の日本出願とは大きく異なっている。日本人の出願件数割合、登録件数割合がそれぞれ 36%、37%と多く、当該テーマに関して日本人の関心の高さが伺われる。

### 3. 欧州出願における出願人国籍別の出願件数・登録件数推移

第 2-2-5 図 欧州出願における出願人国籍別の出願件数推移



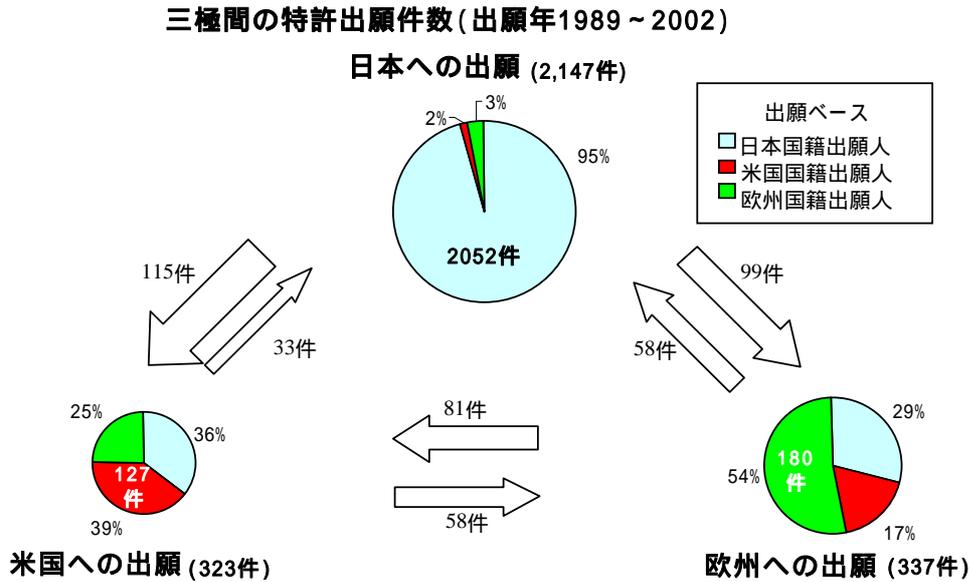
第 2-2-6 図 欧州出願における出願人国籍別の登録件数推移



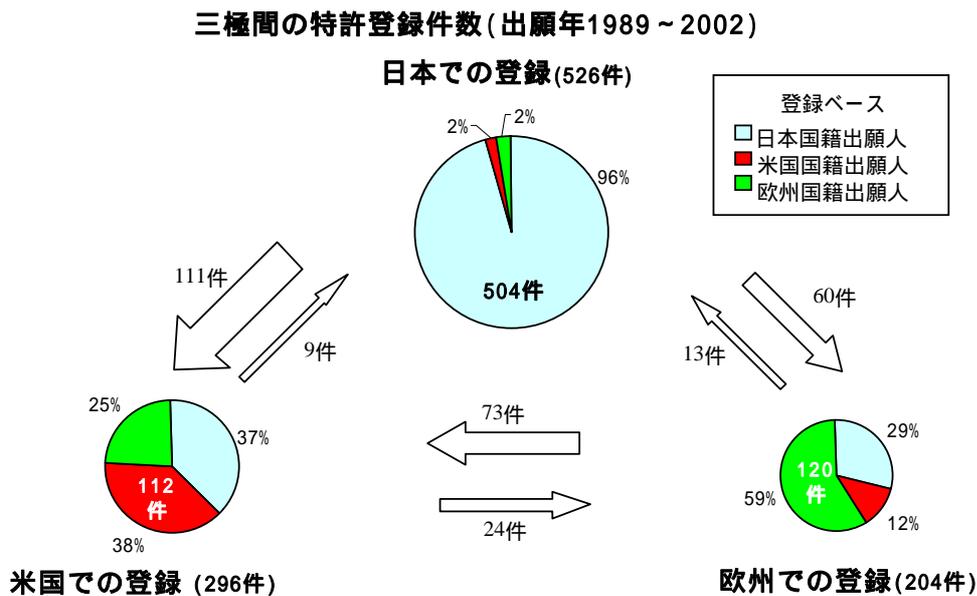
上図は欧州出願における出願人国籍別出願件数と登録件数の推移を示したものである。出願件数は欧州の出願人が最も多く、全体の 54%を占め、次いで日、米の順である。登録件数についても、欧州出願人が全体の 59%で、次いで日、米の順である。当該テーマとして、日米欧の出願人の出願件数は 1992 年から漸次上昇傾向となり、最近の 5 年ではほぼ横這い状況である。

4. 日米欧三極の出願人国籍別 出願件数及び登録件数収支

第 2-2-7 図 日米欧三極の出願人国籍別 出願件数収支



第 2-2-8 図 日米欧三極の出願人国籍別 登録件数収支



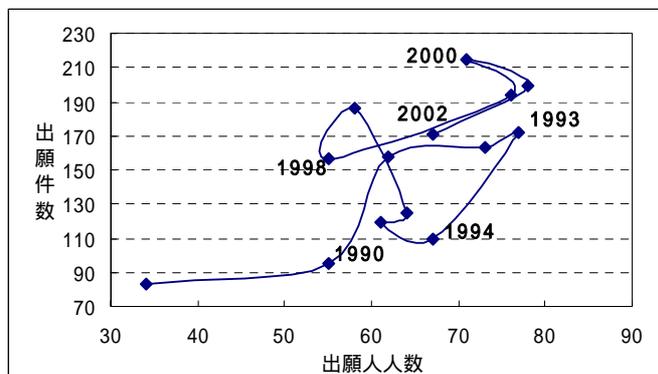
上図は三極における出願のフローを示したものである。日本出願の場合、検索データベースは PATOLIS を使用し、米国、欧州の場合は WPI を使用しているため、出力件数において差異がある可能性があるが、当該テーマに関して前記で述べたように、総じて、日本人の出願件数が非常に多く、したがって外国出願も相対的に多くなっている。

### 第3節 出願人国籍別出願件数 - 出願人人数推移

当節では、当該テーマに関し、三極において、出願件数と出願人人数の相関を見ようとしているものである。これにより世界における関心の深さが推定できる。

#### 1. 日本出願における出願件数と出願人人数との関係

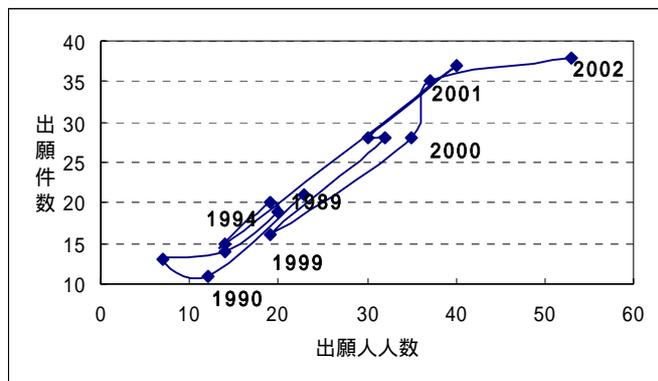
第2-3-1図 日本出願における出願件数と出願人人数との関係



左図は日本出願における出願件数と出願人人数の関係について示している。出願人人数は1989年～2002年を前半と後半で見た場合、前半においては60～70人、後半でも60～70人と余り大きな変化は見受けられない。ただし、前半期の初期においては増加傾向が伺え、当該テーマへの参加人数が増えて関心が高まっていると言えよう。なお、ここでは1件の出願で共同出願による2出願人の場合、出願人人数は2人としてカウントしている。

#### 2. 米国出願における出願件数と出願人人数との関係

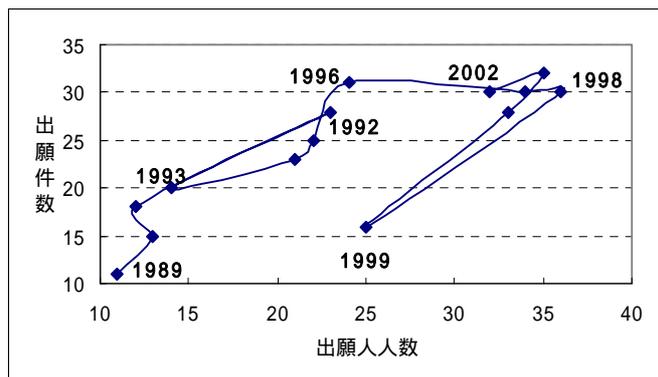
第2-3-2図 米国出願における出願件数と出願人人数との関係



左図は米国出願における出願件数と出願人人数の関係について示している。前半期において10～30人の出願人に対し、後半期において40～50人と増加傾向で関心の高まりが伺え、また、出願件数も増加傾向を示している。

#### 3. 欧州出願における出願件数と出願人人数との関係

第2-3-3図 欧州出願における出願件数と出願人人数との関係



左図は欧州出願における出願件数と出願人人数の関係を示している。2000～2002年の後半期において出願件数、出願人人数は増加傾向であり、当該テーマにおいて関心のある出願人が世界的に増えてきた事を示している。

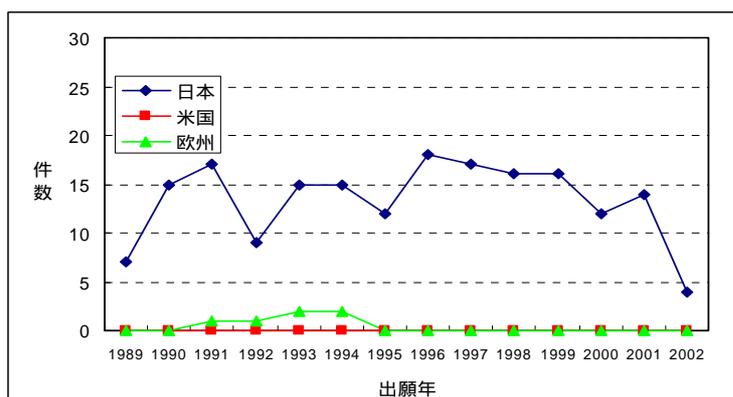
### 第3章 技術区分別動向分析

#### 第1節 日本出願における 出願人国籍別 技術区分別の出願件数推移

当該テーマに関して、技術区分（溶接方法）として、「アーク溶接、抵抗スポット+抵抗溶接、レーザ溶接、摩擦撈拌溶接、ろう接」の5区分について、日本出願の出願人国籍別出願件数推移を調査した。この5区分は出願件数が上位の技術である（下記注参照）。

##### 1. アーク溶接

第3-1-1図 日本出願における出願人国籍別 出願件数の推移

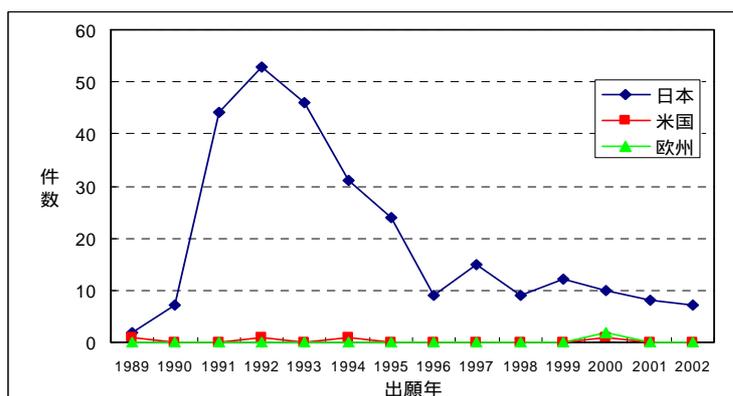


左図は当該テーマに係るアーク溶接についての日本出願で、かつ、それを出願人の国籍別に分類して出願件数の動向を見たものである。日本人の出願件数は年間15件程度で横這い状態である。2002年には極端に減少しているが、これは後述する摩擦撈拌溶接技術の台頭によるものと思われる。

最近の出願の明細書でも、非鉄金属による軽量化のため、従来はアーク溶接が行われていたが、これに代わるものとして、最近では摩擦撈拌溶接が行われてきているとの記載が多々見られ、技術の変移が伺える。欧米人の出願件数は通年でほとんどなく目立たない。

##### 2. 抵抗スポット+抵抗溶接

第3-1-2図 日本出願における出願人国籍別 出願件数の推移

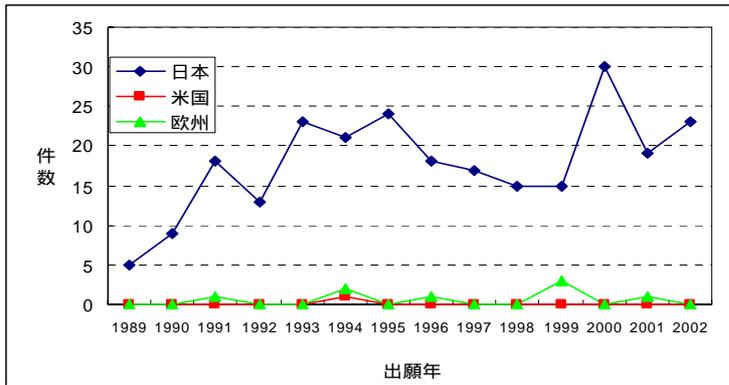


左図は当該テーマに係る抵抗スポット、抵抗溶接についての日本出願で、かつそれを出願人の国籍別に分類して出願件数の動向を見たものである。日本人による出願が1991年頃から数年間増加しているが、その後は低位で沈静化している。

注) 技術区分の属性付与: 1件の出願で、発明内容が複数の技術区分に適用できるとの記載があれば、技術区分として複数の件数をカウントしている(例えば、1出願でこの発明はアーク溶接及びレーザ溶接に適用可能とした場合、該当する各々の技術区分でそれぞれ1件としてカウントしている)。

### 3. レーザ溶接

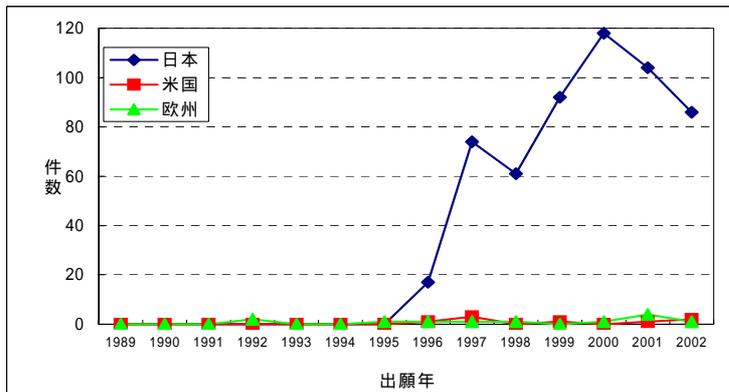
第 3-1-3 図 日本出願における出願人国籍別 出願件数の推移



左図は当該テーマに係るレーザー溶接についての日本出願で、かつ、それを出願人の国籍別に分類して出願件数の動向を見たものである。日本人の出願が平均で年 20 件程出されており、当該テーマに大きく関与した溶接技術であることが分かる。これに対して欧米人の日本出願はほとんどなく、その差は顕著である。

### 4. 摩擦攪拌溶接

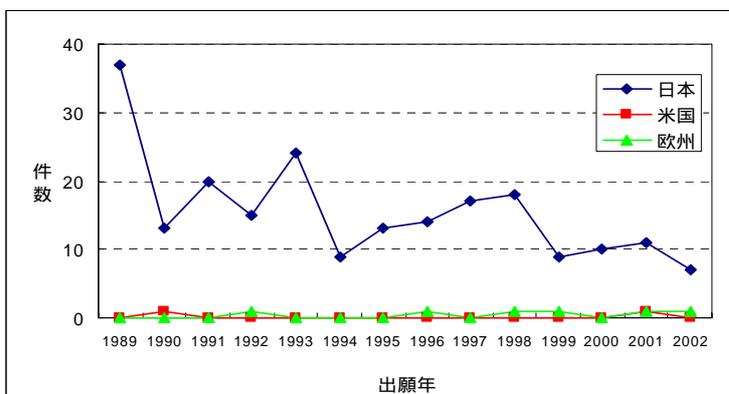
第 3-1-4 図 日本出願における出願人国籍別 出願件数の推移



左図は当該テーマに係る摩擦攪拌溶接についての日本出願で、かつ、それを出願人の国籍別に分類して出願件数の動向を見たものである。日本人による出願が 1996 年から急増しており後半期は年 100 件程の出願がなされており、日本人の関心が高いことがよく分かる。これに対して欧米からの出願はほとんどなく、その差異は顕著である。

### 5. ろう接

第 3-1-5 図 日本出願における出願人国籍別 出願件数の推移



左図は当該テーマに係るろう接についての日本出願で、かつそれを出願人の国籍別に分類して出願件数の動向を見たものである。日本人による出願は、1989 年をピークに、減少傾向にある。本溶接法は大量生産処理で難があり、自動車のラジエータの接合等で使われるが出願人が限定された業種であり、かつ技術的に飽和時期に来ているものと思われる。また、欧米からの出願はほとんどない状態である。

第2節 注目研究開発テーマの出願先別 出願人国籍別 出願件数・登録件数の推移  
(TWI のデータベースによる摩擦撈拌溶接に関する特許動向の分析)

