

平成16年度  
特許出願技術動向調査報告書

自動車軽量化技術  
(要約版)

<目次>

第1章 技術の概要 .....	1
第2章 特許動向 .....	4
第3章 研究開発動向 .....	16
第4章 市場動向 .....	23
第5章 政策動向 .....	27
第6章 総合分析と提言 .....	29

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 技術の概要

### 第 1 節 軽量化の背景と歴史

地球環境への負荷低減が強く求められるなかで、自動車から排出されるCO<sub>2</sub>の削減が喫緊の課題となっている。CO<sub>2</sub>削減にダイレクトに結びつく車両の軽量化は極めて重要である。ここ10年、自動車の軽量化がグローバルに進められている。

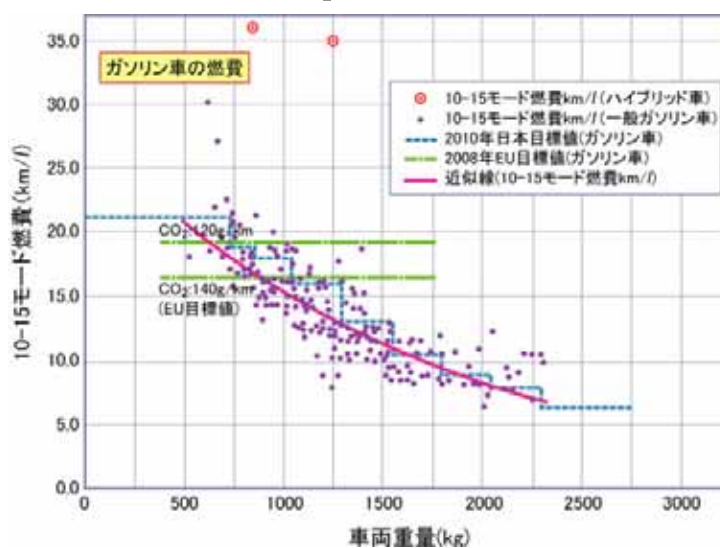
1970年頃より、シリンダブロックなど駆動部品にアルミニウム合金が使われるようになっていたが、アルミニウムの適用による自動車軽量化が注目を集めるようになったのは、ボディパネルやフレームに使われるようになる1990年代に入ってからのことである。

パネルにアルミニウム合金の板材が採用されたのは、国内では、1988年に販売されたマツダRX-7のフードが最初である。その後、1989年に日産スカイラインGT-RやフェアレディZに採用され、1990年には世界初のオールアルミニウム・モノコック車としてホンダNSXが登場して、世界の話題となった。また、欧州では、1992年に、アウディがスペースフレーム構造のオールアルミニウム・ボディのA8を発売し、注目を集めた。

その後、世界経済の低迷もあって、自動車のアルミニウム化は一時停滞するが、1997年以降の環境問題の顕在化とともに再浮上し、世界の自動車メーカーが生き残りをかけた必須の課題として取り組んでいる。最近では、ホンダのインサイト、アウディのA2などスペースフレーム構造のオールアルミニウム自動車が相次いで発売され、量販車でのアルミニウム化、軽量化が活発になってきている。

第1-1図は燃費カーブにEUのCO<sub>2</sub>排出規制(2008年目標)及びわが国の燃費規制(2010年目標)を書き入れたものである。EU規制は厳しく、現在の技術レベルではこれをクリアできるのはハイブリッド車が重量1000kg以下の一部の軽自動車だけである。また、我が国の2010年燃費規制に対しても、合格できるのは全車種の30%程度であろうとされている。いま、自動車メーカーを中心に、燃料電池、ハイブリッドなどの動力源あるいはアルミニウムなど軽量化材料を採用した車体など様々な環境保全のための技術開発が繰り広げられている。

第 1 - 1 図 CO<sub>2</sub>排出規制と燃費カーブ



## 第 2 節 技術俯瞰

自動車軽量化の俯瞰図を第 1 - 2 図に示す。

俯瞰図右上の円グラフは排気量 2000cc クラスの自動車構成部品の重量比を示したものである。極めて単純に、駆動系部品やサスペンションが鋳鉄、鋼材からアルミニウム鋳造品に置き換わり、メインボディー、ドア・フードが鋼板からアルミニウム材に置換されたと仮定すると、重量は 275kg 軽減され、車体重量は 939kg となる。

2002 年現在、我が国が消費するアルミニウム材料は約 4,000 千トンで、うち約 33%(1,300 千トン)が自動車向けである。このうち 1,026 千トンが自動車向けダイカスト、鋳造に利用され、ほぼ 100%リサイクルした再生地金が利用されている。また 267 千トンが圧延・形材である。圧延・形材には外国から輸入される新地金が使われる。わが国の自動車生産台数を 1 千万台とすると 1 台あたり約 26.7kg が板材、形材として使われている。

このような状況から、メインボディー、ドア・フードをアルミニウム材に置き換え、例えば、オールアルミニウム・ボディの自動車を目指すとする、技術や生産工程の様相が大きく変化することになる。

材料置換によって徹底した軽量化を進めるには、基盤となる材料技術は当然のこととして、鋳造技術、押出し技術、成形・プレス技術、鍛造技術、圧延技術、接合技術、リサイクル技術などの要素技術を、アルミニウムなど軽金属材料を前提にした技術に転換、強化する必要がある。特に、鋳造技術はもとより、フレームを製造するための押出し技術、ボディパネルを成形するための成形・プレス技術、また強度と耐久性に優れた足周部品を造り出すための鍛造技術が重要になる。

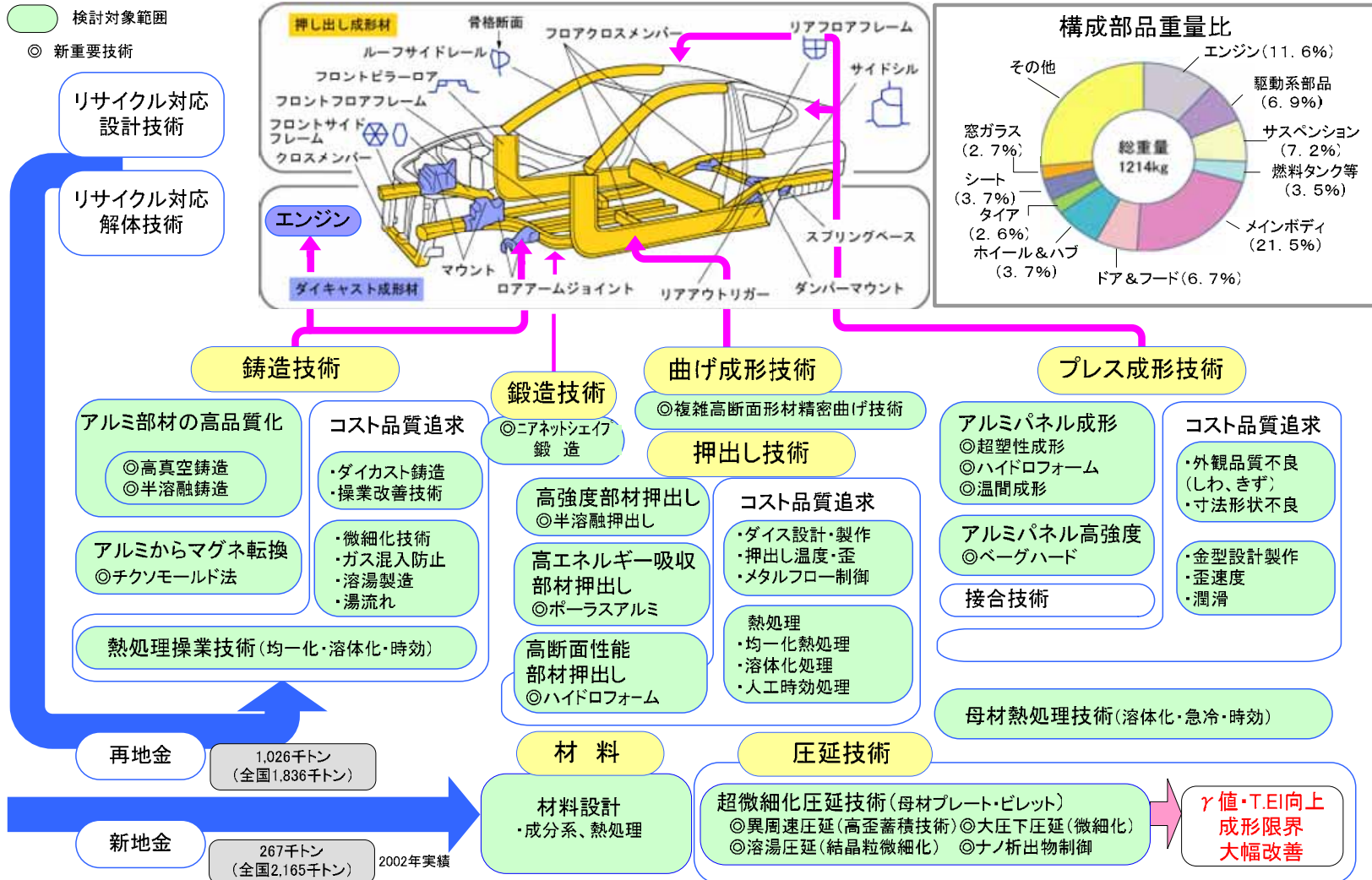
本調査では、すべての技術の基盤である材料・熱処理技術をベースに、鋳造技術、押出し技術、プレス成形技術、鍛造技術、圧延技術（材料も含め）の技術要素について取り上げ、その動向を紹介することとする。

特許調査においては、材料・熱処理、鋳造、押出し、圧延・鍛造、成形・プレス、の 5 つの分野を設定して調査をすすめる。加工の類似性などの点より、圧延と鍛造を一つの分野としてまとめた。

第1-2図 自動車軽量化俯瞰図

俯瞰図

自動車軽量化 構成要素技術



## 第 2 章 特許動向

### 第 1 節 全体概要

#### 1. 特許調査の範囲

自動車軽量化に関する材料・熱処理、鋳造、押出し、圧延・鍛造、成形・プレス等の5つの技術分野を設定した。

国内外特許データベースを利用してそれぞれの技術分野に該当する特許を抽出した。具体的には、国内特許は1990年以降の公開特許で、且つ出願基準年が1990年以降のものとした。外国特許は、米国については優先権主張年が1990年以降の登録特許とし、欧州については、優先権主張年が1990年以降の欧州特許庁（EP）に出願された公開特許とした。これを全体動向分析対象データとした。さらにこのデータに自動車関連キーワードからなる検索式を用いて、分野別動向分析対象データを作成した。なお、圧延・鍛造分野および成形・プレス分野では自動車とは関係のない特許が大量に存在する可能性があったため、全体動向分析対象データを作成する段階から検索式により、自動車関連特許に絞った。全体動向、分野別動向分析の対象データ件数を第2-1表に掲載する。

第 2 - 1 表 特許データの構成

技術分野	IPC 範囲の概要	全体動向分析対象			分野別動向分析対象		
		日本	米国	欧州	日本	米国	欧州
材料・熱処理	Al 基合金、Mg 基合金 上記合金の熱処理	5656	767	709	1622	76	80
鋳造	鋳造、ダイカスト等	6529	568	546	431	35	32
押出し	金属の押出し	1817	205	222	292	38	66
圧延・鍛造	圧延 鍛造、鍛造品製造	1100	158	130	1100	158	130
成形・プレス	成形加工等 プレス一般	2534	436	269	2534	436	269
全体		17829	2113	1744	5533	730	460

(注)全体は各分野の和集合であって、その件数は各分野の算術合計と一致しない。

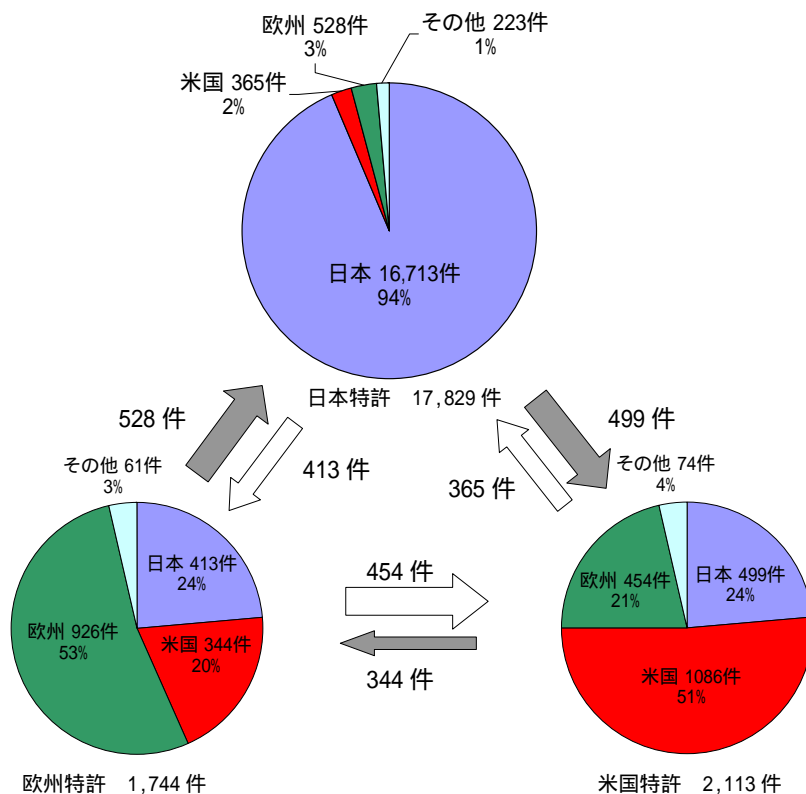
#### 2. 全体動向

第2-1図に日米欧三極出願収支（全体三極出願収支）を、第2-2図に日米欧各特許庁への出願件数推移を示した。

日本への出願件数で見ると、日本国籍出願人が9割を占める。しかし、日本への出願に比べ、日本国出願人は欧米に対して自国出願の1割以下しか出願していない。欧州は自国出願の半分程度を日米に出願している。米国は自国への出願の3割程度を日欧に出願している。日本国出願人は欧米に比べて海外出願に消極的であり、日本が他地域に一方的に出願している構図ではない。また、出願推移には一部ピークが認められるものの急激な変化は認められない。

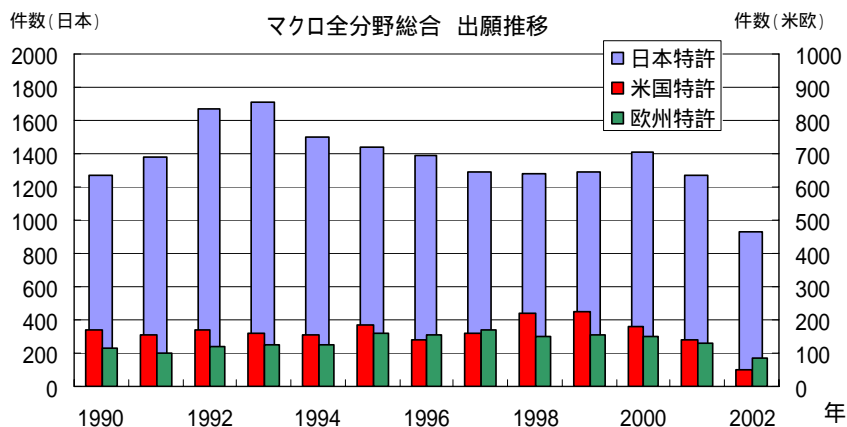
第2-2表に出願人別出願件数ランキングを示す。日本への出願でも上位を占める日本の自動車メーカーが、海外へも比較的積極的に出願している。また、米国や欧州からの出願では、GMなどの自動車メーカー以外に、アルコア、レイノルズメタル、ノルスクハイドロなどのアルミニウムメーカーが日米欧にまんべんなく出願している。

第2-1図 全体動向 三極出願収支



(注) 青：日本国籍出願人、赤：米国籍出願人、緑：欧州国籍出願人  
第2-4図「技術分野別 三極出願収支」も同じ

第2-2図 全体動向 出願推移



(注) 日本特許(青)：日本特許庁への出願、  
米国特許(赤)：米国特許庁への出願、  
欧州特許(緑)：欧州特許庁への出願

第2 - 2表 出願人別出願件数ランキング

	日本への出願(公開)		米国への出願(登録)		欧州への出願(公開)	
	出願人	件数	出願人	件数	出願人	件数
日本からの出願	1 神戸製鋼所	1020	本田技研工業	42	トヨタ自動車	33
	2 本田技研工業	757	トヨタ自動車	34	本田技研工業	26
	3 トヨタ自動車	725	ワイケイケイ	25	ワイケイケイ	25
	4 古河電工	698	東洋機械金属	22	古河電気工業	19
	5 宇部興産	583	マツダ	20	リヨ - ビ	17
	6 昭和電工	533	神戸製鋼所	18	マツダ	16
	7 東芝機械	500	古河電気工業	18	富士写真フイルム	13
	8 新日本製鉄	475	タカタ	13	住友電気工業	12
	9 古河スカイ	387	増本健	13	神戸製鋼所	11
	10 三菱アルミニウム	368	日立金属	12	増本健	11
米国からの出願	1 アルコアINC	40	ALCOA INC	96	ALCOA INC	38
	2 ジェネラルモ - タ - スCORP	26	GEN MOTORS CORP	41	GEN MOTORS CORP	24
	3 レイナルズメタルSCO	14	REYNOLDS METALS CO	38	REYNOLDS METALS CO	19
	4 ジェネラルエレクトリックCO	10	GEN ELECTRIC	21	KAISER ALUMINIUM CHEM CORP	10
	5 アライドシグナルINC	8	DANA CORP	20	UNITED TECHNOLOGIES CORP	8
	6 ダナCORP	8	KAISER ALUMINIUM CHEM CORP	20	THIXOMAT INC	6
	7 エナ - ジ - コンバ - ジョンデバイセスINC	7	ALLIED SIGNAL INC	15	FORD MOTOR CO	6
	8 ハネウエルINTERNINC	7	HAYES LEMMERZ INT INC	13	NELSON METAL PROD CORP	5
	9 アウトボ - ドマ - リンCORP	6	CHRYSLER CORP	12	PECHINEY ROLLED PRODUCTS LLC	5
	10 ダウCHEMCO	6	FORD GLOBAL TECH INC	12	HOWMET RES CORP	5
欧州からの出願	1 ダイムラ - クライスラ - AG	19	PECHINEY RHENALU	23	ALUSUISSE LONZA SERVICES AG	50
	2 コラスアルミニウムバルツプロダクテGMBH	18	DAIMLER CHRYSLER AG	17	PECHINEY RHENALU	38
	3 ノルスクヒドロAS	15	CORUS ALUMINIUM	12	ALCAN TECH & MAN AG	19
	4 オスカ - フレツヒGMBHウントCO	11	WALZPROD GMBH	8	VOLKSWAGENWERK AG	18
	5 ベシネイレナ - ル	10	FRECH OSKAR GMBH & CO	8	NORSK HYDRO AS	17
	6 アルカンテクノロジー - アンドマネ - ジメントLTD	10	NORSK HYDRO AS	8	MUELLER WEINGARTEN	16
	7 アルスイステクノロジ - アンドマネ - ジメントLTD	9	BOSCH GMBH ROBERT	7	MASCHF	16
	8 ベシネリユナリユ	9	ALUSUISSE LONZA SERVICES AG	7	BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG	15
	9 エスエムエスオイムGMBH	9	MUELLER WEINGARTEN	7	FRECH OSKAR GMBH & CO	14
	10 アルミニウムブシネイ	9	MASCHF	6	RHEINFELDEN ALUMINIUM GMBH	13
		9	AUTOROBOT FINLAND	6	HOOGO VENS ALU	12
		9	AUDI NSU AUTO UNION AG	6	WALZPROD GMBH	12