これまでの分析で明らかになったように、非鉄金属材料の溶接に関する特許において、摩擦撈拌溶接が現在、最も注目されている溶接法である。

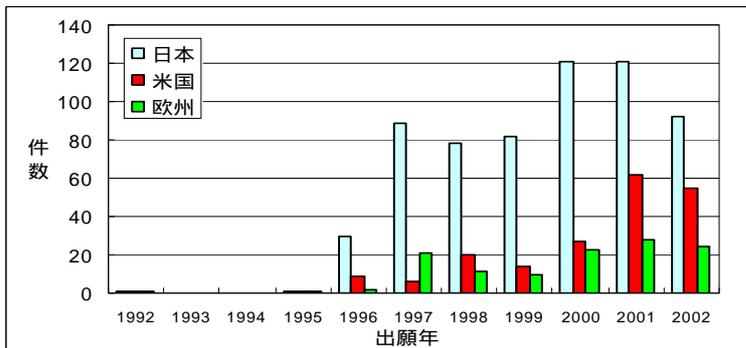
同溶接法は英国の TWI が基本特許を有しているが、TWI は摩擦撈拌溶接の技術普及のために多くの活動をしている。そのひとつに、摩擦撈拌溶接に関する特許データベースの公開がある。これは、TWI が定期的に全世界レベルで出願特許を収集しているものである。TWI のデータベースの作成収集の対象は摩擦撈拌溶接に関連するすべての特許であり、特に非鉄金属材料の溶接等に限定したものではない。

一方、本調査の摩擦撈拌溶接の特許検索においては、対象材材料をアルミニウム、チタン、マグネシウム等の合金に限定し、対象製品についても電子部品やクラッド材等の軽量化に直接寄与しないものも除外している等の違いがある。

したがって、摩擦撈拌溶接に関する特許出願動向の全貌を知る上では、TWI のデータベースを用いて特許動向を分析することが極めて有用であることから、本節では、TWI データベースに基づいた解析を実施する。

1. 出願先別出願件数の比較推移

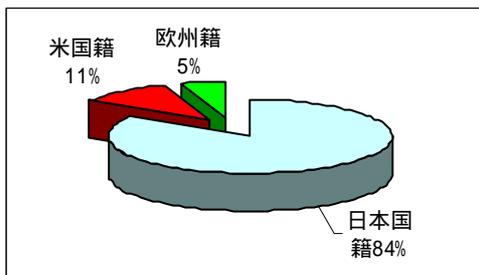
第3-2-1図 出願件数の比較推移



左図は日米欧の出願先別出願件数を一つのグラフで比較表現したものである。世界的トレンドとして1996年からFSWに関して出願が顕著になされ始めている。これはTWIの基本出願が1992年(優先日:1991年)、1995年(優先日:1994年)に出された影響と思われる。出願件数の多さは、日本、米国、欧州の順である。

2. 出願人の国籍別出願件数の比較

第3-2-2図 出願人の国籍別出願件数の比較

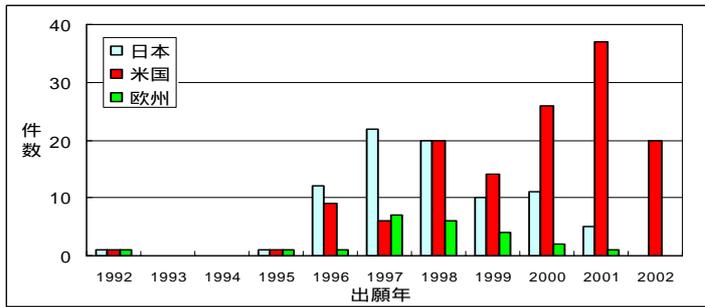


出願先 \ 出願人国籍	日本国籍	米国籍	欧州籍
日本	605	7	3
米国	105	76	14
欧州	72	20	29
計	782	103	46

上図を見ると、日米欧において日本国籍の出願が全体の8割以上を占め、次いで米国籍が1割、欧州籍が5%である。

### 3. 出願先別登録件数の比較推移

第 3-2-3 図 登録件数の比較推移

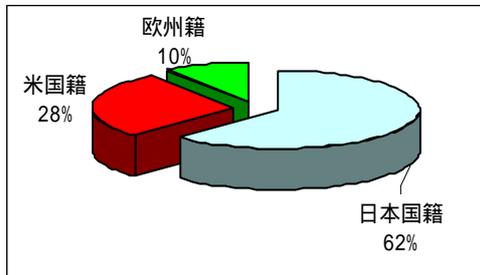


左図は日米欧の出願先別登録件数を一つのグラフで比較表現したものである。

これを見ると米国における登録件数が、日本、欧州に比べて極端に多い。これは、USPTO、JPO、欧州における審査時期の違いによるものである。

### 4. 出願人の国籍別登録件数の比較

第 3-2-4 図 出願人の国籍別登録件数の比較



出願先 \ 出願人国籍		出願人国籍		
		日本国籍	米国籍	欧州籍
出願先	日本	80	0	2
	米国	61	61	12
	欧州	8	5	10
	計	149	66	24

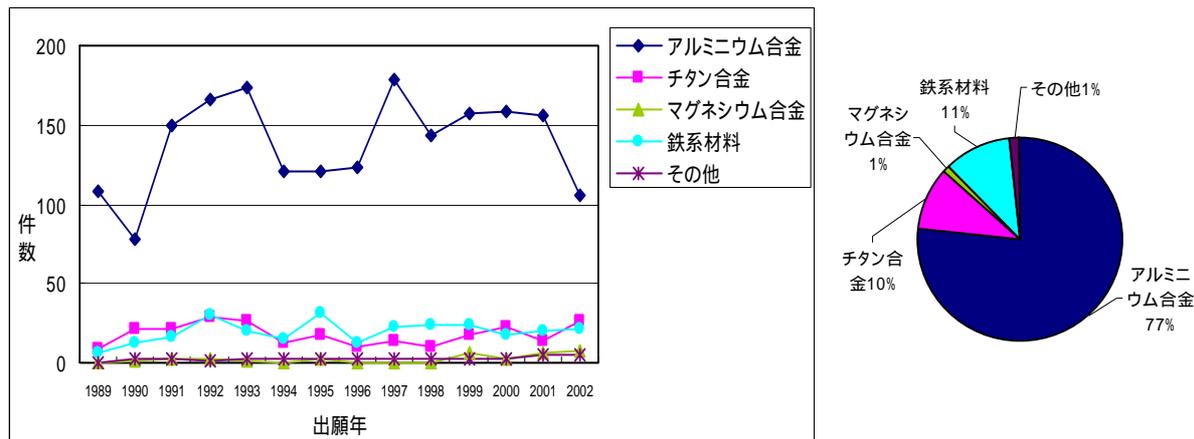
出願件数と同様に日本国籍の登録件数が全体件数中 62%と高く、次いで米国籍の 28%、欧州籍の 10%と続いている。

### 第3節 材料（材質）別 出願件数・登録件数の推移

当該テーマは非鉄金属材料を用いて製品の軽量化を図るものであるが、その材料が如何なる金属元素であるかについて着目して、出願から見た動向を分析した（本分析のDBはPATOLIS,WPI）。なお、重点をおいて調査をした元素はアルミニウム、チタン、マグネシウムの3元素である（各元素に係る合金をも含む）。

#### 1. 日本出願における出願件数の比較推移

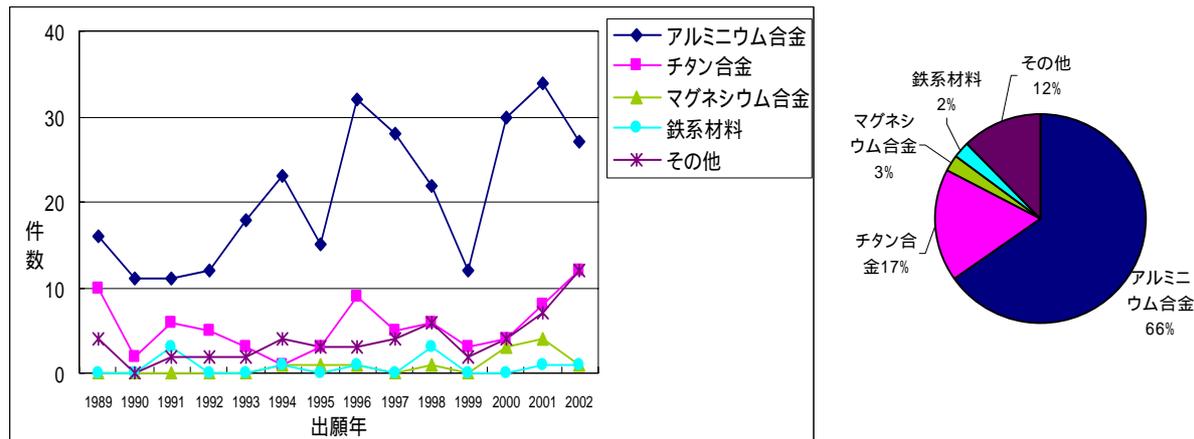
第3-3-1図 日本出願における出願件数の年次別比較推移



上図は日本出願における非鉄金属対象材が何かを分析したものである。累計で見るとアルミニウムの比率が77%、鉄系（鉄と別の非鉄金属との異材）の比率が11%、チタンの比率が10%、マグネシウムの比率が1%と、アルミニウムでの軽量化追及の傾向が顕著である。

#### 2. 米国出願における出願件数の比較推移

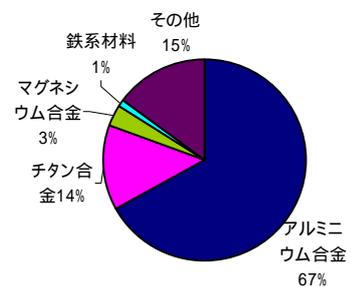
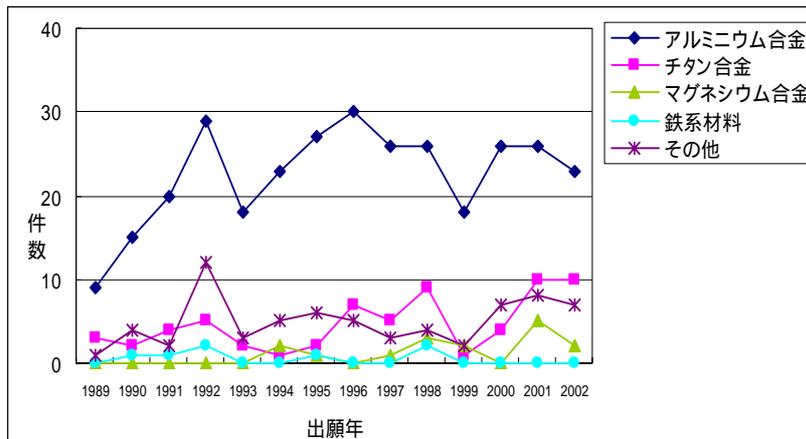
第3-3-2図 米国出願における出願件数の年次別比較推移



上図は米国出願における非鉄金属対象材が何かを分析したものである。累計で見るとアルミニウムの比率が66%、鉄系（鉄と別の非鉄金属との異材）の比率が2%、チタンの比率が17%、マグネシウムの比率が3%と、日本出願と同様にアルミニウムでの軽量化追及の傾向が顕著である。日本出願との違いはチタンの出願割合が最近伸びていることである。ただし、実出願件数で見ると日本出願におけるチタンの件数は米国より多い。

### 3. 欧州出願における出願件数の比較推移

第 3-3-3 図 欧州出願における出願件数の年次別比較推移

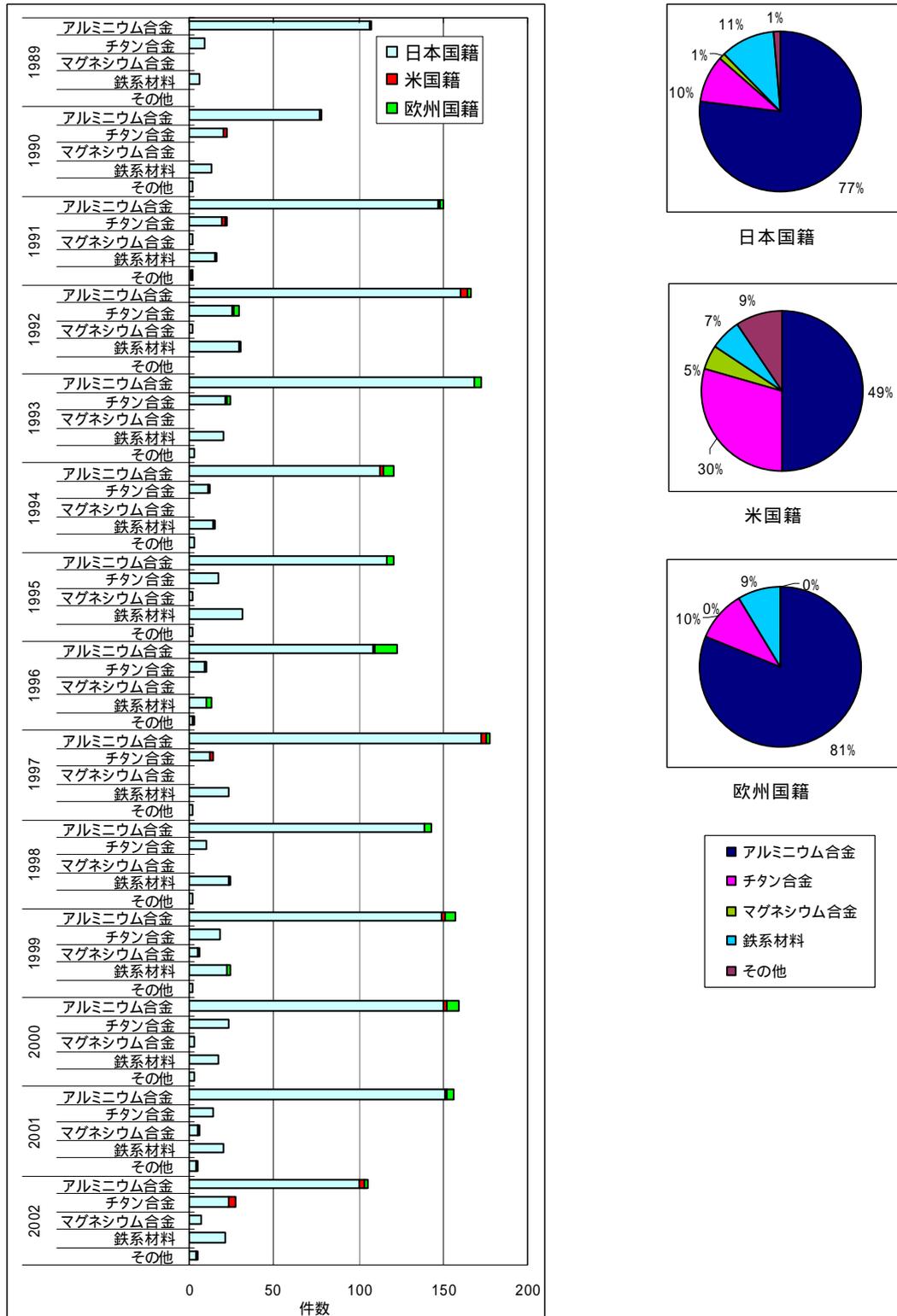


上図は欧州出願における非鉄金属対象材が何かを分析したものである。累計で見るとアルミニウムの比率が 67%、鉄系（鉄と別の非鉄金属との異材）の比率が 1%、チタンの比率が 14%、マグネシウムの比率が 3%と、日本出願と同様にアルミニウムでの軽量化追及の傾向が顕著である。日本出願との違いは、米国出願同様チタンの出願割合が最近伸びていることである。