## 第 2 節 技術分野別の動向

### 1. 概要

5つの技術分野についてその動向を述べる。

分析に使用したデータは第2-1表に示した分野別動向分析対象データである。第2-3図に技術分野毎の日本特許、米国特許、欧州特許の出願推移を示す。また第2-4図に技術分野毎の三極出願収支を掲載する。出願推移と三極出願収支を中心に議論し、各技術分野の動向を把握する。

### 2. 技術分野全体の三極出願収支

第2-4図(a)から理解されるように、日本国出願人では自国への出願割合が非常に多く、他地域への出願が少ない。具体的には、日本国出願人の自国への出願件数に対する米国、欧州への出願割合はそれぞれ2.1%、1.5%となっている。一方、米国出願人の自国への出願件数に対する日本、欧州への出願割合はそれぞれ22.0%、15.8%となっており、欧州出願人の場合、日本、米国への出願割合はそれぞれ52.2%、58.5%となっている。

### 3. 技術分野ごとの状況

#### (1) 材料、熱処理分野

日本特許の件数が圧倒的に多い。毎年、米国、欧州特許の約10倍強の件数が出願されている。特許出願を技術イノベーションの一つの証と見るならば、日本でのこの分野の技術開発活動は極めて活発であるといえる。

日本特許では、1992年に特許のピークが認められ、以降、出願件数は徐々に減少してきている。1993年のピークの時期は、鉄鋼メーカ、アルミニウムメーカが中心となってアルミニウム合金展伸材について集中的に出願した時期と一致する。日本とは絶対数が違うが、米国では1998年に、欧州では1997年に特許が多くなっている。三極出願収支をみると、日本から他地域への出願が多く、欧州からの出願がこれに次いでいる。

#### (2) 鋳造分野

この場合も、日本特許の出願が活発である。米国、欧州特許に比べると毎年10倍強の件数が出願されている。欧州の出願推移は特徴的で、1996年から急に立上がり、その後、横ばい傾向を示している。三極の収支を見ると、欧州からの出願が目立ち、日本からの出願は欧州に次いで多い。

#### (3) 押し出し分野

日本特許での出願が活発である。欧州特許に対し4.5倍、米国特許に対し7.6倍の出願があるが、材料、熱処理分野や鋳造分野に比べると出願件数は少ない。欧州では1996年、1997年、1998年に特許が増え、日本では1996年に多い。三極出願収支を見ると、日本からの出願がすこし欧州を上まわっている。

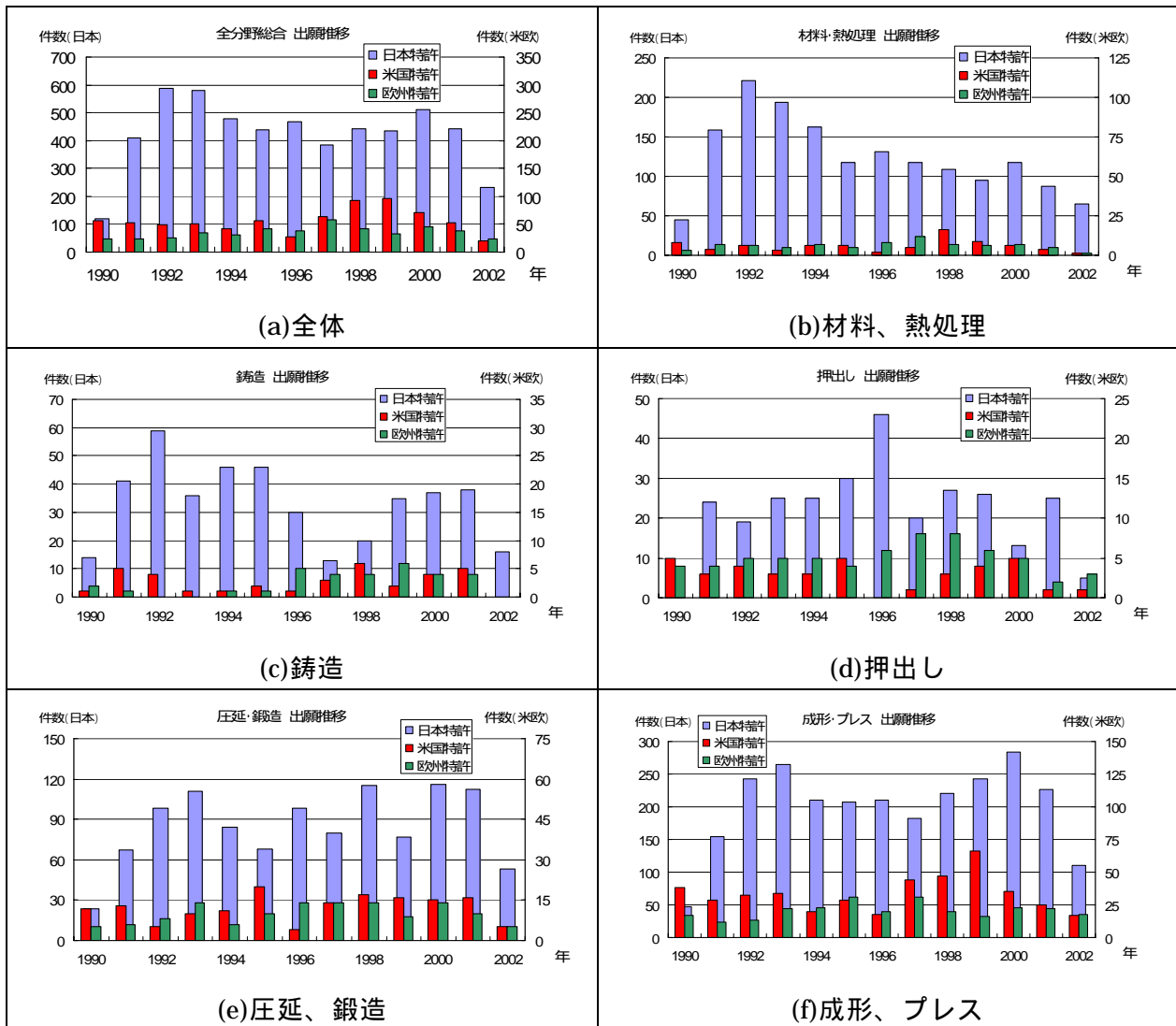
#### (4) 圧延、鍛造分野

出願件数推移をみると日本特許の出願が多く、日米欧とも調査期間を通じて横ばい傾向である。三極出願収支の対象となる他地域への出願は、日本から米国、欧州への出願が多くなっている。

(5) 成形、プレス分野

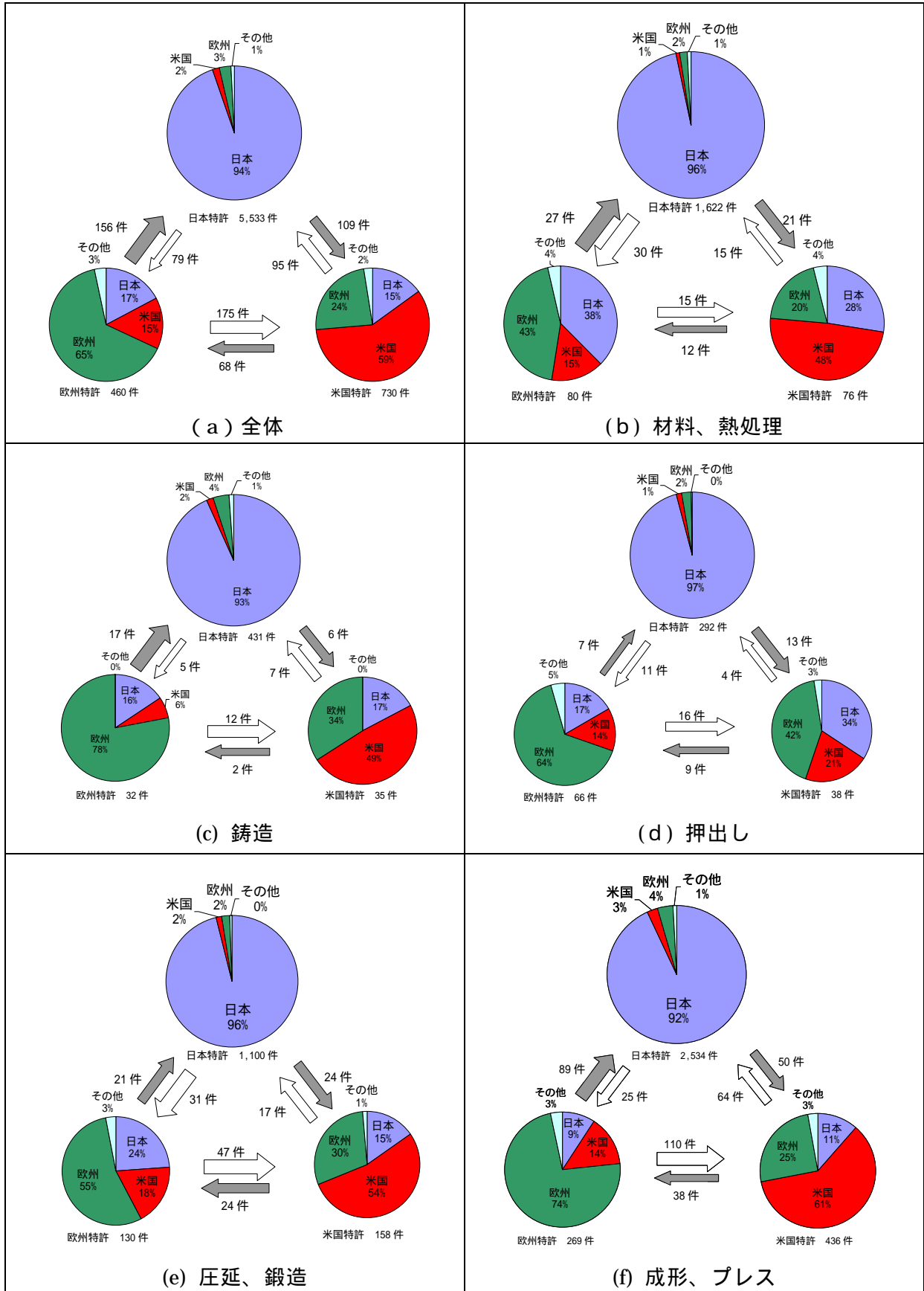
材料、熱処理など他の分野に比べると、日本特許、米国特許、欧州特許とも出願件数が多く、自動車製造における成形、プレスの重要性を示している。欧州では1995年～1997年にかけて出願が増え、米国では1996年以降、明瞭な増加傾向を示している。日本でも1997年ごろより出願が増加に転じている。三極出願収支を見ると、欧州から他地域への出願が多く、米国からの出願がこれに次いでいる。日本からの出願は、欧州、米国に比べると少ない。

第2-3図 技術分野別 出願件数推移



(注) 日本特許 (青): 日本特許庁への出願、米国特許 (赤): 米国特許庁への出願、  
 欧州特許 (緑): 欧州特許庁への出願

第 2 - 4 図 技術分野別 三極出願収支



(注) 青：日本国籍出願人、赤：米国国籍出願人、緑：欧州国籍出願人

### 第 3 節 技術分野別の特許出願分布

#### 1. 概要

第 2 - 5 図に技術分野毎の特許出願分布を示す。

特許出願分布図はその技術分野で何が問題になっており、どこにニーズが集まっているのかを示唆している。特許出願分布図より注目研究開発テーマを抽出する。

#### 2. 技術分野ごとの状況

##### (1) 材料、熱処理分野

展伸材では「強度と成形性」に課題が集まり、国内(a)では「5000系、6000系アルミニウム合金」に出願が集中する。外国(欧州、米国)(b)では6000系合金に集まる。

鋳造材(c)では強度と耐摩耗性に課題があり、「Al-Si系アルミニウム合金」に出願が集まっている。また、最も軽い金属であるMg合金に対する関心も高い。

##### (2) 鋳造分野

鋳造欠陥防止及び強度に課題が集まっている。また、鋳包み鋳造法にも出願が多いが、背景には「工程簡素化」という課題が残っている。鋳造出願分布(d)と1999年以降の出願分布(e)を比較すると、技術の主たる対象が従来のエンジンからシャシ、車体の「高品質、大型薄肉部材の鋳造」へとシフトしていることがわかる。

##### (3) 押し出し分野

国内特許(f)では「フレーム、メンバの軽量化」やスペースフレーム構造に課題があり、形状・寸法設計技術や押し出し条件に出願が強く分布している。外国特許(g)をみると同じ押し出し条件であっても、その目的は工程改善にあることがわかる。

##### (4) 圧延、鍛造

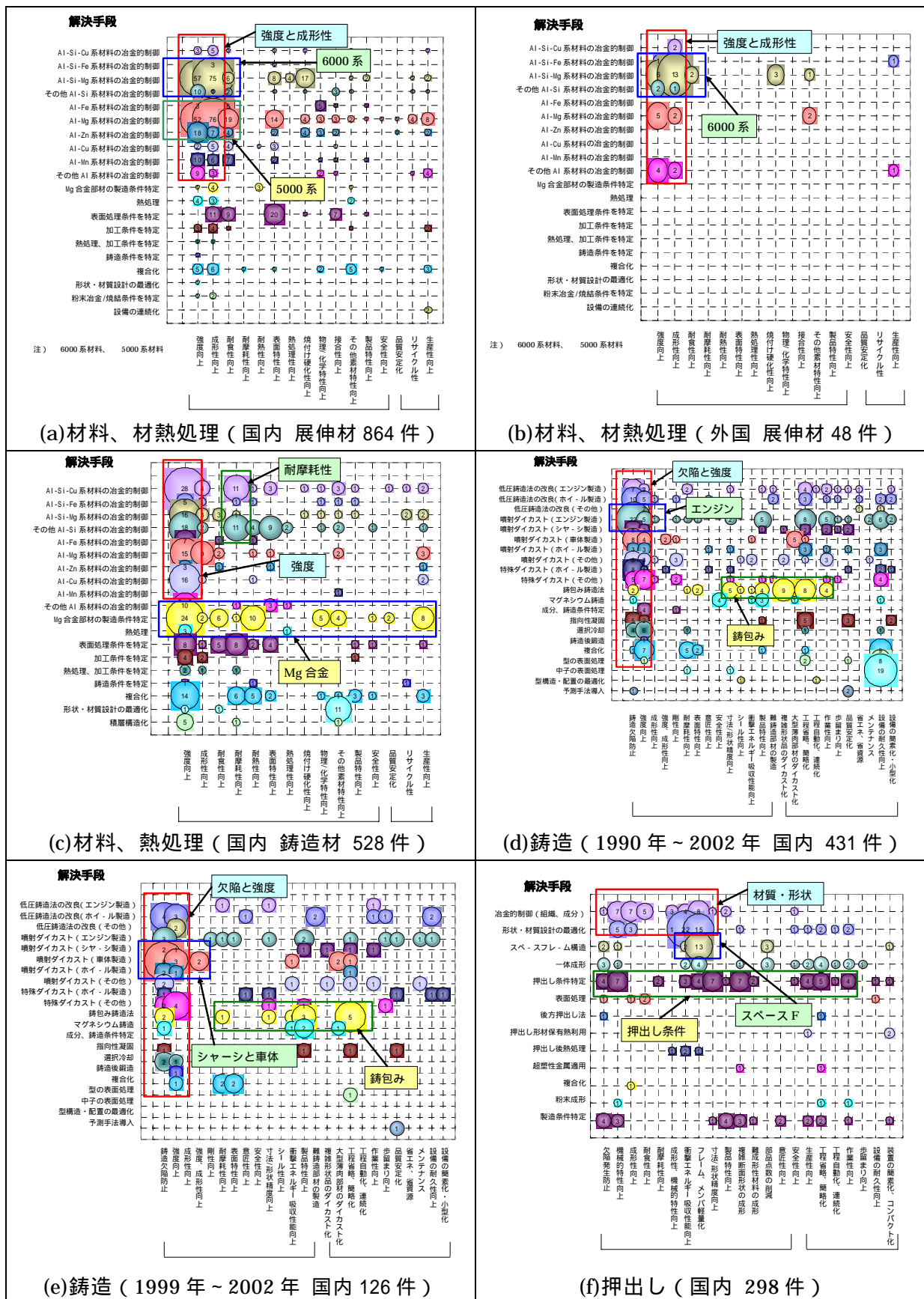
アルミニウムでは冷間、熱間鍛造について出願されており、そのニーズは工程の簡素化である。この傾向は外国特許も同じである。アルミニウムの圧延技術について出願は非常に少ない。参考のため、鉄の出願分布(i)を掲載したが、鍛造について出願があるものの、大多数の特許は圧延材の冶金的制御(制御圧延)に関するものである。

##### (5) 成形、プレス

アルミニウム(j)では「形状・寸法の精度向上とプレス成形」、「管・型材の曲げ加工」、「流体圧成形法(ハイドロフォーミング)」に特許出願が集まっている。さらにプレス成形に関する出願では背景に工程簡素化の課題が内在している。外国特許(k)においても「形状・寸法とプレス成形」および「流体圧成形法」に集まる。

参考のため鉄の出願分布図を(l)に示す。ハイドロフォーミングに出願が集まる。アルミニウムに比べると形状・寸法とプレス成形に対する密度はそれほど高くない。

## 第 2 - 5 図 技術分野別の特許出願分布



(a)材料、材熱処理 (国内 展伸材 864 件)

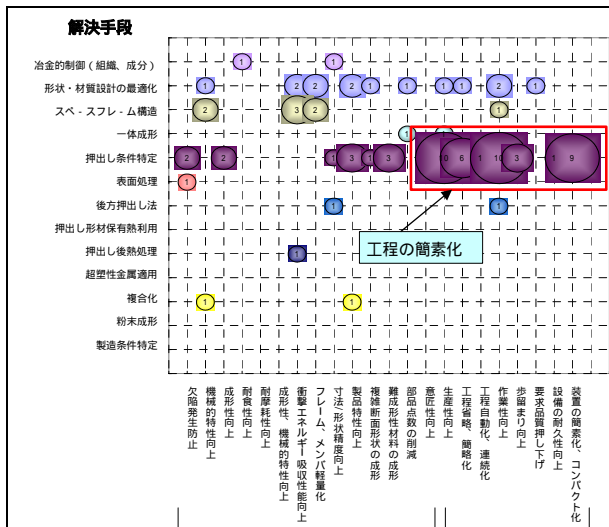
(b)材料、材熱処理 (外国 展伸材 48 件)

(c)材料、熱処理 (国内 鋳造材 528 件)

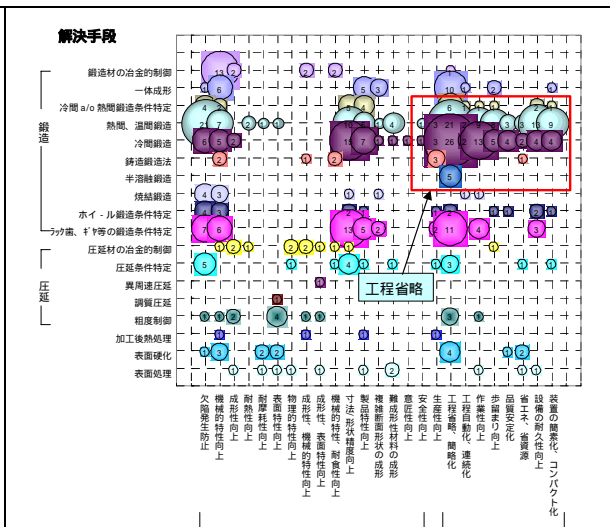
(d)鋳造 (1990 年 ~ 2002 年 国内 431 件)