#### 4. 日本出願における出願人国籍別出願件数の比較推移

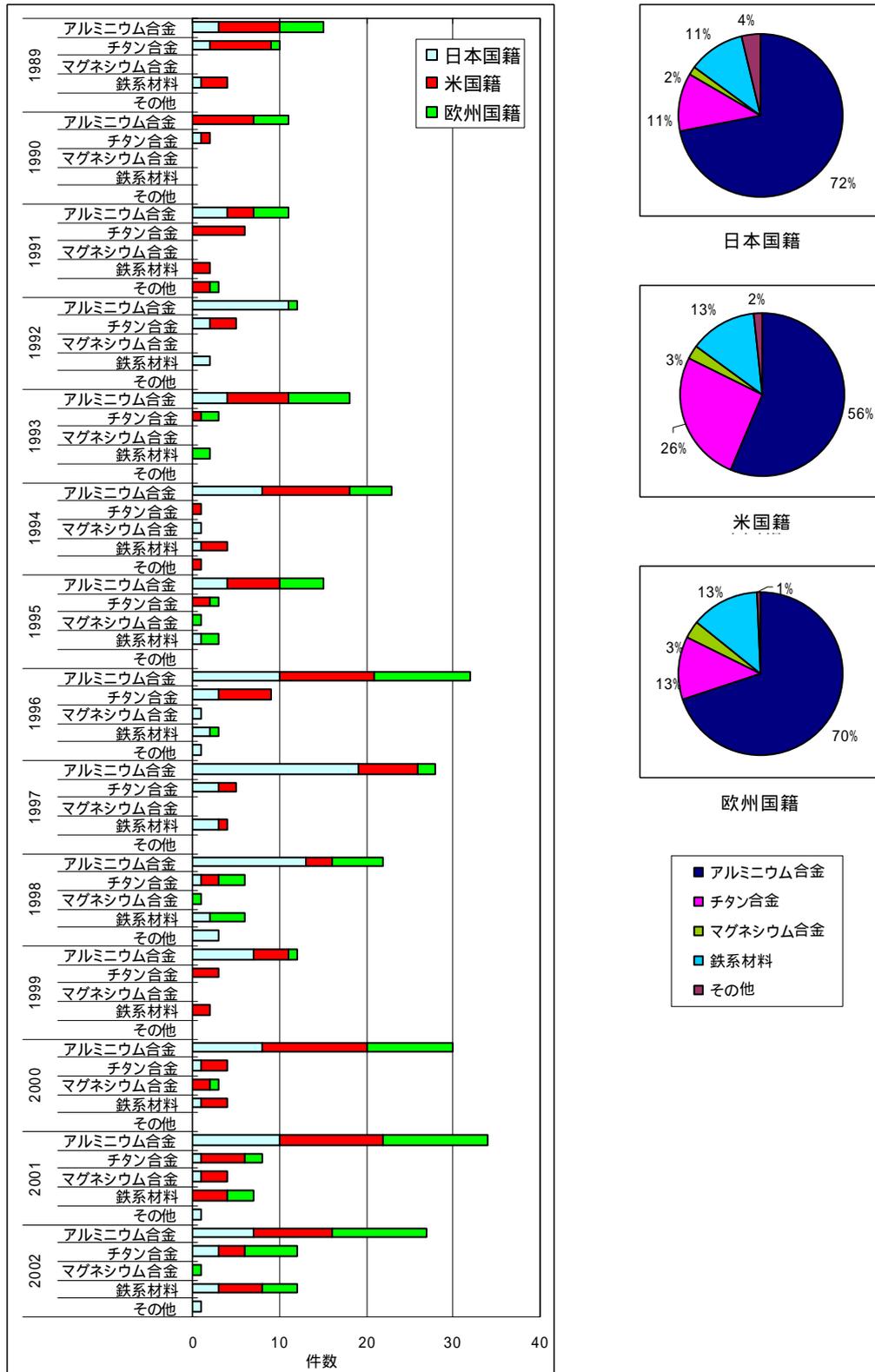
前項1,2,3では日米欧の出願人国籍別仕分けを行っていないが、本4項及び後の5,6項ではそれを更に国籍別に仕分け細分化し、国籍別にどのような材料に出願を注力しているかを分析した。

第3-3-4図 日本出願における出願人国籍別出願件数の比較推移



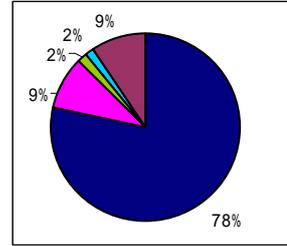
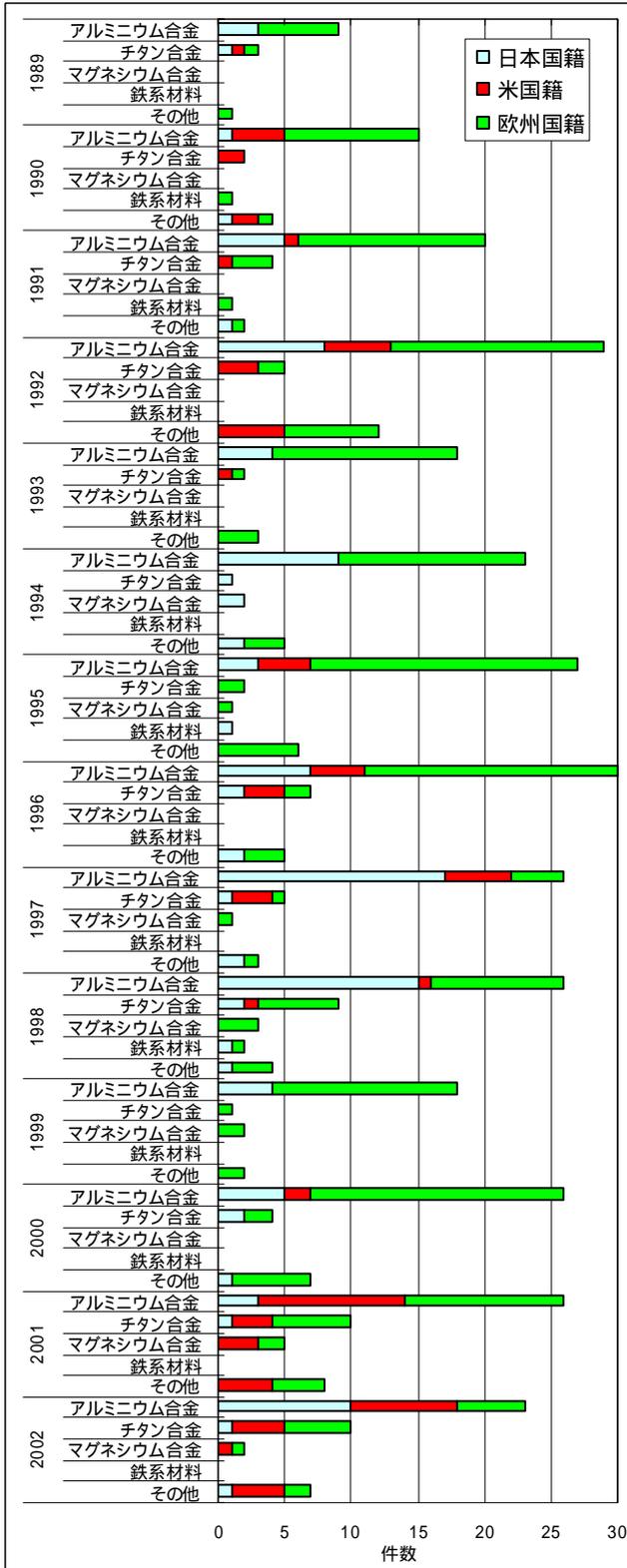
5. 米国出願における出願人国籍別出願件数の比較推移

第 3-3-5 図 米国出願における出願人国籍別出願件数の比較推移

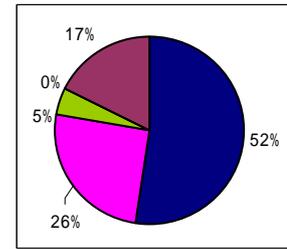


6. 欧州出願における出願人国籍別出願件数の比較推移

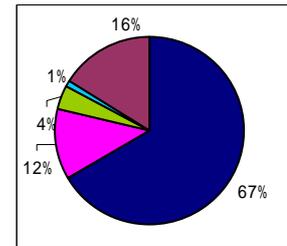
第 3-3-6 図 欧州出願における出願人国籍別出願件数の比較推移



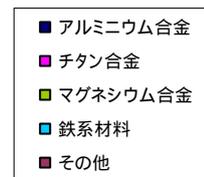
日本国籍



米国籍



欧州国籍



前記4項の日本出願で見ると、日本国籍の出願人の場合、材料はアルミニウムの比率が77%、次いで鉄系材料(11%)、チタン(10%)の順である。米国籍の場合は、アルミニウム(49%)、チタン(30%)と、チタンの比率が高い。また、欧州国籍の場合、アルミニウム(81%)、チタン(10%)が多く、その傾向は日本国籍と類似している。

5項の米国出願で見ると、日本国籍の場合、上記と同様の傾向であり、米国籍の場合は、アルミニウム(56%)、チタン(26%)とやはりチタンの比率が高い。これは、航空機・ロケットでエンジンの材料としてチタンが使われることに起因していると思われる。この事は次節で述べる製品用途の分析でも米国籍の出願は航空・宇宙関係の製品を対象としている案件が多いことより裏付けられている。また、欧州国籍の場合、日本国籍の傾向と類似している。

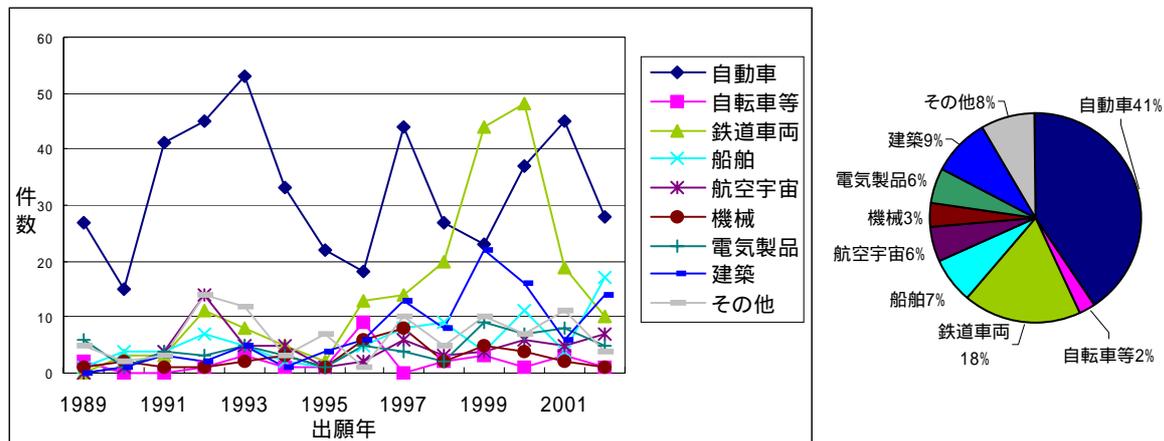
6項の欧州出願を見た場合、その傾向は上記の米国出願の傾向と大略類似している。

## 第4節 用途別 出願件数・登録件数の推移

当該テーマは非鉄金属材料を用いて製品の軽量化を図るものであるが、その用途がいかなる製品に使われているのかについて着目して、出願から見た動向を分析した。

### 1. 日本出願における出願件数の比較推移

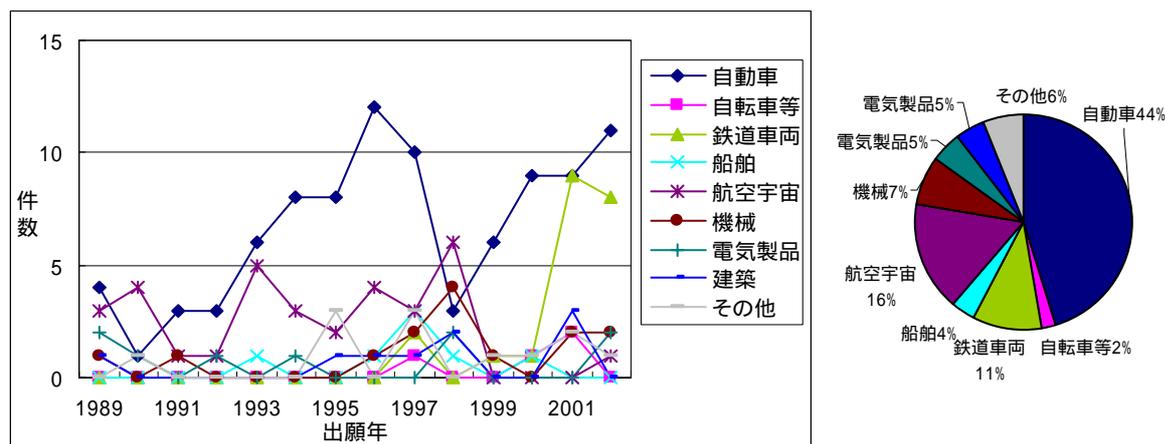
第3-4-1図 日本出願における出願件数の年次別比較推移



上図は日本出願における用途別の出願件数の推移を示す。累計で見ると、自動車が 41%、鉄道車両が 18%、次いで建築、船舶、航空宇宙、電気製品と続いている。年次別で見ると、自動車はコンスタントに多いが、最近では 1996 年から 2000 年にかけて鉄道車両が急速に増えている。これは鉄道車両の車体でアルミニウム化が進んでおりこれを反映したものである。

### 2. 米国出願における出願件数の比較推移

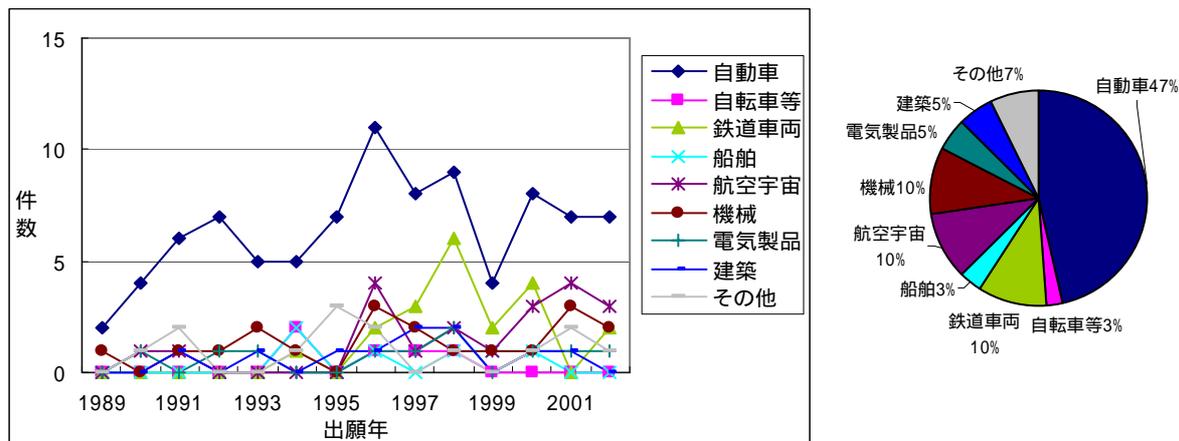
第3-4-2図 米国出願における出願件数の年次別比較推移



上図は米国出願における用途別の出願件数の推移を示す。累計で見ると、自動車が 44%、航空宇宙が 16%、鉄道車両が 11%、次いで機械と続いている。日本出願との大きな相違は航空宇宙関係で、米国ではボーイング社等の航空機会社が軽量化で本技術に注力しており実出願件数自体は少ないが出願割合としては高い。鉄道車両で見ると最近出願件数が増えている。

### 3. 欧州出願における出願件数の比較推移

第 3-4-3 図 欧州出願における出願件数の年次別比較推移

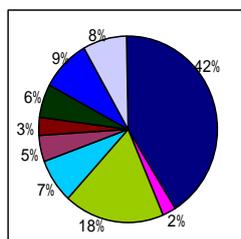
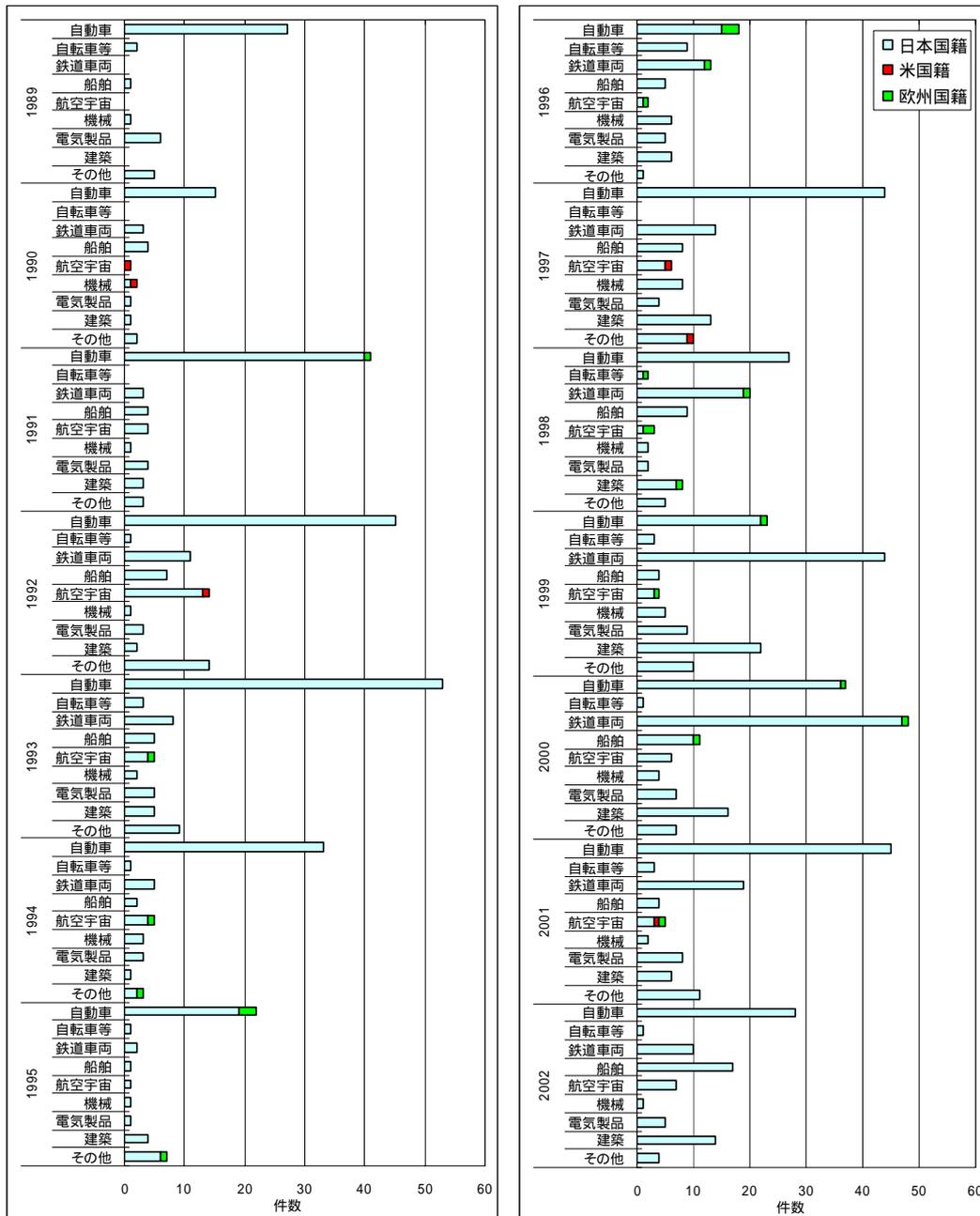