(e)鋳造 (1999 年 ~ 2002 年 国内 126 件)

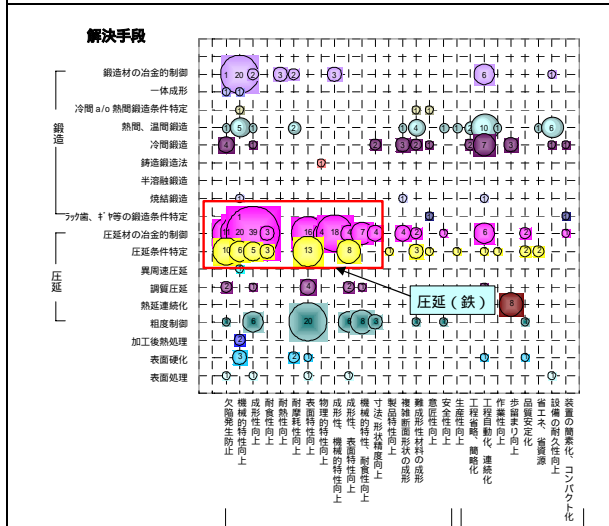
(f)押し出し (国内 298 件)



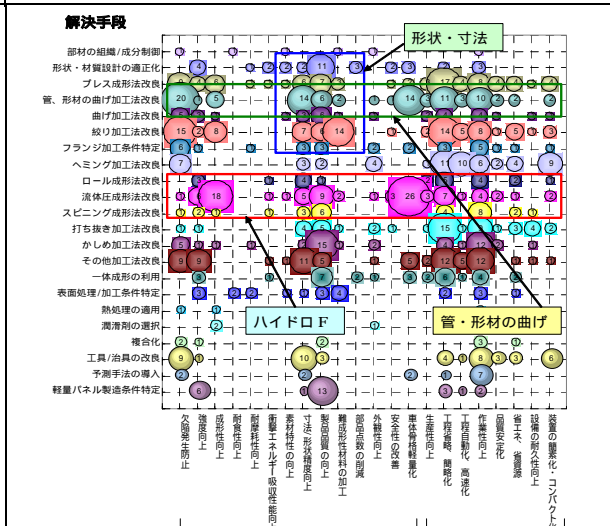
(g) 押し出し (外国 84 件)



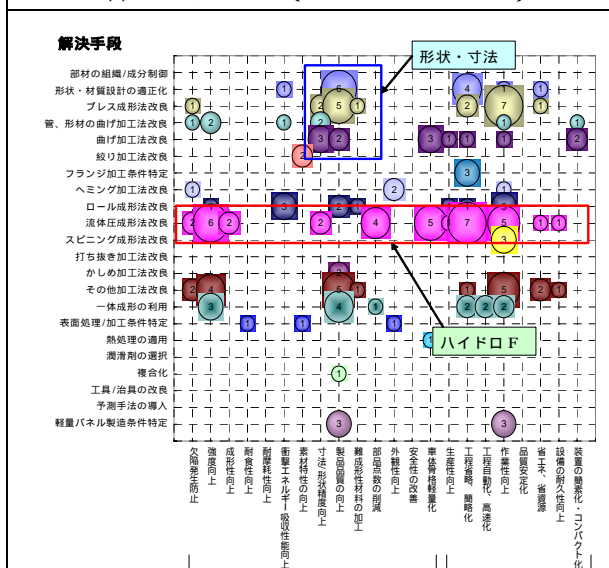
(h) 圧延、鍛造 (国内 非鉄 629 件)



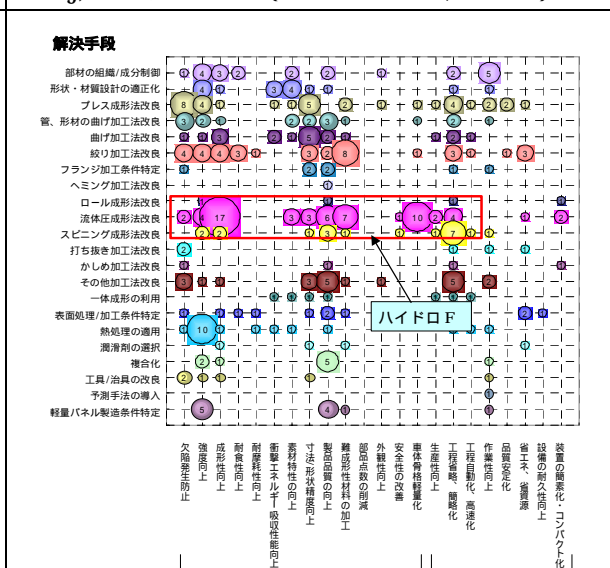
(i) 圧延、鍛造 (国内 鉄 456 件)



(j) 成形、プレス (国内 非鉄 1,830 件)



(k) 成形、プレス (外国 非鉄 161 件)



(l) 成形、プレス (国内 鉄 551 件)

## 第 4 節 注目研究開発テーマ

### 1. 概要

5つの技術分野の特許出願分布より、今後の技術的可能性も考え、11件のテーマを抽出した。第2 - 3表にテーマ名と日本、米国、欧州での特許出願件数を掲載する。

日米欧で競争中など特徴あると思えるテーマ6件については、時系列推移を第2 - 6図に示した。国内特許の推移と他地域への出願件数の推移を掲載し、注目テーマ6件について議論する。

第 2 - 3 表 注目研究開発テーマと特許件数

注目研究開発テーマ		日本	米国	欧州
1	5000系,6000系展伸材の冶金的制御による強度、成形性向上			
	(a) 5000系展伸材の冶金的制御による強度、成形性向上	147	6	3
	(b) 6000系展伸材の冶金的制御による強度、成形性向上	149	8	16
2	Al-Si系鋳造材の冶金的制御による強度、耐摩耗性向上	89	10	4
3	エンジン部品の鋳造欠陥防止	40	5	2
4	重要保安部品、大型部品の鋳造欠陥防止	49	8	10
5	マグネシウムシムのチクソモールド鋳造	30	0	0
6	フレーム、メンバ、パンパなど押出し材の軽量化	80	6	6
7	鍛造法改良による工程省略、簡素化	74	6	3
8	アルミニウムの細粒化圧延	40	0	1
9	鉄/非鉄部材への流体圧成形法(ハイドロフォーム)の適用			
	(a) 非鉄部材への流体圧成形法の適用	86	23	16
	(b) 鉄部材への流体圧成形法の適用	68	1	4
10	管・型材への曲げ加工技術の適用	97	6	2
11	温間成形	18	0	0

(注) 上記件数は日本、米国、欧州各特許庁への出願件数

### 2. 技術分野ごとの状況

#### (1) 6000系展伸材の冶金的制御による強度、成形性向上

我が国では、アルミニウム板材がフードに使われ始めた1980年代では5000系(Al-Mg)合金が主流であったが、最近ではBH(Bake Harding)性能に優れた6000系合金に移りつつある。国内特許をみると6000系(Al-Mg-Si)合金は減少した後1995年頃より出願が増え始め、増加の傾向を示している。一方、5000系合金の出願を見ると1992年以降激減し、最近では数件程度の出願となっている。

他地域における出願推移に注目すると、6000系合金の開発は欧米で先行したが、日本は1990年代半ばから出願が増え急速に追いついていることがわかる。1991年の5件の出願はGM、アルカンなどから出された時効制御に関する特許である。1997年には古河電工よりMg/Si比最適化組成設計に関する特許が出願されている。

#### (2) Al-Si系鋳造材の冶金的制御による強度、耐摩耗性向上

1994年以降、国内特許は減少している。1990年代前半に、日米欧で「強度、耐摩耗性」を目的とするAl-Si系鋳造材の開発がおこなわれ、他地域における出願も活発であったが、それ以降は下火になっている。エンジン向けの鋳造材として開発されたAl-Si系合金は、技術としては成熟し、その開発はほぼ終息したものと考えられる。

### ( 3 ) 重要保安部品、大型部品の鑄造欠陥防止

鑄造技術の対象はエンジンからシャシ、サスペンションなど大型薄肉部品に移りつつある。国内特許も他地域における出願件数も 1998 年ころより増え始めている。

他地域における出願の内容をみると、1991 年の英国アロイ・ホイール社からの 2 件の出願は AI ホイールを低圧鑄造法で鑄造可能にする内容のもので、米国と欧州とともに特許となった重要な出願である。また、1996 年にはダイムラー・ベンツより 2 件の大型薄肉部材のダイカスト化に関する特許が出願されている。このように 1990 年代前半は欧州からの出願が目立ったが、最近では、日本からの他地域への特許出願も増えてきている。2000 年以降では、リヨービ、日立金属など日本の鑄造機メーカーからの出願が含まれている。

### ( 4 ) フレーム、メンバ、バンパの軽量化

国内特許をみると 1995 年～1999 年にかけて多く出願されている。神戸製鋼や本田技研工業からの出願が多い。1998 年に我が国初のスペースフレーム車が開発されたが、これに関連した特許出願である。

他地域における出願は、1995 年以降増加傾向にある。欧州のアウディ社、日本の本田技研工業からの出願がある。

### ( 5 ) 鍛造法改良による工程省略、簡素化

国内特許は 1993 年をピークに一旦減少するが、1996 年頃よりまた増加している。鍛造工程では工程簡素化のニーズが高く、特許内容としては、工程数の削減、サイクルタイム減少、高精度化による後工程省略などに関するものが多い。

他地域における出願については、件数が少なく明瞭な特徴が見られないが、最近では日本からの出願が多い。1998 年の 3 件は富士重工と久保田鉄工による変速機部品の一体鍛造に関する特許である。

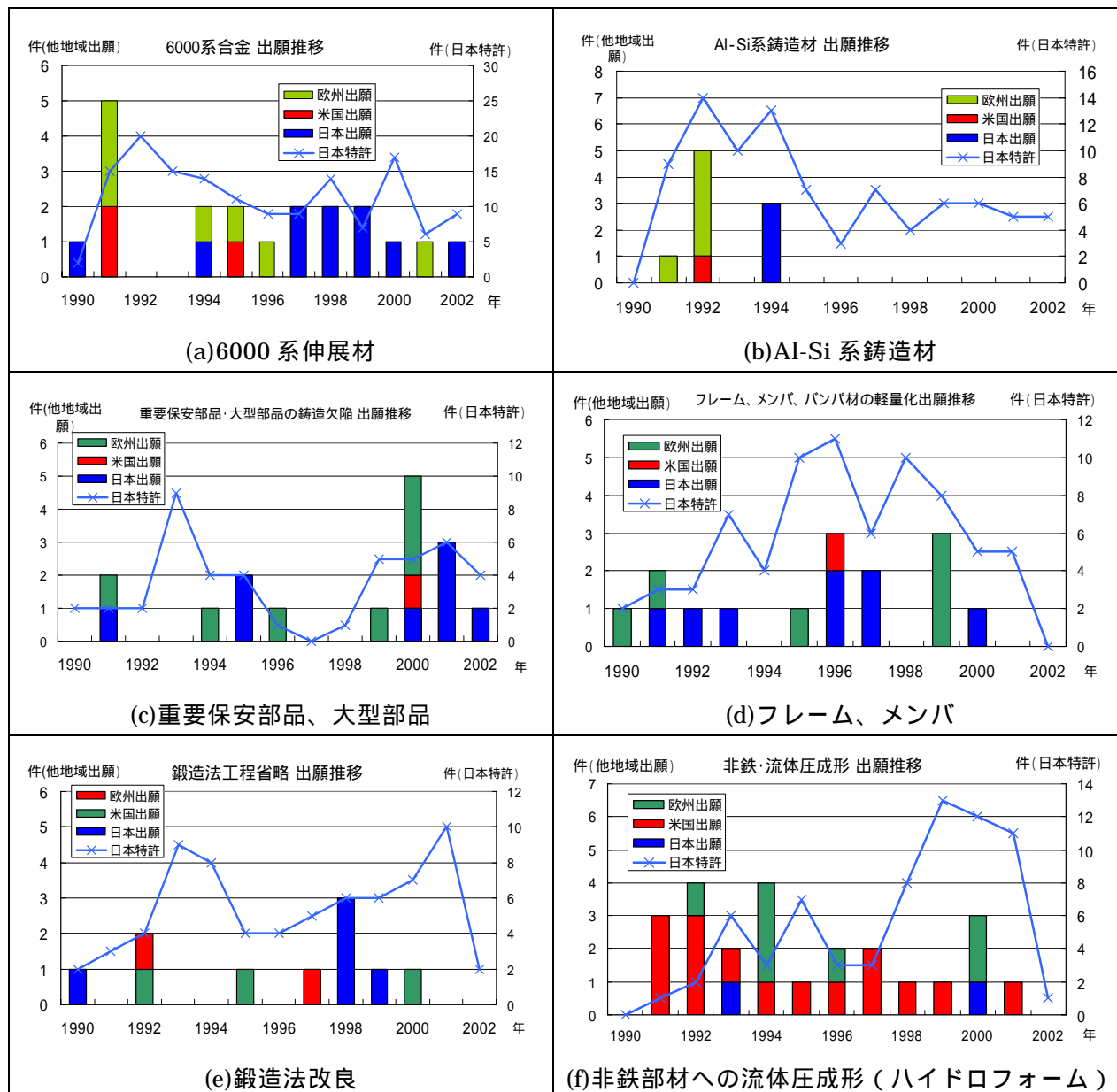
### ( 6 ) 鉄/非鉄部材への流体圧成形法(ハイドロフォーム)の適用

ハイドロフォーミングは高精度加工、一体成形による部品点数削減などの効果が大きく、注目のテーマである。

アルミニウム部材への適用に係る国内特許は、1997 年以降、出願件数が急激に増えてきている。

他地域における出願については米国からの出願が目立っており、1990 年初期より積極的に出願されている。技術内容をみると 1992 年にシート材のハイドロフォーミング(フェンダ、ドアパネルに適用)、1994 年のチューブハイドロフォーミング(マニフォールドに適用)など節目技術で米国が先行している。米国からダナ(Dana)社、GM、欧州からはフィアットからの出願が多い。

## 第2 - 6図 主要研究開発テーマの出願状況



(注) 日本出願 (青): 日本国籍出願人から他地域 (米国、欧州) への出願  
 米国出願 (赤): 米国国籍出願人から他地域 (日本、欧州) への出願  
 欧州 (緑): 欧州国籍出願人から他地域 (日本、米国) への出願  
 日本特許: 日本特許庁への出願

### 第 3 章 研究開発動向

#### 第 1 節 全体概要

##### 1. 文献調査の範囲

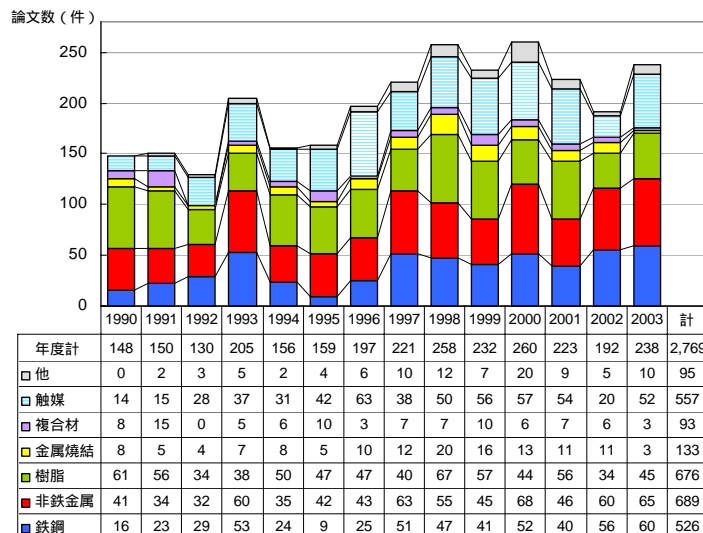
自動車技術の国際的な学会である SAE ( Society of Automotive Engineers ) が発刊する論文 SAE Paper から研究開発動向を調査した。調査期間 14 年間で 21,291 件の論文が発表されているが、この中で材料に関する論文 2,769 件を収集し、全体動向分析対象文献データとした。自動車構成材料の全体感を把握するため、材料には非鉄金属、鉄鋼の他に樹脂や触媒 ( 触媒担体用金属及びセラミックス ) を含めた。

##### 2. 全体動向

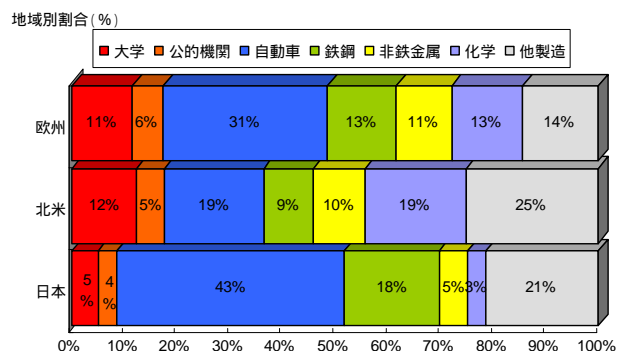
材料別の発表件数を第 3 - 1 図に示した。非金属や鉄鋼は漸増、樹脂は漸減し、1992 年ごろより、触媒が定常的に全体の 20%程度を占めているというのが全体的な動向である。

第 3 - 2 図に発表機関の属性割合を地域別に示した。SAE での論文発表者 ( 機関 ) は主として自動車、鉄鋼、非鉄、化学などの製造メーカーである。大学、公的研究機関の占める割合はさほど大きくはない。なかでも日本は、米国、欧州に比べると、大学、公的研究機関の割合は小さい。また、第 3 - 1 表に機関属性別の発表機関ランキングを掲載した。

第 3 - 1 図 SAE における材料別の発表件数の推移 (2,769 件)



第 3 - 2 図 SAE における地域別 - 機関別属性の割合



第3 - 1表 SAEにおける機関属性別発表件数

(1) 大学、研究機関

順位	件数	機関名	属性	国
1	17	The University of Michigan	大学	米国
2	16	Colorado School of Mines	大学	米国
3	15	Pacific Northwest National Lab.	公的機関	米国
4	13	Fraunhofer Institute	公的機関	ドイツ
	13	The Ohio State University	大学	米国
6	8	University of Waterloo	大学	カナダ
7	6	理化学研究所	公的機関	日本
	6	Institute of Magnesium Technology	公的機関	米国
	6	Michigan Technological University	大学	米国
	6	The Universityersität Stuttgart	大学	ドイツ

(2) 自動車会社

順位	件数	機関名	属性	国
1	166	Ford Motor Co.	自動車	米国
2	82	General Motors Corp.	自動車	米国
		DaimlerChrysler AG	自動車	ドイツ
4	65	トヨタ自動車	自動車	日本
5	29	日産自動車	自動車	日本
6	26	本田技研工業	自動車	日本
	26	Hyundai Motor Co.	自動車	韓国
8	21	三菱自動車	自動車	日本
9	15	ダイハツ自動車	自動車	日本
	15	マツダ自動車	自動車	日本

(3) 企業 (自動車会社以外)

順位	件数	機関名	属性	国
1	77	The Dow Chemical Co.	化学	米国
2	53	Engelhard Corp.	他製造	米国
3	46	Aluminum Company of America	非鉄金属	米国
4	41	Alcan International Ltd.	非鉄金属	カナダ
5	31	JFE スチール	鉄鋼	日本
	31	U.S. Steel Group	鉄鋼	米国
7	25	Hoeganaes Corp.	鉄鋼	米国
8	20	DuPont Co.	化学	米国
	20	Thyssen Krupp Stahl AG	鉄鋼	ドイツ
10	19	Corning, Inc.	他製造	米国
	19	新日本製鐵	鉄鋼	日本
	19	Norsk Hydro ASA	非鉄金属	ノルウェー
	19	ISG	鉄鋼	米国