上図は欧州出願における用途別の出願件数の推移を示す。用途別の傾向は、自動車においては日米と類似の状態、航空宇宙においては日米の中間の位置にある。ただし、実出願件数自体は前記米国出願同様、日本出願よりかなり少ない。

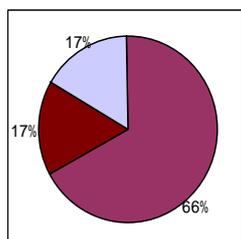
#### 4. 日本出願における出願人国籍別出願件数の比較推移

前項 1,2,3 では日米欧の出願人国籍別仕分けを行っていないが、本 4 項及び後の 5,6 項ではそれを更に国籍別に仕分け細分化し、国籍別にどのような製品用途に出願を注力しているかを分析した。

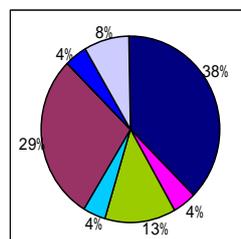
第 3-4-4 図 日本出願における出願人国籍別出願件数の比較推移



日本国籍



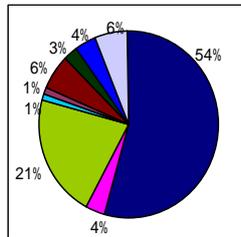
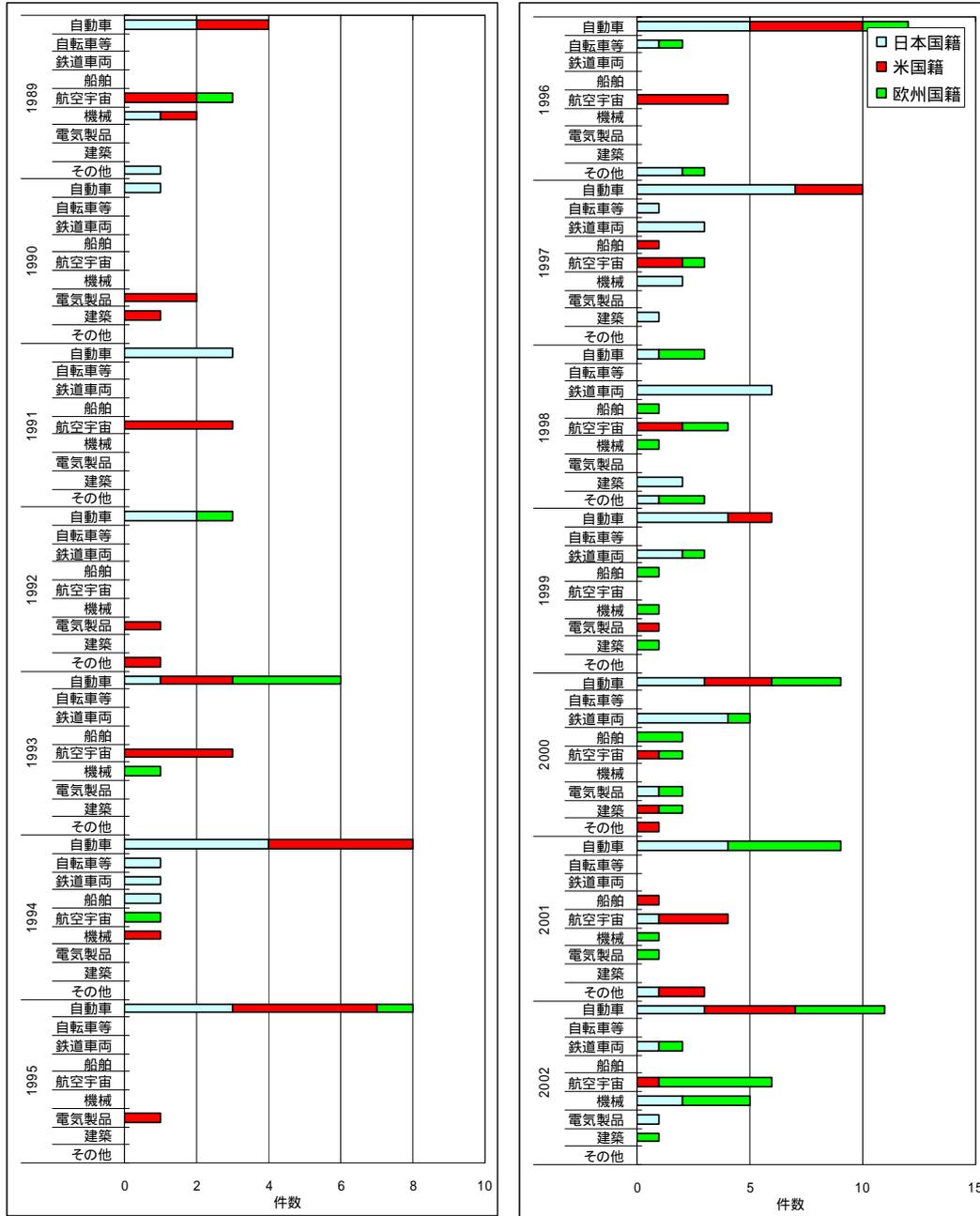
米国籍



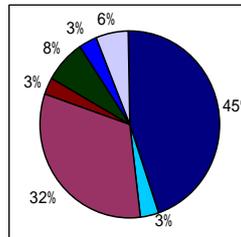
欧州国籍

## 5. 米国出願における出願人国籍別出願件数の比較推移

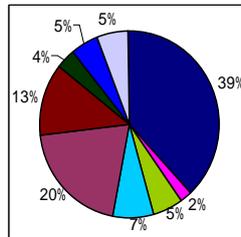
第3-4-5図 米国出願における出願人国籍別出願件数の比較推移



日本国籍



米国籍

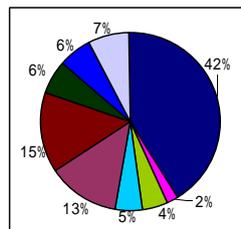
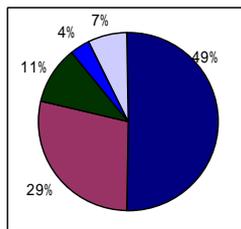
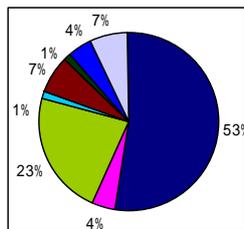
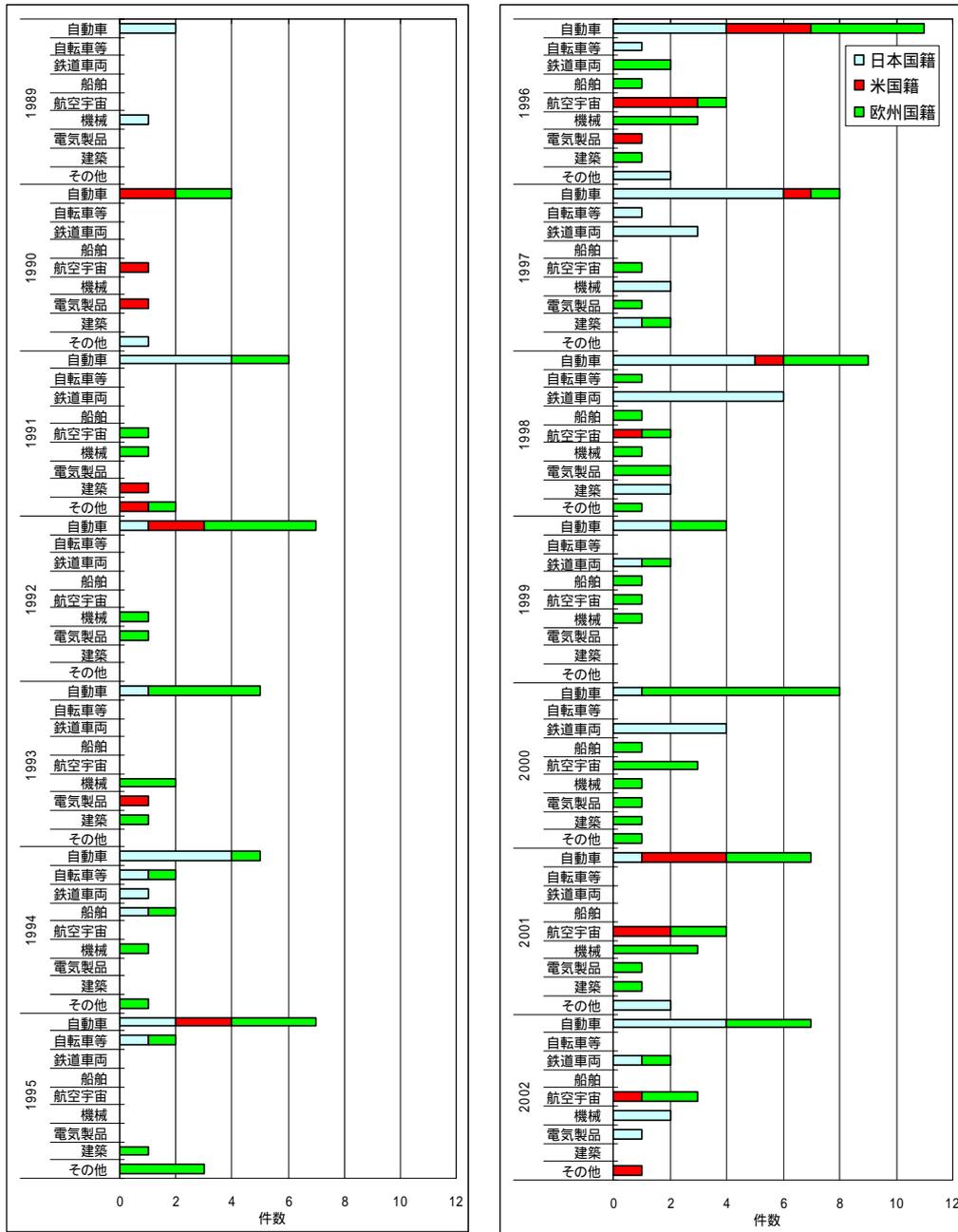


欧州国籍



## 6. 欧州出願における出願人国籍別出願件数の比較推移

第3-4-6図 欧州出願における出願人国籍別出願件数の比較推移



前記 4 項の日本出願で見ると、日本国籍の出願人の場合、用途は自動車 (42%)、鉄道車両 (18%)が多い。これに対して米国籍の場合、航空宇宙 (66%)、機械 (17%)が多い。また、欧州国籍の場合、そのほぼ中間に位置し自動車 (38%)、航空宇宙 (29%)、機械 (13%)が多い。

この傾向は欧米の場合、大手の航空機メーカーが存在するのに対し、日本の場合、それらのメーカーが実質的に存在しないことによるものと考えられる。

5 項の米国出願で見ると、日本国籍の出願人の場合、用途は自動車 (54%)、鉄道車両 (21%)が多くそのトレンドは上記と同様である。米国籍の場合、自動車 (45%)、航空宇宙 (32%)が多く、欧州国籍は自動車 (39%)、航空宇宙 (20%)、機械 (13%)が多い。

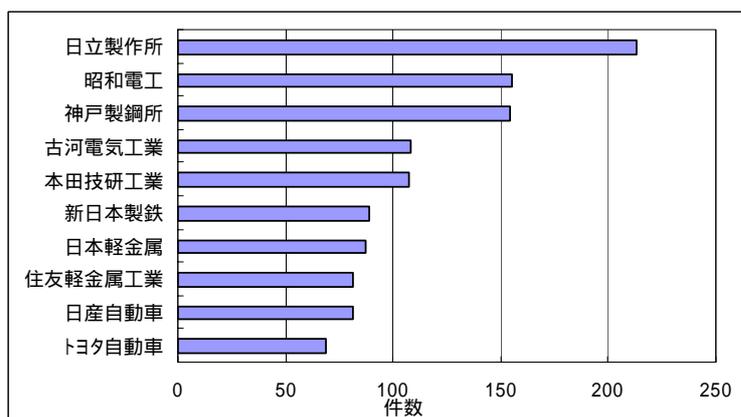
6 項の欧州出願を見た場合、その傾向は上記の米国出願の傾向と大略類似している。

## 第4章 出願人別動向分析

本章では当該テーマに関して、出願人別、発明者別に出願件数及び登録件数をランキング付けし、それらの動向を調べたものである。

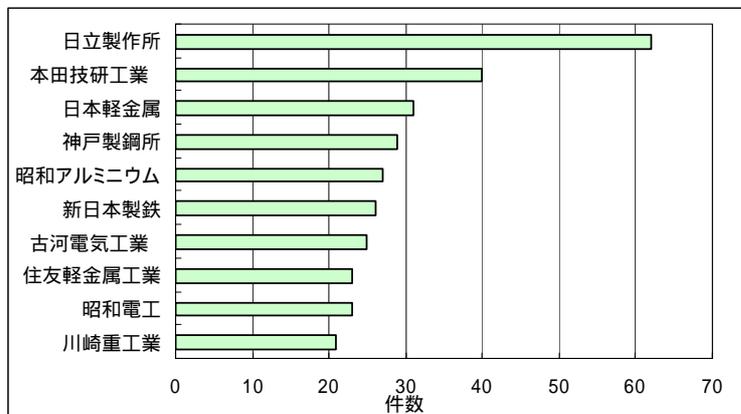
### 第1節 日本出願における出願件数・登録件数ランキング上位10社

第4-1-1図 日本出願における出願件数上位10社



左図は当該テーマについて、日本出願全体における出願件数の上位10出願人を調べたものである。日立製作所が最も件数が多く、これは後述するが主に摩擦攪拌溶接に関するものである。業種としては重工業メーカー、アルミニウムを中心とした非鉄金属製造メーカー（下記注参照）、自動車製造メーカーが上位にあり、各業界の製品は当該テーマに即したものとえよう。

第4-1-2図 日本出願における登録件数上位10社



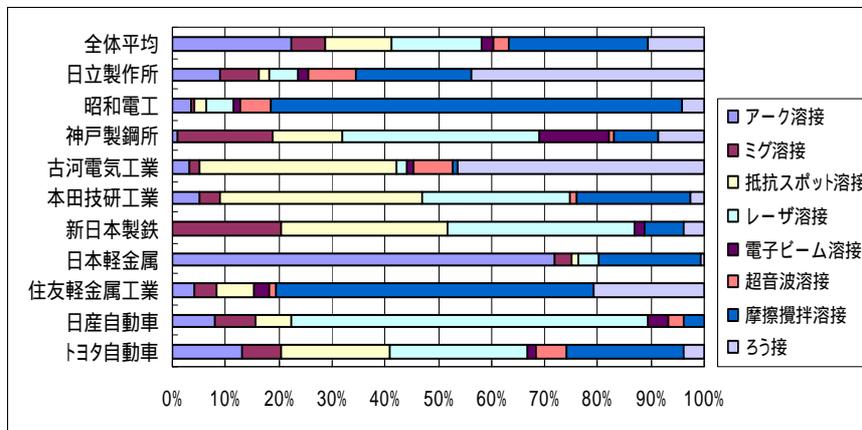
左図は日本出願において、登録件数の多い上位10出願人を示したものである。出願人の出願件数と登録件数は必ずしも比例はしないが、やはり日立製作所を始め、出願件数の多い企業が登録件数も多い。

注) 昭和電工と昭和アルミニウムは、2001年3月に合併しているが、本書では、PATOLIS,WPIで出力・表示された出願人名で記載している。また、その他の出願人名についても、上記検索データベースで表示された名称を基本として表示している。

## 第 2 節 出願人別 出願件数上位ランキング (全体、技術 8 区分)

### 1. 日本出願における上位 10 出願人別 上位技術 8 区分の出願件数・登録件数の割合比較

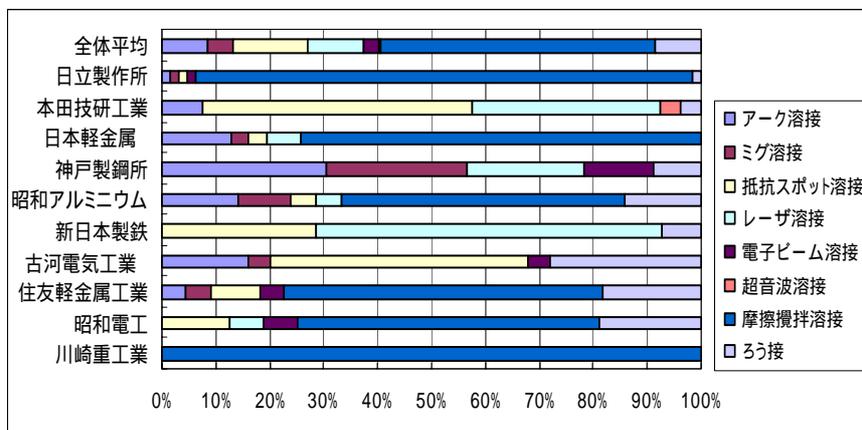
第 4-2-1 図 日本出願における上位 10 出願人別 上位技術 8 区分の出願件数割合比較



左図は日本出願における上位 10 出願人の上位 8 技術区分について、出願件数割合を示したものである。これにより、各出願人がどのような技術分野において注力して研究開発をしているのかが推定できる。日立製作所は

アーク溶接、摩擦攪拌溶接について出願割合が多い。アルミニウムメーカーの昭和電工、住友軽金属工業は、摩擦攪拌溶接技術に特化した出願傾向が伺える。日産自動車の場合、レーザ溶接に注力している傾向が伺えるが、本田技研工業やトヨタ自動車は、アーク溶接、レーザ溶接、摩擦攪拌溶接でほぼ同じ位の割合で出願している。

第 4-2-2 図 日本出願における上位 10 出願人別 上位技術 8 区分の登録件数割合比較

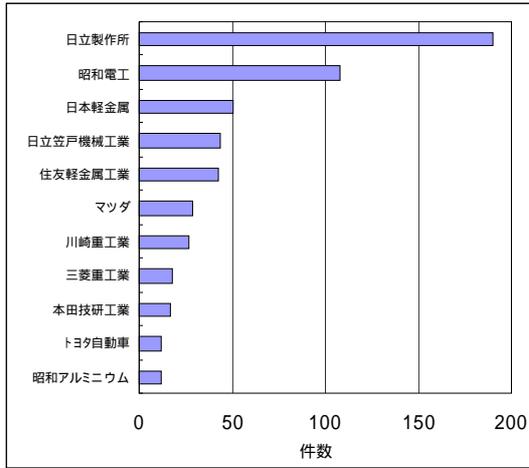


左図は日本出願において、登録件数の多い上位 10 出願人の上位 8 技術区分について、登録件数の割合を示したものである。日立製作所、日本軽金属、川崎重工業等は登録特許の大半が摩擦攪拌溶接に関するものである。なお、上記出願件数の多

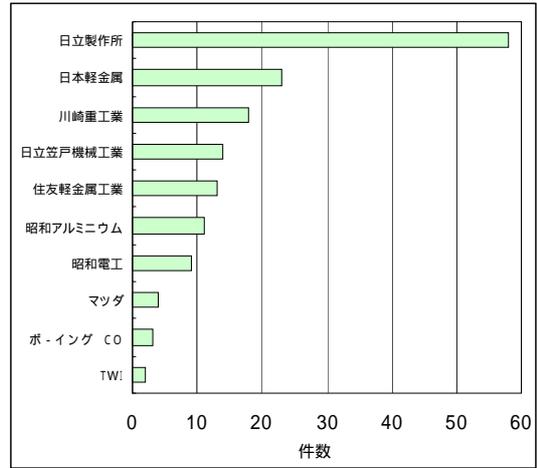
い 10 社名と登録件数の多い 10 社名は必ずしも一致はしない。参考までに、注目技術である摩擦攪拌溶接とレーザ溶接について、出願人上位 10 人のランキングを次ページに示す。

「摩擦攪拌溶接」

第 4-2-3 図 出願件数による比較



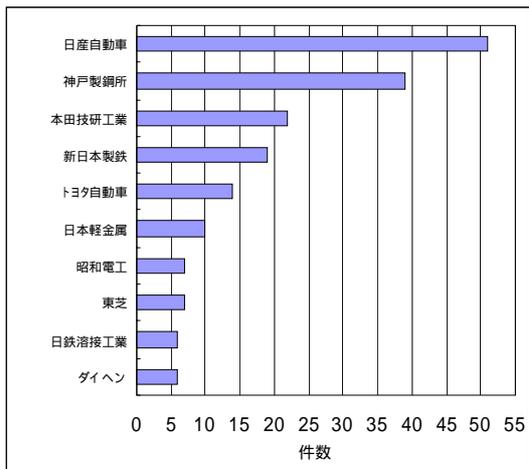
第 4-2-4 図 登録件数による比較



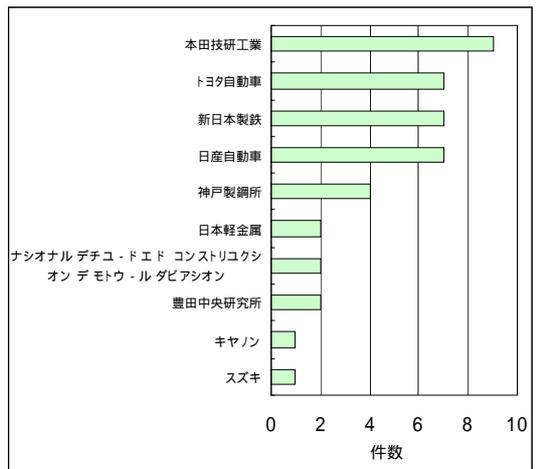
上図は摩擦攪拌溶接に関して、出願件数・登録件数の多い上位 10 出願人名を示したものである。

「レーザ溶接」

第 4-2-5 図 出願件数による比較



第 4-2-6 図 登録件数による比較



上図はレーザ溶接に関して、出願件数・登録件数の多い上位 10 出願人名を示したものである。

## 第5章 基本特許、特許権の活用に関する分析

### 第1節 基本特許・重要特許に関する分析

#### 1. 基本特許

摩擦攪拌技術に関して、ワールドワイドで TWI の基本特許が 2 件あるので紹介する。

同社はこの 2 件を基に世界中にライセンス活動を行っている。下記リストは同社へのヒアリングにより直接入手したもので、そのままを示す（一部日本語に翻訳をしている）。

なお、本特許のライセンス関係については、次節の第 2 節で具体的に示す。

第 5-1-1 表 TWI の 2 件の基本特許

	出願先	特許番号	優先権日	出願日	公開日	登録日	出願人	発明の名称	発明者
1	EPO	0 615 480	6-Dec-91	27-Nov-92	10-Jun-93	8-Nov-95	TWI	摩擦溶接の改善	Thomas, W M, et al
2	EPO	0 752 926	28-Mar-94	5-Jan-95	5-Oct-95	27-May-98	TWI	摩擦攪拌溶接	Midling, O T, et al

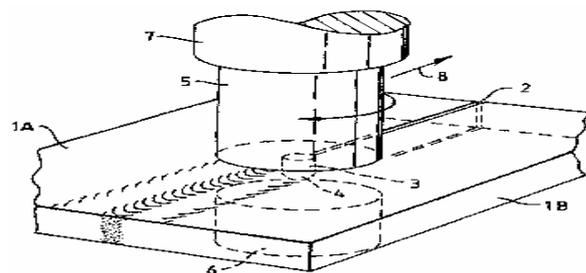
第 5-1-2 表 1 件目の特許

R198 - Improvements Relating To Friction Welding (Friction Stir Welding)

登録特許:

登録国	特許番号	期間
豪州	662 310	27 Nov. 1992 for 20 years
カナダ	2 123 097	27 Nov. 1992 for 20 years
フランス	0 615 480	27 Nov. 1992 for 20 years
ドイツ	P 6920 5991.1	27 Nov. 1992 for 20 years
英国	0 615 480	27 Nov. 1992 for 20 years
香港	HK 1006431	27 Nov. 1992 for 20 years
日本	271 283 8	27 Nov. 1992 for 20 years
シンガポール	9592176-2	27 Nov. 1992 for 20 years
スウェーデン	0 615 480	27 Nov. 1992 for 20 years
スイス	0 615 480	27 Nov. 1992 for 20 years
米国	5 460 317	27 Nov. 1992 for 20 years

#### 1 件目の基本特許



#### 【特許請求の範囲】

【請求項 1】結合領域（2）で加工物（1A, 1B）を結合する方法において、結合領域（2）及び結合領域の両方の側部の加工物の対向部分に、加工物の材質より硬い材質のプローブ（3）を挿入させ、プローブと加工物の間に相対的な循環運動を発生させ、摩擦熱が発生して対向する部分に塑性状態を生じさせ、プローブ（3）を取り外し、可塑性部分を凝固させて、加工物同士を結合することにより、加工物の間の相対的な移動なしに加工物を結合することを特徴とする摩擦溶接方法。

このクレームは、プローブを加工物間に挿入し、循環運動を行い摩擦熱により加工物を結合させる、といったかなり広い権利範囲と読み取れる。

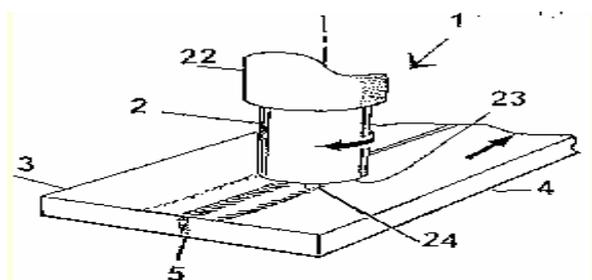
第 5-1-3 表 2 件目の特許

R227 - Friction Stir Welding

登録特許:

登録国	特許番号	期間
豪州	676 424	5 Jan. 1995 for 20 years
ベルギー	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
カナダ	2 182 719	5 Jan. 1995 for 20 years
中国	95192193.2	5 Jan. 1995 for 20 years
チェコ	287 673	5 Jan. 1995 for 20 years
デンマーク	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
フィンランド	109 886	5 Jan. 1995 for 20 years
フランス	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
ドイツ	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
英国	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
イタリア	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
日本	279 223 3	5 Jan. 1995 for 20 years
韓国	0 219 003	5 Jan. 1995 for 20 years
オランダ	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
ノルウェー	314752	5 Jan. 1995 for 20 years
ポーランド	176 524	5 Jan. 1995 for 20 years
ポルトガル	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
ロシア	2 126 738	5 Jan. 1995 for 20 years
スペイン	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
スウェーデン	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
スイス	0 752 926	5 Jan. 1995 for 20 years
米国	5 813 592	29 Sept. 1998 for 17 years

1 件目は 11 か国で、2 件目は 22 か国で特許権を保有している。なお、上記特許の有効期間については、TWI の記載文書をそのまま引用している。

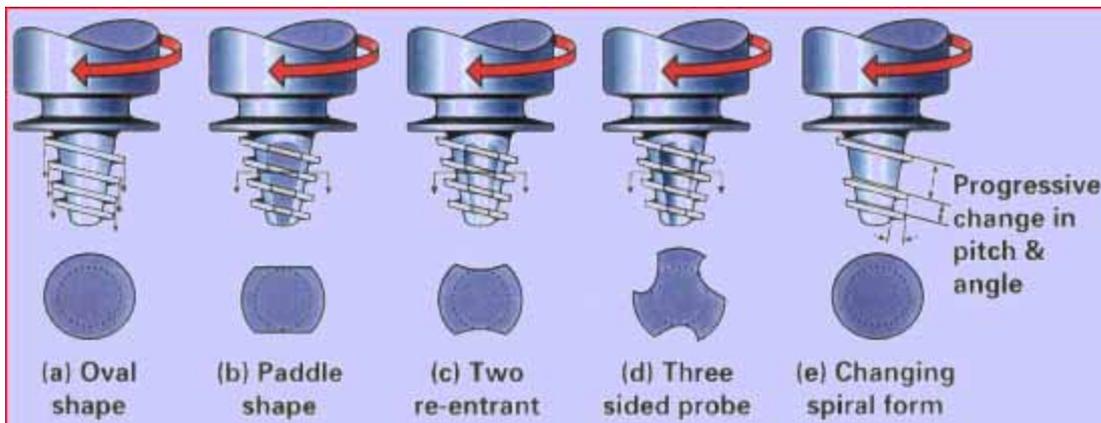
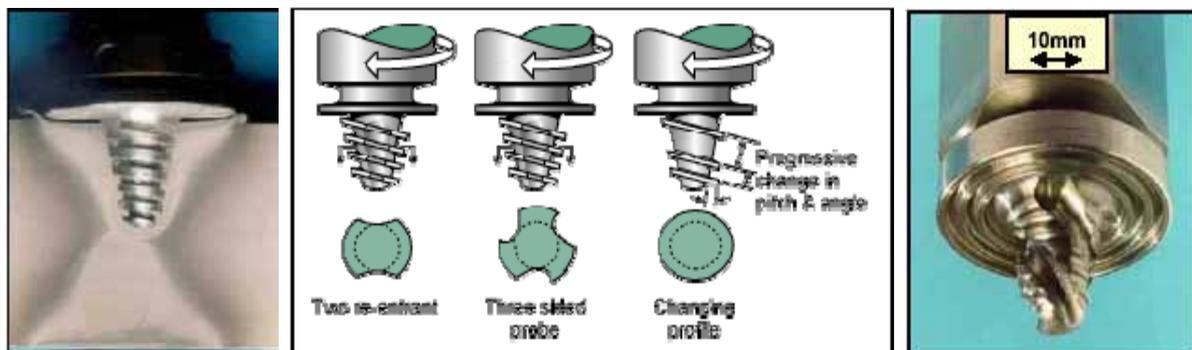
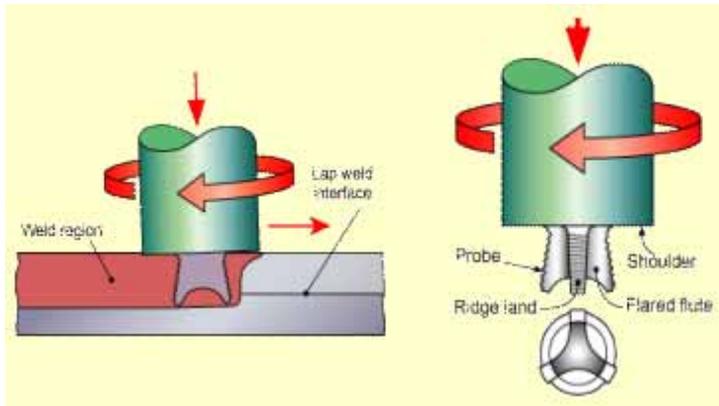


【特許請求の範囲】

【請求項 1】押し出し成形表面を結合するための摩擦溶接方法であって、2つの部材を相互に当接させて細長の結合領域を規定する段階と、結合される部材の材料よりも硬い材料のプロープピンを回転させながら前記結合領域に挿入して摩擦熱を発生させ、近傍の部材の材料に可塑性領域を発生させる段階とを有する摩擦溶接方法において、発生した可塑性材料を結合される部材の表面にそって直角方向の圧力のもとにおき、同時に、プロープピンにそって鉛直方向の材料の流れを発生させて、プロープピンの背後で可塑性材料を固化させることにより、前記の細長の結合領域に直角で鉛直な方向に可塑性材料の強力な流れにより、溶接継ぎ目を均質にすることを特徴とする摩擦攪拌溶接方法。

本発明は、1 件目を先行技術として、進歩性のある改良点を「プロープの進行時、プロープの肩部を加工材表面に密着させ、離さないようにすることにより、ボイド（空孔）のない均質な溶接部を得ること」としている。

その後の同社の技術的変遷として、プローブを中心としたツールの改善があり、その開発例を紹介する（下記模式図は TWI から提供された情報）。

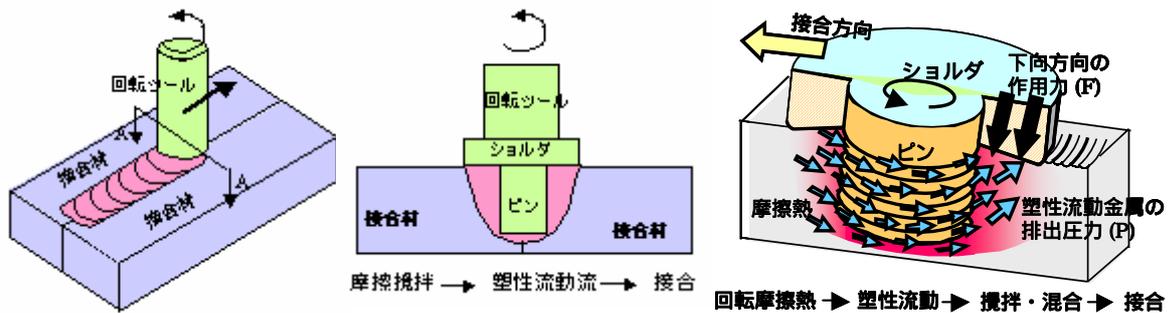


回転ツールはショルダ部とプローブ（ピン）からなるが、最適な接合を行うためプローブ形状の種々改善・開発がなされている。

日本においても FSW に関して、研究・開発がなされており、当該テーマについて最も出願件数の多い日立製作所の岡村氏、青田氏（両氏は本編第2部-第3章-第4節-1、2項の第2-3-4-1表、第2-3-4-2表に紹介しているように FSW に関して上位の発明者である）の技術論文（2003年7月発行雑誌「配管技術」、タイトル：「摩擦攪拌接合（FSW）の特徴及び開発・適用化状況」）があり、知見の一部を紹介する。（なお、同社の出願件数は本編第2部-第3章-第3節-1項の第2-3-3-7図に示すように200件近くあり、その一々については紹介できないので省略す