## 第2節 技術分野別の動向

### 1. 概要

特許動向分析に合わせて、5つの技術分野についてその動向を詳細に分析する。5つの技術分野別に作成、整理した分野別動向分析対象文献データを第3 - 2表に示す。

文献すなわちSAEなど国際会議に報告される論文は特許とは一部異なる様相を示す。特許では圧延・鍛造分野に多くの出願がなされているが、論文での発表件数は極めて少ない。押し出し分野についても同じである。

技術分野別の論文発表件数推移を第3 - 3図に掲載した。第3 - 3図(a)全体に5分野合計の推移を示したが、論文の発表件数は増え続けており、1990年の40件/年から2003年には2倍の80件近くなっている。また、どの分野も北米からの発表が多い。SAEは自動車技術においては世界の代表的な国際学会であり、自動車技術の趨勢を一貫して見るにはSAE Paperが最適ではあるが、1905年の創立からSAEは米国にある学会であり、その点を認識した上で読み解く必要がある。

以下、技術分野毎にその動向を議論する。

第3 - 2表 SAEにおける技術分野別の発表件数

技術分野		材料	非鉄金属(403件)						鉄(315件)				計	
			アルミニウム	発泡アルミニウム	マグネシウム	チタン	銅	ニッケル	他合金	高張力鋼	鋳鉄	ステンレス		鉄(他)
材料/熱処理 (307件)	合金化		40	2	30	7	3	4	9	21	4	6	23	149
	発泡化		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	材料特性		26	0	23	2	0	0	7	20	3	8	22	110
	熱処理		6	0	5	2	0	0	0	6	1	4	22	46
鋳造 (128件)			60	0	45	1	0	0	4	0	3	15	0	127
圧延/鍛造 (28件)	圧延		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	鍛造		3	0	1	1	0	0	0	3	0	0	19	27
成形 (プレス・曲げ) (232件)	プレス		38	0	1	0	0	0	30	28	3	0	59	159
	曲げ		2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	9
	ハイドロフォーム		12	0	0	0	0	0	14	9	2	0	22	59
	射出成形		0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	5
押し出し (23件)			13	0	6	0	0	0	1	0	1	0	2	23
総計			200	4	111	13	4	5	66	89	17	33	176	718

## 2. 技術分野ごとの状況

### (1) 材料、熱処理分野

発表件数は1995年ごろより増加の傾向にある。

北米からの発表件数が多く、件数は増加傾向を示している。日本からの発表件数も1997年ごろより漸増しており、平均的には北米の約半数である。

発表者はフォード、GMなどの自動車メーカ、USスチール、新日本製鉄など鉄鋼メーカ、ノルスクハイドロ(Norsk Hydro)、大同メタルなどの非鉄金属系のメーカである。

### (2) 鋳造分野

発表件数は増加している。北米は別にしても、1999年ごろより欧州からの発表が目立つようになってきている。内容的には、鋳造欠陥防止や、対摩耗性向上に関する論文である。

発表者はGM、フォード、ダイムラー・クライスラーなどの自動車メーカである。他に、マグネシウム合金でダウケミカル(Dow Chemical)、アルミニウム合金でアルキャン(Alcan)、ノルスクハイドロなどが名を連ねている。

### (3) 押し出し分野

論文の発表件数が少ない。年間に1~2件の報告である。

発表者はフォード、GMの他に、アルコア(Alcoa)、ノルスクハイドロなどの非鉄メーカである。日本からは神戸製鋼が2件報告している。

### (4) 圧延、鍛造

全体の発表件数推移をみると、1990年、1993年、1998年に多い。ただし1990年以降は減少傾向にあり、近年の発表件数は極めて少ない。北米は定常的に発表しているが、日本、欧州は不定期であり、また件数も少ない。

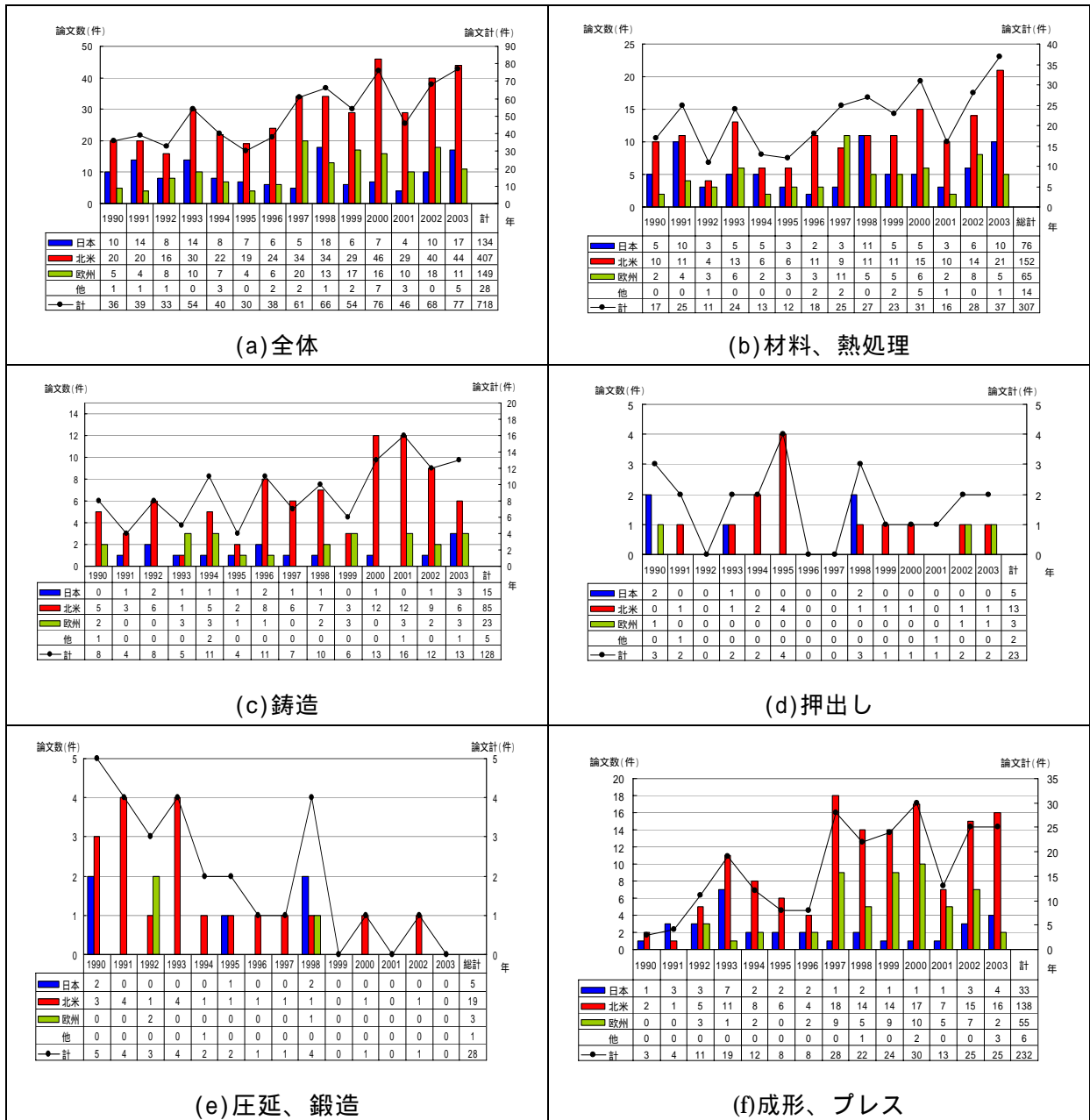
フォード、本田技研、マツダなどのほかにピッツバーグ(Pittsburgh)大学、オハイオ(Ohio)州立大学などの大学研究機関からの報告がある。

### (5) 成形、プレス

発表件数が多い。1997年ごろより急速に増え、毎年25件近くの論文が発表されている。

米国からの報告が多く、フォード、GM、アルコアなど米国系メーカからの報告が目立つ。日本からは JFE スチール、新日本製鉄、理化学研究所からの発表があるものの、日本発の論文発表は少ない。内容的にはプレス成形性に関する論文であり、FEM(Finite Element Method) などシミュレーションによる解析も多く報告されている。

第3 - 3図 SAEにおける技術分野別の発表件数推移



(注) 左縦軸 論文数(件): 日本、北米、欧州それぞれの地域から発表された論文件数  
 右縦軸 論文計(件): 日本、北米、欧州、その他地域から発表された論文の合計件数

### 第 3 節 注目研究開発テーマ

#### 1. 概要

特許動向分析において抽出した研究開発テーマについて、文献動向からもその内容を探ってみた。文献から見た注目研究開発テーマの総括を第 3 - 3 表に掲載する。この中から論文の発表が活発で、日本、米国、欧州が競争中であると考えられるテーマについて議論する。また、第 3 - 4 図にこれら注目研究開発テーマの論文発表件数推移を示す。