る。また、その他の機関の出願についてもその一々についての整理・紹介は多岐に渡り事実上困難であるため、省略する。ただし、当該テーマについて、どのような非鉄金属が対象なのか、また、どのような最終製品に適用されているのかについては、本編第2部-第2章-第3、4節で、全体について紹介している。）

前記執筆者は、摩擦攪拌接合が1991年にTWIで開発され12年を経た、とし、その特徴事項を次のように説明している。



**接合の基本条件**

ショルダの圧力(F) > 塑性流動金属の内部圧力(P)

$$\text{入熱量}(Q) = \frac{3}{4} \cdot R^3 \cdot P \cdot N \cdot \mu / V$$

( R : ショルダ半径、 P : 内部圧力、 N : 回転数、  
 $\mu$  : 摩擦係数、 V : 速度 )  
 : 第1回FSWシンポジウム, O.T.Midling

(1) 長所

- アーク溶接に比べて接合後の歪が小さい。
- ジュラルミン系など全てのアルミニウム合金の接合が可能
- 接合部の品質はアーク溶接部以上
- アーク、ヒュームが発生せずクリーン接合環境
- 接合管理因子が少なく、自動化が容易
- アーク溶接のような熟練工を要しない

(2) 短所

- 回転ツールと接合材表面との定性な接触が必要
- ツール荷重(反力)が大きい
- 接合材に強固な拘束が必要
- 許容ギャップが小さい
- すみ肉継手接合が困難
- 接合終端部に回転ツールの孔が残る

今後の最大課題として、回転ツールを接合材の表面に常に安定に接触させること、また、ツール荷重の低減並びにツール荷重に耐える汎用性のある小型・軽量ロボットの開発がある、としている。

## 2. FSW の技術変遷に関する分析

摩擦撹拌溶接基本特許に対し、その後出願された応用特許の動向を以下に示す。

A 溶接ツール: FSW を行うために TWI が溶接ツールとしてピンやショルダー部形状に着目して開発を行い、前項で示すようにそれを具現化してきた。その後、上記形状のみならず目的とする製品種別にしたがって周辺設備についても各種改良の出願がなされている。

B 異材接合: アルミニウムを中心とした同種の非鉄金属の接合から昨今は異材間の接合のニーズが高まっている。例えば、Al と Fe 系、Ti、Cu 等の組合せがある。しかし、異種金属の場合、融点の違いが有りそれをいかに克服して接合を可能にするかは重要であり、各種の特許が出願されている。

C テーラードブランク材: 特に自動車の重量を軽量化するために板厚の一定使用から厚みの異なる部材の使用が最近なされ始めている。板厚が異なる場合、段差が生じそれを克服した接合方法が必要になり、このため、各種出願がなされている。

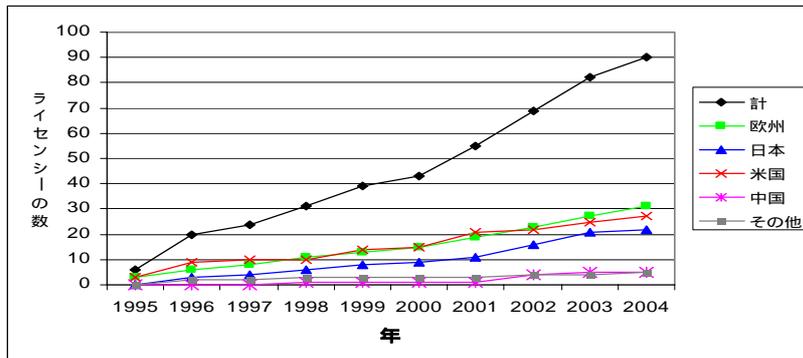
D 摩擦撹拌スポット溶接 (FSSW): 自動車において抵抗スポット溶接は従来から行われてきた溶接法であるが、これを FSW を用いて実施する点は日本から発せられた改良技術である。これに関する出願の歴史は比較的新しく、2000 年から出願が見られるようになった。

## 第2節 特許権の活用に関する分析（重要ライセンス関連特許）

本件テーマで重要な位置を占める「摩擦撈拌溶接（FSW）」技術について、前節で示した TWI が2件の特許を基に世界中にライセンス活動を行っている。以下に示すライセンス情報は、同社から2004年11月に直接提供されたデータである。

### 1. 各国別ライセンシーの数の年次別累計推移

第5-2-1図 各国別ライセンシーの推移

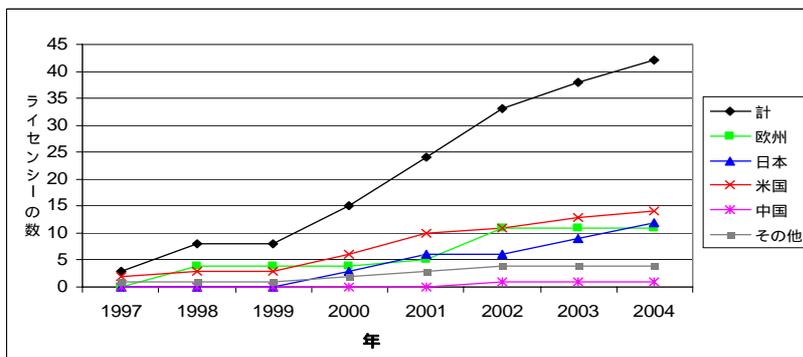


上記グラフではライセンシーの累計が90を示すが、TWIが最新情報として提供した情報（2004年11月時点）では115に増加している（次頁の「第5-2-4図 ライセンシーの累計」を参照）。

したがって、2004年の1年間については現時点で集計は完了していない。

### 2. 各国別 大学等 / 公的機関のライセンシ - 数の年次別累計推移

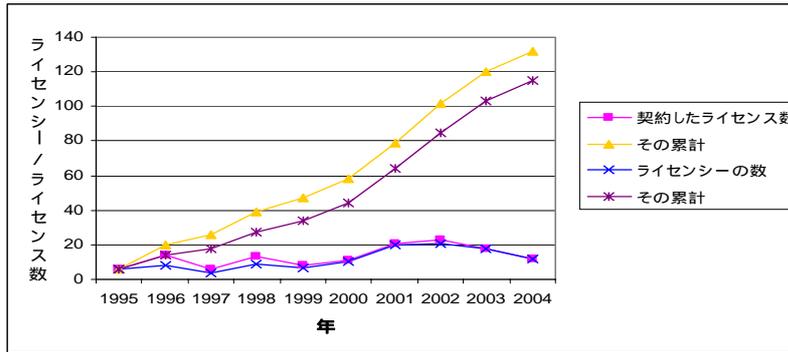
第5-2-2図 各国別 大学等 / 公的機関のライセンシーの推移



全ライセンシーの内、大学等のライセンスが42件有り、全体の約4割を占めている。日本、米国においてその傾向が欧州より多いのが特徴である。

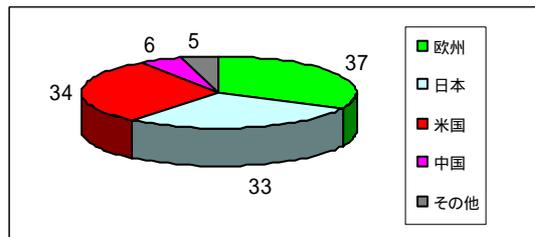
### 3. 各年のライセンシーの推移 (2004年11月時点)

第5-2-3図 各年のライセンシーの推移



「契約したライセンス数」と「ライセンシーの数」の違いの理由：過去に契約した会社が、契約途中でFSWを実施しなくなり解約した場合、「ライセンシーの数」は減少するが、TWIのデータ管理上、「契約したライセンス数」は残存するため、両者に差異が生ずる。また、例えば1つの会社が2つの事業所毎にライセンス契約をした場合、「契約したライセンス数」は2件となり、「ライセンシーの数」としては1件となる。

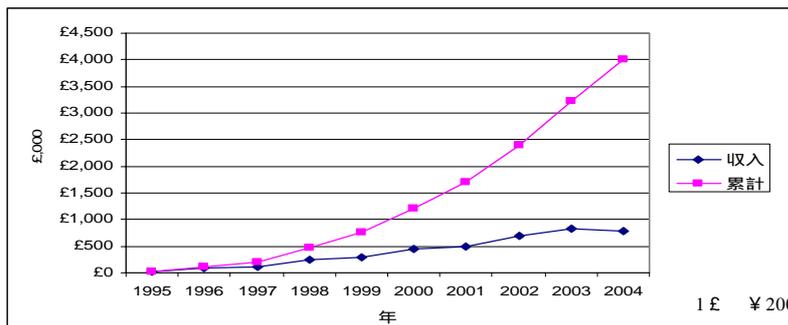
第5-2-4図 ライセンシーの累計 (2004年11月時点)



ライセンシーの数は、115件であり、その件数は、欧州、米国、日本の順で、更に、中国が本技術習得で積極的である点、特徴的である。TWIは中国にも特許権を保有している。日本の機関が1/3を占めており、世界的な規模で見れば、その比率は高い。

### 4. ライセンス収入の累計推移 (2004年11月時点)

第5-2-5図 ライセンス収入の累計推移



TWIの特許ライセンス収入：この10年間で累計 £400万(8億円)、直近の3年間での年収 = 1.6億円/年である。

TWIの特許ライセンスポリシー：本技術を世界中に広めたいとしており、基本的にライセンスを受けたいとの申し出には応じる姿勢のようである。

ライセンスの対価：民間企業と大学や公的機関とでは差異があり、後者の方は対価を安くしているとのことである。また、対価の支払いは年間で固定金額であり、ライセンシーの製品の販売量に比例したランニングロイヤリティ方式ではない。更に、会社の規模や生産量には関係しなく一律であるとのことである。ただし、溶接装置メーカーへのライセンスの場合、装置 1 台毎に、装置の販売価格に応じた対価を設定しているとのことである。総じて、世界中でこれ程のライセンシーがいることは、TWI のライセンス対価がリーズナブルであることに起因していると思われる。

ライセンシーの改良発明：ライセンシーが独自で改良発明を発明し、それを独自の特許として保持することは、自由で、また、それを第三者にライセンスすることも自由で、特にそれを拘束するような契約条件になっていないようである。ただし、第三者の実施内容が、ライセンシーの改良発明特許の範囲であると同時に、TWI の特許権の範囲でもある場合は、TWI は同社のライセンスをも得る必要がある、としている。

ライセンス期間：当該特許の有効期間がライセンス期間である、としている。

ノウハウライセンス：TWI はこれについては行っていない、とのことである。

特許係争：世界中で、本件特許について特許侵害裁判のような係争はなく、友好的なライセンス活動がなされているようであり、これは比較的めずらしいことである。過去に世界的に著名な特許発明については、特許訴訟がよく行われてきた事実があった。TWI の場合、同社の前身が英国の公的機関であった経緯もあり、特許権に基づく独占的かつ利益第一主義でもなく、有用な本発明を世界に広め貢献したいとのポリシーが、比較的友好的なライセンス活動に繋がっていると思われる。

本件発明について TWI の今後の展望：金属材料として、銅の分野、異材間の分野で、また、対象製品として、航空、宇宙の分野で伸びると予測している。

以上は、2004 年 11 月に英国ケンブリッジにある TWI 本社を直接訪問して、ヒアリング面談を行った結果、得た情報である。

TWI の面談応接者：Laura M Barrett (Patents and Licensing Manager)

Ian Norris (EFP and MSG Technology Group Manager)

## 第6章 政策動向の分析

### 第1節 日米欧における政策プロジェクト

日米欧における産官学等の複数の機関で構成され、公的資金による技術育成のプロジェクトを、注目技術である摩擦撈拌溶接について調べた。

日本においては、NEDO によって6件のプロジェクトが実施されている。とくに軽金属の加工プロセス技術開発として摩擦撈拌溶接を取り上げているのは、次の3プロジェクトである。

- (1) 1999～2003年「革新的軽量構造設計製造基盤技術開発」
- (2) 2003～2007年「環境適用型高性能小型航空機研究開発」
- (3) 2002～2006年「自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術の開発事業」

また、これらとは別に、工業技術センター等の公設研究機関における活動がある。技術啓蒙が中心であるが、兵庫県、富山県、岐阜県、大阪府では実際の開発研究を通じ、地域企業との連携を目指している。

米国においては日欧のような政策プロジェクトは少なく、主に軍、NASAからの特定の機関に対する研究、開発委託に近いテーマが多い。軽金属溶接以外を含め2000年以降に7件の活動が見出された。対象製品は、宇宙・航空機、陸上車両であるが、とくに宇宙・航空にウエイトがある。このため、対象物が大型の曲面構造主体の傾向にある。とくにNASA関連では、デルタロケットへの実用など具体的なテーマが含まれる。

欧州においては、10件のプロジェクトが見出され、9件がECの支援、1件がEUREKAの支援による。摩擦撈拌溶接のプロセスに主眼をおいたプロジェクトは次の5件である。

- (1) 2000～2003 JOIN-DMC (FSWの異材溶接への適用性)
- (2) 2001～2003 QUALISTIR (FSW溶接部の非破壊検査方法)
- (3) 2000～2003 WAFS (航空機フレームの低コスト化のためのFSW全面的適用の検討)
- (4) 2003～2005 DIPLOMAT (FSWによる部品設計と条件設定の基礎情報付与のDB)
- (5) 2000～2005 EuroStir (FSWの全分野における開発・試作と技術普及)

(3)のWAFSと(5)のEuroStirがとくに注目される。前者では航空機への全面的適用を目指し関係13機関が参加し、後者では当該技術の全欧州での普及を目指し、中小企業18社を含む47機関が参加している。

以上の3地域の特徴を総括すると、米国は大型・特定製品実用、欧州は汎用技術化・普及、日本は米欧の中間型といえる。

### 第2節 日米欧における軽金属溶接応用製品の規制政策の経過

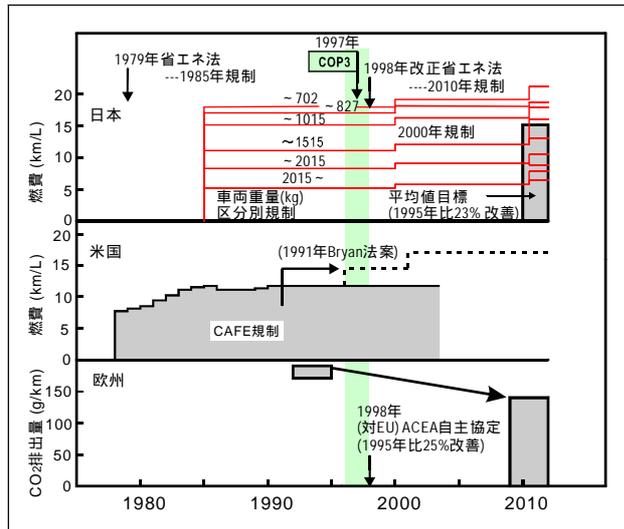
軽量化に関し、公的規制と密接に関連する製品は自動車である。とくに重要なのは燃費に関係する規制である。第6-2-1図に燃費規制の推移を、図6-2-2に乗用車の重量と燃費の関係を示す。燃費に関しては、1991年の米国におけるCAFE規制強化法案は、とりわけ日本で自動車軽量化の開発促進の契機となった。また、1997年のCOP3での京都議定書は、2010年を目標とした大幅な規制強化に反映し、現在そのための軽量化技術の開発が進められている。この状況は欧州でも同様であるが、米国は京都議定書を未批准であり、この拘束を受けない。

### 第3節 技術の標準化動向

技術の標準化はISO化に関し、比較的新しい溶接法であるレーザ溶接と摩擦撈拌溶接で進

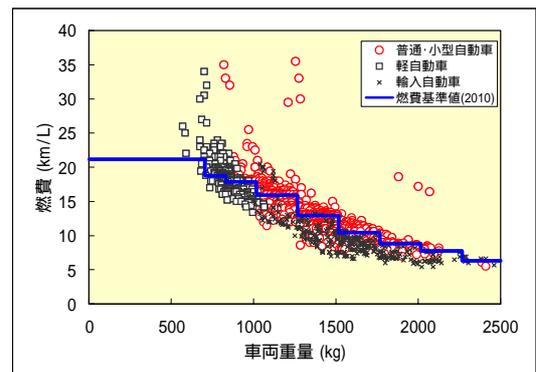
行している。レーザ溶接の場合には、装置性能に関連する規定が主であり、軽金属の溶接に直接関連する項目はほとんど無い。一方、摩擦攪拌溶接では、国際溶接会議(IIW)に標準化原案作成のワーキンググループが結成され、2009年7月の国際規格出版を目標に作業が進められている。日米欧8カ国の委員からなるが、日本は「溶接施工要領と承認」の部分を担当し、主導的な活動をしている。

第 6-2-1 図 乗用車の燃費規制の推移



(情報ソース 3-1-2-2 ~ 3-1-2-6)

第 6-2-2 図 乗用車の重量と燃費の関係



(情報ソース 3-1-2-1)

付表 情報ソース表

参照番号	情報ソース
3-1-2-1	<a href="http://www.mlit.go.jp/jidosha/nenpi/nenpikouhyou/index.html">http://www.mlit.go.jp/jidosha/nenpi/nenpikouhyou/index.html</a>
3-1-2-2	<a href="http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/Air/air-10.cfm?CFID=17837134&amp;CFTOKEN=85224833">http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/Air/air-10.cfm?CFID=17837134&amp;CFTOKEN=85224833</a>
3-1-2-3	<a href="http://www.heritage.org/Research/EnergyandEnvironment/BG825.cfm">http://www.heritage.org/Research/EnergyandEnvironment/BG825.cfm</a>
3-1-2-4	<a href="http://www.eccj.or.jp/dbenecon/displaw.jsp?SELNO=15">http://www.eccj.or.jp/dbenecon/displaw.jsp?SELNO=15</a>
3-1-2-5	<a href="http://www.env.go.jp/council/06earth/y062-03/mat01.pdf">http://www.env.go.jp/council/06earth/y062-03/mat01.pdf</a>
3-1-2-6	<a href="http://www.jama.or.jp/lib/jamaqazine/199906/05.html">http://www.jama.or.jp/lib/jamaqazine/199906/05.html</a>

## 第 7 章 市場動向の分析

### 第 1 節 関連産業の現況

技術の俯瞰に示したように、関連の産業は素材、応用製品、溶接装置の産業である。それぞれの産業規模を概括する。

#### (1) 素材

各種金属素材の内需の比較を第 7-1-1 表に示す。軽金属材料は普通鋼に比べると極めて少ないが、アルミニウムはステンレス鋼以上の規模で使用される汎用材料である。アルミニウム

第 7-1-1 表 各種金属材料の内需比較 (2003 年)

材料	生産量(トン)	情報ソース
普通鋼受注量	53,428,000	3-2-1-1
ステンレス受注量	1,213,331	3-2-1-2
アルミニウム需要量	3,826,475	3-2-1-3
マグネシウム需要量	41,850	3-2-1-4
チタン展伸材出荷量	6,812	3-2-1-5

素材の 88%は圧延品、ダイカスト品、鋳造品であり、これらでは自動車用が最大の用途である。チタンは耐食性を活かした化学機械、マグネシウムは電気製品筐体などが主用途である。

## (2) 応用製品

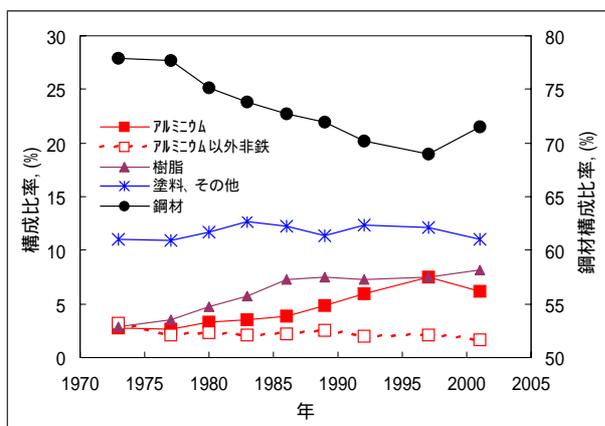
軽量化による省エネルギーに大きく関連する産業は輸送機械産業である。本分野の売上げを第7-1-2表に示す。自動車産業は極めて大きな経済規模を有するが、鉄道車両産業でも1000億円を超える少なくない規模を有する。

第7-1-2表 主要輸送機械の売上げの比較

種別	売上げ	年	情報ソース
四輪自動車	16.5兆円	2003	3-2-1-10
船舶	1.3兆円	2003	3-2-1-11
宇宙・航空機	1.4兆円	2002	3-2-1-12
鉄道車両	1600億円	2002	3-2-1-13

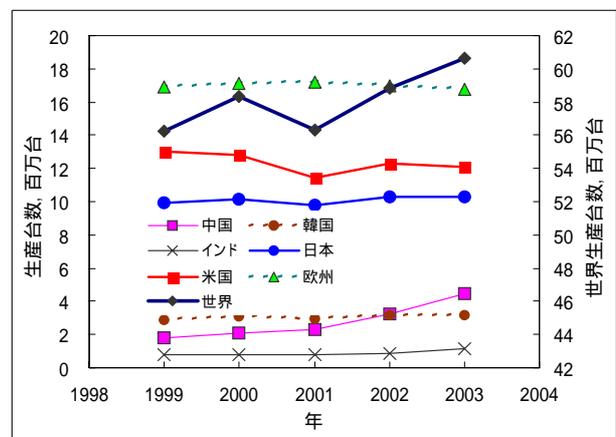
代表的例として自動車産業を見ると、乗用車の原材料のうちアルミニウムは約7%を占め、第7-1-1図に示すように増加の傾向にあり、輸送機械産業におけるアルミニウムの溶接の技術ニーズは高いものと考えられる。

第7-1-1図 乗用車の原材料構成



(日本自動車工業会データより作成,  
情報ソース 3-2-1-17)

第7-1-2図 自動車生産量の年次推移



(OICA データより作成  
情報ソース 3-2-1-14~16)

## (3) 溶接機器産業

第7-1-3表 溶接機器の売上げ(2003年)

溶接機器		売上げ(億円)	
溶接機	アーク溶接機	253	618
	抵抗溶接機	365	
ロボット	アーク溶接ロボット	363	804
	抵抗溶接ロボット	441	
レーザー	YAGレーザー装置	280	779
	CO2レーザー装置	499	
合計		2201	

(情報ソース 3-2-1-23)

第7-1-3表に溶接機器産業の売り上げ規模を示す。全体では約2200億円の大きな規模を有する分野である。溶接機、ロボット、レーザーと分けた場合に、それぞれがほぼ同程度の規模を有する。しかし、溶接機は横ばいまたは減少の傾向にあり、ロボット、レーザー装置は着実な増加傾向にあり、生産性向上への変化、先進技術への変化が見られる。

## (4) 溶接に関する市場展望

アルミニウムの溶接に関連する日本の産業を、自動車産業を例に概括すると第7-1-2図のように日本の生産量はほぼ一定水準に留まり、自然増が望めない状況にある。一方、同図より世界需要は依然として伸びており、中国は大きな伸びを見せている。このように、輸送機械などアルミニウム応用製品の市場は、大局的に見るならまだ成長の見込める分野といえる。

## 第2節 非鉄金属溶接に関する応用製品事例と企業

注目技術である摩擦撈拌溶接に関して調査した。これを事業として展開する企業は、溶接装置の製造、溶接による中間加工、溶接による最終製品加工の3形態に分けられる。調査された事例によると、日米欧での重点事業は次のように特徴づけられる。

日本：装置 ---- 中間加工 ---- 製品

米国：装置 ----- 製品

欧州：装置 ---- 中間加工

日本では3事業形態にバランスが取れているが、米国では中間加工適用が遅れており、欧州では最終製品適用が遅れている。欧州でジョブショップの起業例が幾つか見られる。第7-2-1表には、摩擦撈拌溶接を事業化している企業の例を示す。

第7-2-1表 摩擦撈拌溶接の事業化企業例

	装置	中間加工	製品
日本	日立製作所 川崎重工業	昭和電工 日軽金グループ 富士重工業	日立製作所 川崎重工業 マツダ
米国	MTS	Tower Automotive	Boeing Eclipse Aviation Ford
欧州	ESAB	SAPA Hydro Marine Aluminum	

一方、最終製品用途は、自動車、鉄道車両、船舶、航空などである。日本では鉄道車両、自動車への実用が特徴的である。米国は宇宙航空に特化されており、欧州では船舶への適用事例が多い。ただし、欧州では航空機適用への大型のプロジェクトが進行中であり、今後の用途展開には大きな変化も予測される。

付表 情報ソース表

参照番号	情報ソース
3-2-1-1	<a href="http://www.jisf.or.jp/data/images/T1005.xls">http://www.jisf.or.jp/data/images/T1005.xls</a>
3-2-1-2	<a href="http://www.jssa.gr.jp/report/sus-youto.htm">http://www.jssa.gr.jp/report/sus-youto.htm</a>
3-2-1-3	<a href="http://www.aluminum.or.jp/toukei/jp/youto.pdf">http://www.aluminum.or.jp/toukei/jp/youto.pdf</a>
3-2-1-4	日本マグネシウム協会資料, 2004.4.27, 「平成15年実績と平成16年暦年マグネシウム新地金需要見通し」
3-2-1-5	<a href="http://www.titan-japan.com/indexj.htm">http://www.titan-japan.com/indexj.htm</a>
3-2-1-10	<a href="http://www.jama.or.jp/stats/m_report/pdf/2005_01.pdf">http://www.jama.or.jp/stats/m_report/pdf/2005_01.pdf</a>
3-2-1-11	<a href="http://www.sajn.or.jp/data/sales.htm">http://www.sajn.or.jp/data/sales.htm</a>
3-2-1-12	<a href="http://www.sjac.or.jp/about_dt/producti.htm">http://www.sjac.or.jp/about_dt/producti.htm</a>
3-2-1-13	<a href="http://www.tetsushako.or.jp/bigy_graph.html">http://www.tetsushako.or.jp/bigy_graph.html</a>
3-2-1-14	<a href="http://www.oica.net/htdocs/statistics/tableaux2003/worldprod_country2003.pdf">http://www.oica.net/htdocs/statistics/tableaux2003/worldprod_country2003.pdf</a>
3-2-1-15	<a href="http://www.oica.net/htdocs/statistics/tableaux2001/worldprod_country2001.PDF">http://www.oica.net/htdocs/statistics/tableaux2001/worldprod_country2001.PDF</a>
3-2-1-16	<a href="http://www.oica.net/htdocs/statistics/tableaux2000/worldprod_country.PDF">http://www.oica.net/htdocs/statistics/tableaux2000/worldprod_country.PDF</a>
3-2-1-17	「日本の自動車工業」, 2002, 日本自動車工業会
3-2-1-23	「別冊溶接ニュース 2004溶接関連資料集」, 2004, 産報出版, 東京, p33, p36, p49.

## 第8章 研究開発動向

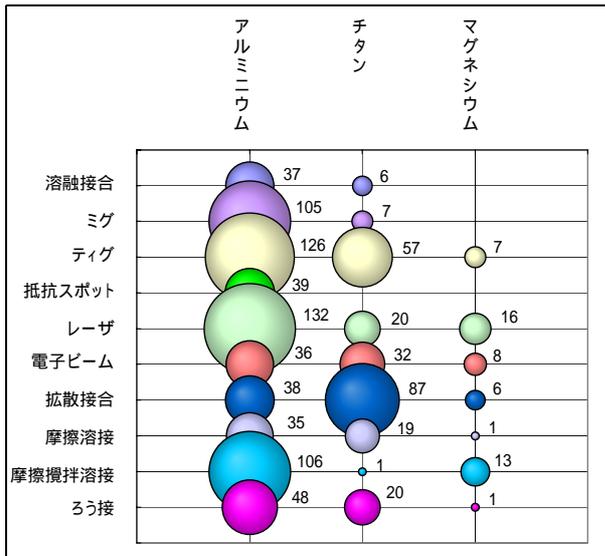
### 第1節 論文発表件数の分析

当該技術分野における英語論文の発表数を調査したところ、第8-1-1図に示すように、アルミニウムが最も注目される軽金属であることが確認された。また、同図から明らかなように、報告された溶接法はミグ、ティグを含むアーク溶接が最も多く、レーザー溶接、拡散接合が次ぐ。摩擦撈拌溶接は新しい技術であるので、調査期間全体では10%と少ないものの、第

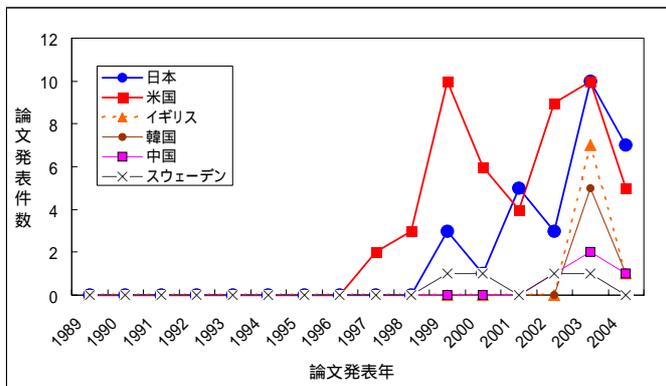
8-1-2 図に示すように 1997 年から報告数が急増しており、現在では、多くの研究者の注目技術となっている。

第 8-1-3 図に示す論文の報告数から日米欧亜各地域の技術力を評価すると、全分野での論文数は米国と欧州が同一であり、日本を除くアジアが続き、日本が優位にあるわけではない。アジアの中では中国、インドが精力的に取り組んでいることが注目される。米国は摩擦撹拌溶接に、欧州はレーザー溶接に特徴があるが、日本は米欧の中間にあり、新技術にバランスよく対応している。

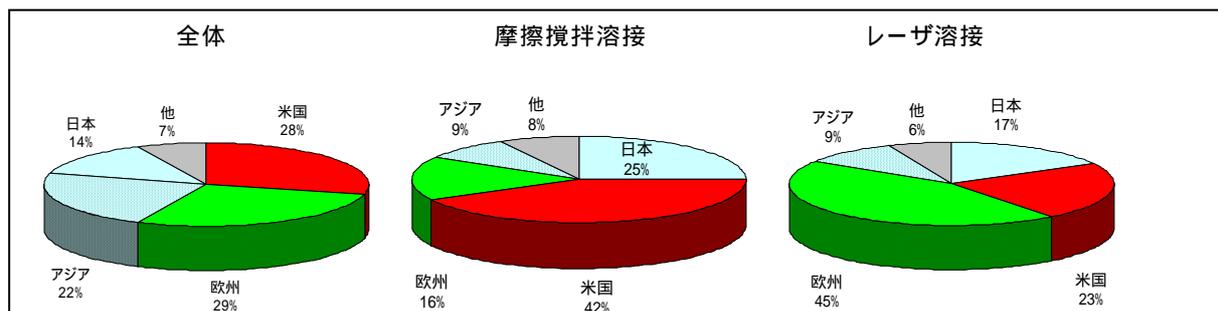
第 8-1-1 図 摩擦撹拌溶接の論文報告数推移



第 8-1-2 図 摩擦撹拌溶接の論文報告数推移



第 8-1-3 図 摩擦撹拌溶接とレーザー溶接の地域別論文報告数比較



摩擦撹拌溶接の特許においては、日本が他地域を圧して多くを出願しているが、この状況は研究論文の報告数傾向と異なる。特許のほとんどが企業により出願され、研究論文のほとんどが大学、研究機関により報告されている違いである。第 8-1-1 表に論文発表件数の上位機関を示す。日米欧いずれにおいても、大学、研究機関等が研究を牽引していることが明らかである。ただし、日本においては上位 2 機関と、他の機関との発表件数の差が大きく、研究が特定機関に集中している。一方、米欧では上位と下位との差は小さく、日本と傾向が異なる。

第 8-1-1 表(1) 論文報告数上位機関

日本			
機関	種別	発表件数	産学共同
大阪大	大学	48	9
東北大	大学	16	5
大阪府大	大学	7	2
姫路工大	大学	6	0
名古屋大	大学	5	2
住友軽金属工業	企業	5	0
北見工大	大学	4	0
大阪工大	大学	3	0
茨城大	大学	3	3
九州工大	大学	3	1
産総研中部センター	研究	3	0
新日本製鉄	企業	3	1
日産自動車	企業	3	3
ダイヘン	企業	3	2

第 8-1-1 表(2) 論文報告数上位機関

米国				
順位	機関	種別	件数	産学
1	Ohio State Univ.	大学	22	11
2	Colorado School of Mines	大学	18	1
2	Univ. Texas	大学	18	1
4	Univ. South Carolina	大学	14	
5	Oak Ridge National Lab.	研究	11	2
6	Battelle	研究	10	4
7	Pennsylvania State Univ.	大学	9	1
7	Southern Methodist Univ.	大学	9	
9	Univ. Alabama	大学	8	
9	Lawrence Livermore National Lab.	研究	8	
9	Sandia National Lab.	研究	8	
9	Ford	企業	8	4

欧州

順位	機関	国	種別	件数	産学
1	Univ. Manchester	GB	大学	14	4
2	GKSS	DE	研究	9	1
3	Univ. Cambridge	GB	大学	8	3
3	Defence Res. Agency	GB	研究	8	1
3	Royal Aerospace Establishment	GB	研究	8	
6	TWI	GB	企業	7	1
6	Delft Univ. Technol.	NL	大学	4	
6	Norwegian Univ. Sci. and Technol.	NO	大学	4	2
6	Univ. Nantes	FR	大学	4	
6	Univ. Plymouth	GB	大学	4	2
6	Univ. Stuttgart	DE	大学	4	
6	Laser Zentrum Hannover	DE	研究	4	
6	Lumonics	GB	企業	4	
6	German Welding Soc.	DE	他	4	

第 2 節 研究内容の傾向

トレンド技術である摩擦撹拌溶接とレーザー溶接の研究内容の傾向を分析した。

摩擦撹拌溶接の論文発表は、最近になってからの報告が多く、時系列的な推移

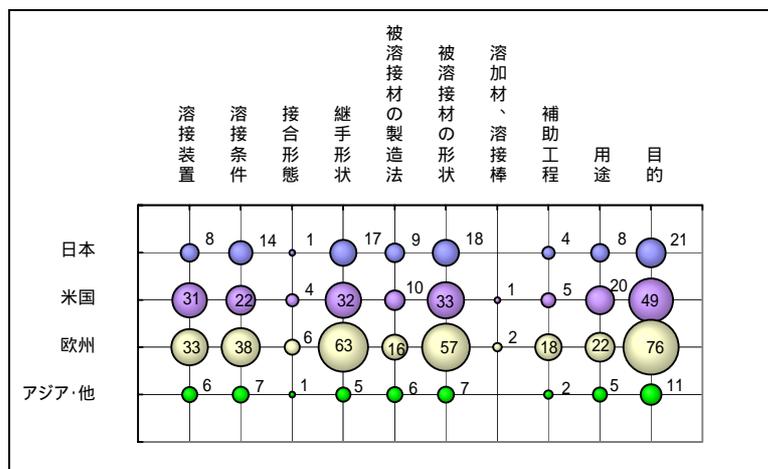
を見ることは難しい。溶接部の健全性、金属組織、強度・硬さなどの基礎的・共通的課題に対しては、日米欧ともに取り組んでいる。一方、疲労亀裂伝播、疲労設計、超塑性加工性など宇宙航空分野でとくに注目される課題に関しては、日本での研究はほとんど見られず、米欧が中心となって実施されている。

レーザー溶接では、割れ、気孔等の欠陥解消が最も注目される課題であった。パルス制御により解決を図る手段が多いが、現象観察の精緻化により技術の完成度が高まってきた。ここにおいては、日本の研究が全体をリードしてきた。また、肉盛溶接についても各国で扱われてきたが、日本の自動車メーカーの研究が実用を視点に入れたアプローチにより、いち早く技術を完成させている。また、レーザーを他の溶接法との複合溶接法も各国で多く研究されている。YAG レーザ発振器の高出力化などハードの急速な進歩にともない、CO<sub>2</sub> レーザとの複合から YAG レーザとの複合への変化がある。また、組み合わせられる溶接法もミグ、ティグ、プラズマ、圧接等、多岐にわたり今後さらに発展が続く技術である。

### 第3節 摩擦攪拌溶接のライセンシーの研究開発動向

摩擦攪拌溶接は基本特許を TWI が有し、現在、多くの機関がライセンシーとなっている。ライセンシーの団体が 1999 年以來 5 回にわたり、国際シンポジウムを実施してきたが、その内容を分析した。第 8-3-1 図には、軽金属を対象とした全論文 169 件について、対象とされた技術分類件数を日米欧およびアジア・他で比較した結果である。発表数は欧州、米国、日本の順であり、日本は件数上は米欧よりかなり少ない。想定用途は宇宙航空が最も多く、米欧のこの分野への関心の高さがうかがえる。また、装置プロセス関連では、ツールに関する研究、加圧条件に関する研究が多いのが特徴であるが、日本ではプロセス関連の研究のウエイトが米欧より小さい傾向にあった。

第 8-3-1 図 シンポジウム論文における対象技術分類件数



## 第9章 今後日本が目指すべき研究・技術開発

### 第1節 特許出願現況から見た日本の技術力

#### 1. 全体傾向

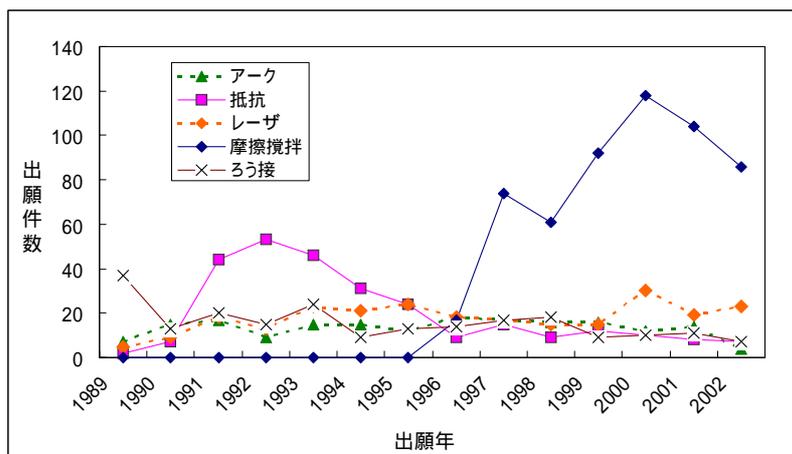
非鉄金属材料の溶接全体に関する特許は、第 2-2-1～6 図から出願件数、登録件数ともに日本国籍のものが米国、欧州を大幅に上回る。したがって、当該分野全体での日本の技術力は十分に高いと判断される。

#### 2. 技術区分別の特許出願・登録件数から見た技術の傾向

溶接法の区分では摩擦攪拌溶接、レーザ溶接、アーク溶接、抵抗溶接、ろう接が出願の多い分野である。しかし、調査期間における出願件数の変化傾向はそれぞれ異なる。日本出願を例として第 3-1-1～5 図を第 9-1-1 図に集約して示す。これらから、現在の技術開発のトレンドは摩擦攪拌溶接にあるといえる。とくに自動車車体の最も基本的な溶接法である抵抗溶接の変化と比べると、開発技術の中心が摩擦攪拌溶接に取って代わられたといえる。

さらに、摩擦攪拌溶接の出願・登録状況を見ると、第 3-2-2, 4 図から日本は世界全体のそれぞれ 84%、62% を占めている。摩擦攪拌溶接においても特許から見た日本の技術開発力は米欧に優勢な状態にあるといえる。

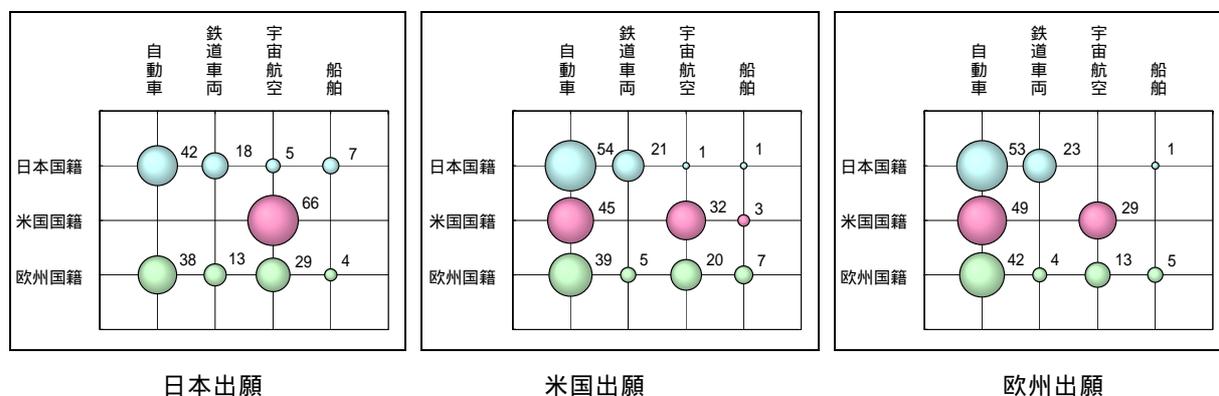
第 9-1-1 図 日本出願における溶接法別の日本国籍出願件数



### 3. 目的別の特許出願・登録件数から見た技術の傾向

第 3-4-4~6 図より、出願人地域による用途に対する関心を出願件数比率で見ると、結果は出願先毎に異なる。これを第 9-1-2 図に示す。出願先を市場と、出願人国籍を当該国企業と見ると、各市場に対するビジネスの期待は、第 9-1-1 表のように総括される。さらに単純化すると、自動車は企業国籍、市場によらず共通の関心である。次に、日本企業は鉄道車両に、米国企業は宇宙航空に関心が高いといえる。

第 9-1-2 図 出願人国籍別に見た用途別出願件数比率(%)



第 9-1-1 表 用途別出願比率から見た各地域の市場としての期待

	日本企業	米国企業	欧州企業
日本市場	自動車、鉄道車両	宇宙航空	自動車、宇宙航空
米国市場	自動車、鉄道車両	自動車、宇宙航空	自動車、宇宙航空
欧州市場	自動車、鉄道車両	自動車、宇宙航空	自動車

### 4. 主要特許出願人

出願件数の大きな日本出願を例として、第 4-1-1, 2 図から出願、登録件数の多い主要出願人を見ると素材、自動車、溶接機などのメーカーが主体となっており、大学、研究機関の出願人は極めて少ない。

### 5. 重要特許

第5章1節2に概括したように、日本国籍出願人から多くの摩擦撈拌溶接の応用特許が出願されている。とくに自動車用途への波及が大きい技術として、摩擦撈拌スポット溶接(FSSW)が2000年に日本で発明され、また、テーラードブランク溶接(TBW)への応用技術も多数出願されている。

## 第2節 日本、米国、欧州の技術開発の総合比較

以下では、摩擦撈拌溶接に焦点を置きつつ、日米欧の技術比較をする。第9-2-1表に、これまでの分析結果の主要点を総括して示す。

第9-2-1表 日米欧の技術比較総括

活動	分野	アクション	評価観点	日本	米国	欧州
ビジネス	全体	特許	出願件数			
			主出願人	企業	企業	企業
			自動車			
			鉄道車両			
			宇宙航空			
	FSW	重要特許	出願件数			
			登録件数			
		事業化形態	重要特許	FSSW TBW		基本特許
			溶接装置			
			溶接加工 最終製品			
事業化製品分野	自動車					
	鉄道車両 船舶 宇宙航空					
研究	政策プロジェクト	件数	特徴	航空機 自動車	軍事 宇宙開発	航空機 機械全般
			論文件数			
	全体	研究論文	主実施機関	研究機関	研究機関	研究機関
			機関裾野	集中	分散	分散
			アルミニウム チタン			
	FSW	論文件数	論文件数			
			応用分野	基礎	基礎+航空	基礎+航空

注) は日米欧の比較の優・大 劣・小を表す。  
ただし、点線で分けられた材料・用途分類では、さらに分類内の比較をも表す。  
研究機関は、大学と公的研究機関の両者を示す。

### (1) 特許出願動向の日米欧比較総括

特許出願人のほとんどが企業であることから、特許出願動向を企業の技術開発動向として見る事ができるので、これを日米欧で比較する。非鉄金属材料の溶接全体の特許出願動向では、特許出願件数、特許出願人人数ともに米欧を上回っており、日本は米欧に優勢にあるといえる。特許において示された応用製品用途は日米欧ともに自動車が最も多いが、それに次ぐ用途は日本では鉄道車両、米欧では宇宙航空であり、用途の指向の違いがうかがえる。

次にトレンド技術である摩擦撈拌溶接に絞って、技術力を評価する。摩擦撈拌溶接の基本特許が欧州にある点を除くなら、特許出願件数、登録件数は米欧を上回っており、日本は米欧に優勢である。また、基本特許以外でも摩擦撈拌スポット溶接のようなユニークかつ価値

ある技術が開発されている。

以上、特許の出願動向から見みた日本の技術は、応用分野の指向に米欧との多少の違いはあるものの、決して劣るものではないといえる。

#### (2) 摩擦撈拌溶接の事業化動向と特許出願動向との関係

事業化形態と事業化製品分野の調査結果については、日米欧の指向に特徴が現れている。特筆されるのは、日本において自動車への応用が米欧に先行している点、溶接装置では日本の企業が装置のみならず自社製品(鉄道車両、船舶)への応用を指向している点、米国で宇宙航空の指向が著しく高い点である。

以上の特徴と特許出願全体動向とを比較すると、日本の場合、ビジネス指向が自動車、鉄道車両にある点では符合している。企業は自動車、鉄道車両などで事業を進めながら、当該事業に関連した特許取得を積極的に進めているといえる。

#### (3) 研究動向と特許出願動向の関係

非鉄金属材料の溶接全体について、英語文献の研究発表件数を日米欧で比較すると日本は米欧の約半分であり、日本の研究開発力は米欧に劣る可能性があるといえる。また発表者の所属機関は、日本では米欧に比べ特定の研究機関に集中している傾向が見られた。

トレンド技術である摩擦撈拌溶接に絞ると、日本の研究発表件数は調査期間の合計では米国に次ぎ、欧州以上である。日本の発表件数は近年になり急増しており、2001年以降では米国と並ぶレベルに達している。したがって、摩擦撈拌溶接に限るなら日本の研究開発力は米国に劣ることなく、欧州以上であるといえる。

以上のように研究動向と特許出願動向を比較すると、摩擦撈拌溶接に関しては、企業の技術開発に対しそれを支える基礎技術が成長しているといえる。

#### (4) 摩擦撈拌溶接に関する政策プロジェクト動向と特許出願動向の関係

政策プロジェクトの指向を見ると、特徴的であるのは、日本では自動車を対象としたプロジェクトが進められている点、米国では軍事関連のウエイトの大きな点、欧州では参加機関の多い大規模組織プロジェクトがある点である。

これらを特許出願動向と比較するなら、特許出願の全体では日米欧共に自動車にウエイトがあるものの、政策プロジェクトでこれを対象とするのは日本のみであり、技術振興政策と特許活動に整合が見られる。

### 第3節 日本の技術における将来の課題と望まれる研究開発体制

#### 1. 日本の技術における将来の課題

特許出願動向の年次推移を見ると、多くの溶接技術の中でとりわけアルミニウムの摩擦撈拌溶接が近年、重要になったトレンド技術といえるので、本溶接に関わる技術開発力を基軸に研究開発体制を考えねばならない。

摩擦撈拌溶接の特許出願動向からみた日本の技術開発力は米国、欧州と比べ全体動向と同様に、優勢にあるといえる。特許における応用製品の指向は地域によって異なり、日本では自動車、鉄道車両がターゲットとなっている。これらの分析結果は、企業の事業展開現況、研究開発動向、政策動向からも裏付けられる。

アルミニウムの摩擦撈拌溶接の主要な産業用途は、自動車、鉄道車両、船舶、宇宙航空の輸送機械分野である。当該技術の研究開発を、世界に対する日本の産業基盤強化を目的に考えるなら、日本の産業構造上最もインパクトの大きな分野に重点を置くことが妥当である。このような観点からは、自動車産業が最も重要なターゲットといえる。特許出願動向から見た場合、特に米国企業の動向として、自動車産業を応用製品と想定とした特許出願を自国には大きな比率で出しているのに対し日本には出願していない点で米国の技術開発の状況及び権利化の状況を把握する際には注意を要するが、件数規模の面や摩擦撈拌スポット溶接のようなユニークかつ価値ある技術を創出している点からみて、日本が米欧に優勢であり、技術開発現況に問題がある可能性は少ない。したがって、自動車産業の分野を中心とした競争力の強い分野における技術力をさらに強化し、米欧に対する優位性を確固としたものにするのが課題である。

## 2. 自動車産業における摩擦撈拌溶接の重要性

摩擦撈拌溶接を自動車に応用するには、軽金属材料による軽量化が最大の動機となるはずである。第6-2-2図に示したように、現在の燃費改善目標である2010年規制については、すでに相当の車種が性能基準を満たしつつある。したがって、一層の軽量化による省エネルギー化は、2010年以降の段階で重要になると推測される。第7-1-1図に示すように、自動車におけるアルミニウム使用比率は7%前後の少ない値であり、鋼材をアルミニウムに置換する余地はまだ大きいといえる。

摩擦撈拌溶接の自動車応用を指向した特許出願動向では日本は優勢にある。しかし、自動車応用で注目を浴びている摩擦撈拌スポット溶接は、日本において2000年に発明され、2003年に実用が開始されたばかりの新しい技術である。また、他にも自動車関連の摩擦撈拌溶接の特許が多数出願されており、これからが実用化の時代である。今後、摩擦撈拌溶接の自動車への大幅な実用導入を図るなら、多くの技術課題が現れるものと推測される。新規応用分野での技術開発には、技術課題の先取りが重要であり、このような観点から日本の研究開発体制を考える必要がある。

## 3. 望まれる研究開発体制

日本の摩擦撈拌溶接の特許出願から見た技術開発力は米欧に比べ優位にあるといえる。これを日本の代表的産業である自動車産業に反映させることで、一層の競争力強化を得ることが望ましい。これを組織的に行う共同研究開発体制には、次の諸点の配慮が必要であろう。

- (1) 日本の強みを活かすには、すでに保有する情報の共有と問題認識の共通化が有用である。すでに出願されている多数の関連特許を現時点で活用するなら、公開特許情報を、とくに自動車に関連する情報を紹介する活動が企業にとって有益である。また、摩擦撈拌溶接の装置、実施製品例などに関する公開可能情報も同様である。これら情報をまとめてセミナー形式などで紹介することにより、応用企業側では開発の活性化、効率化が期待できる。
- (2) 自動車への摩擦撈拌溶接適用が実用の端緒段階にあるので、今後多くの技術課題の発生が見込まれる。企業にとって共通する実用化課題を早期に抽出して、共同開発することが効率的である。
- (3) 当該技術が従来溶接法と概念を大きく異にする方法であるので、技術的には溶接装置、

材料、応用(自動車)に関わる分野の企業の参画が必要である。それぞれの分野の企業からは摩擦攪拌溶接の特許出願が積極的になされており、異なる分野から発せられた技術をひとつの場に取り上げることで、新たな技術創製すなわちシナジー効果が期待できる。

- (4) 特許出願動向と研究発表動向を比較すると、ともに日本は米欧に優勢であるものの、特許出願人は主に企業であり、研究発表者所属機関は主に大学・研究機関である。両資源を有効に活用するには、上記共同開発に大学・研究機関を加えた産官学体制が望ましい。これは、実用溶接品質の理論的バックアップの点でも有意義である。