第 3 - 3 表 SAE における注目研究開発テーマ総括

注目研究開発テーマ		論文件数					論文内容
		計	北米	欧州	日本	他	
1	5000 系,6000 系伸展材の冶金的制御と成形性	18	11	3	4	0	成形の向上だけではなく、塗装焼付強度、表面性状の向上を視野に入れた研究が行われる。
2	Al-Si 系鋳造材の冶金的制御による強度、耐摩耗性向上	9	4	1	4	1	熱疲労強度と鋳造性の向上を狙う研究が多い。凝固制御、熱処理制御などに言及。自動車メーカーが大半を占める。
3	エンジンの鋳造欠陥防止技術	25	15	5	4	1	欠陥防止のための脱ガス、酸化皮膜、鋳造法に関する研究が多い。鋳造シミュレーションも散見される。
4	重要保安部品、大型部品の鋳造欠陥防止技術	23	13	6	3	1	低圧鋳造、スクイズキャスト、液体HIP など高級鋳造法に関する論文が多い。98 年頃より発表が目立つ。
5	マグネシウムのチクソモールド鋳造技術	7	5	1	1	0	92 年に Norsk Hydro よりチクソ鋳造法が報告される。以降、材質特性と関係して鋳造法が議論される。
6	フレーム、メンバ、パンパ材の軽量化技術	29	12	7	6	4	90 年代後半はエネルギー吸収部材、鋳造材メンバに関する論文が多い。パンパ部材は 95 年前後に発表されたが、最近は少ない。
7	非鉄金属の鍛造法改造による工程省略簡素化技術	0					対象論文なし
8	アルミニウムの細粒化圧延技術	0					対象論文なし
9	自動車用/非鉄部材への流体圧成形法の適用	13	7	5	1	0	00 年、02 年に米国からの論文が多い。特許と比較すると論文 2,3 年の遅れ。
10	鉄部材への流体圧成形法の適用	47	24	20	2	1	93 年に高内圧成形法 (IHV) に関する新しい技術が発表される。発表のピークは 99 年、00 年。その後も活発。
11	管、型材への曲げ加工技術の適用	3	2	1	0	0	ストレッチフォーミングなどに関する論文 3 件。発表件数は少ない。

(注) 北米：米国、カナダの合計

## 2. 技術分野ごとの状況

### (1) 5000系, 6000系伸展材の冶金的制御と成形性

第3 - 4図(a) 5000系, 6000系伸展材には5000系、6000系をまとめて表示したが、18件中15件が6000系合金に関する論文である。1993年～1999年にかけて発表されており、多くは成分、成形性、固体潤滑、プレス技術に関係する論文である。2003年には、日本、ドイツの大学から集合組織など金属組織に着目した成形性に関する論文が報告されている。

### (2) エンジンの鋳造欠陥防止技術

定常的に論文が報告されており、2000年、2001年に件数が多い。米国からの論文が多いが、日本、欧州からも毎年数件の論文発表がある。

内容は脱ガス、酸化皮膜、シミュレーション解析による結果であるが、欠陥防止に関連して低圧鋳造、スクイズキャストなど新しい鋳造法に述べた論文も多い。

### (3) 重要保安部品、大型部品の鋳造欠陥防止技術

発表件数は1998年以降増え始めている。アキャスト・オートモーティブ(Acast Automotive)社など米国系鋳造機メーカーによる発表が10件と多く、米国系アルミニウムメーカーが数件とこれに続く。日本からの発表は少ない。

論文の内容はダイカストに関するものは少なく、大半は低圧鋳造やスクイズキャストなど新しい鋳造法に関するものである。また対象はエンジンではなくサスペンション、シャシなどの足周り部品である。

### (4) フレーム、メンバ、バンパ材の軽量化技術

定常的に論文発表のあるテーマであるが、2002年から急激に増えている。米国のみならず、日本、韓国、欧州が比較的活発に発表している。フォード、アルコア、アルキャンなどの欧米勢に混ざり、1998年に神戸製鋼が自動車用アルミドアビームについて報告している。

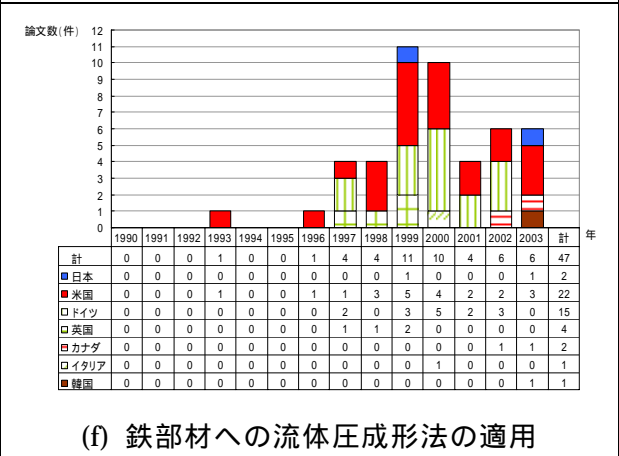
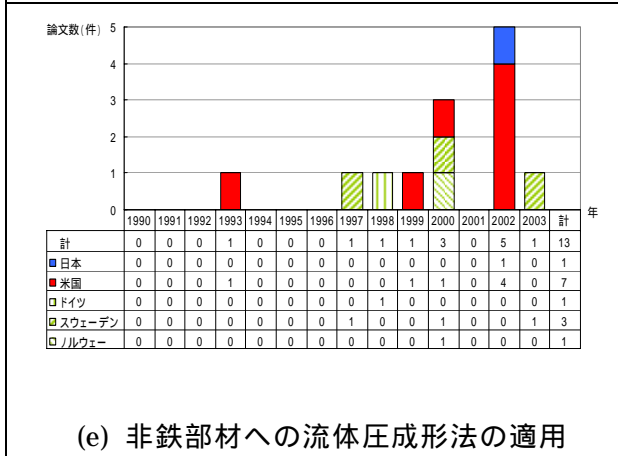
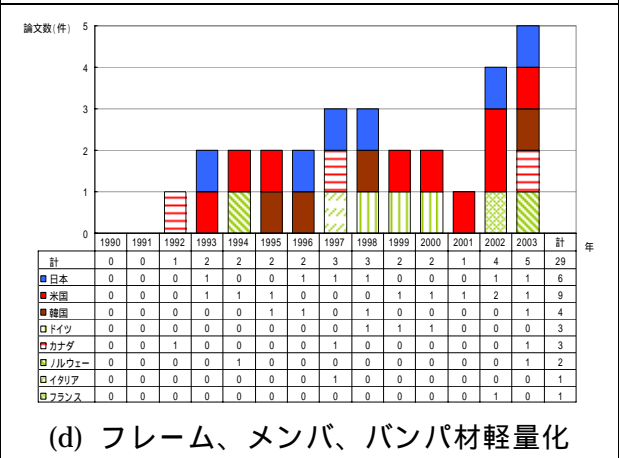
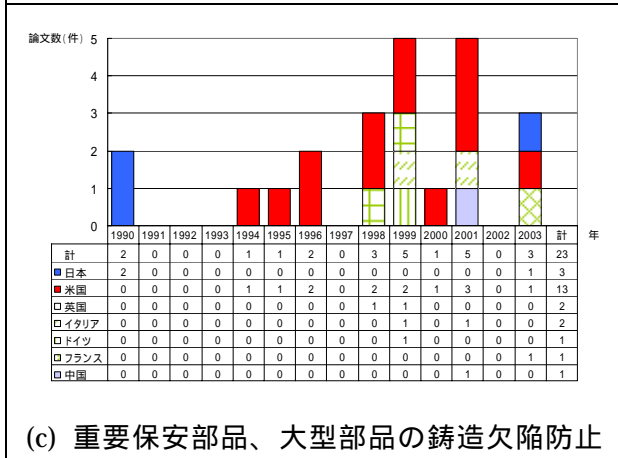
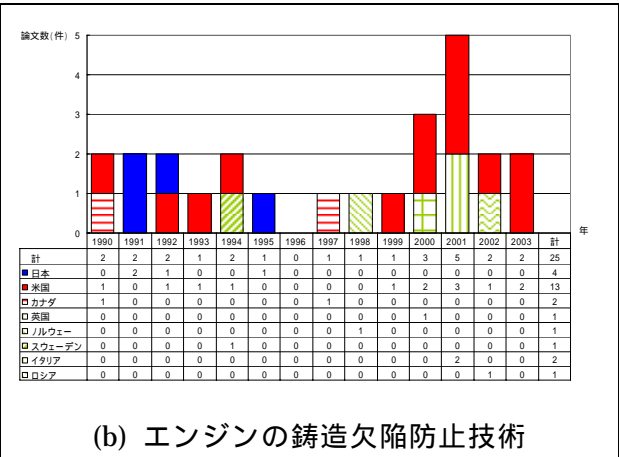
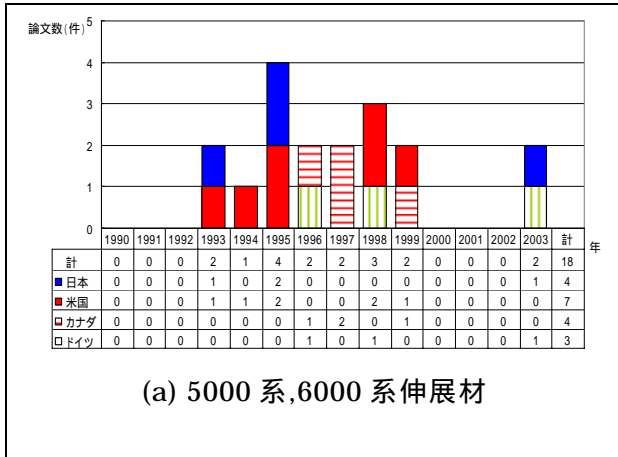
内容はフレーム、メンバの冶金的制御による特性向上や部品特性の向上に関する論文が多い。また、この中にはアルミニウム発泡技術についての論文が4件含まれている。

### (5) 非鉄部材/鉄部材への流体圧成形法の適用

非鉄部材へのハイドロフォーミングの適用に関する論文は1993年に報告されているが、発表件数が増えてきたのは2000年以降のことである。件数は13件とまだ多くはない。米国からは公的研究機関など、欧州からはボルボ(Volvo)などより報告されているが、日本からは2002年に日産自動車より報告されている。

鉄部材への応用も1993年に始まっているが、1998年ごろより急激に発表件数が増えた。非鉄部材より一歩先行しているようである。鉄の場合も米国先導であり、日本からの報告は少ない。

第3 - 4図 SAEにおける注目研究開発テーマの論文発表件数推移



## 第 4 章 市場動向

### 第 1 節 自動車市場

#### 1. 日本車生産台数の推移

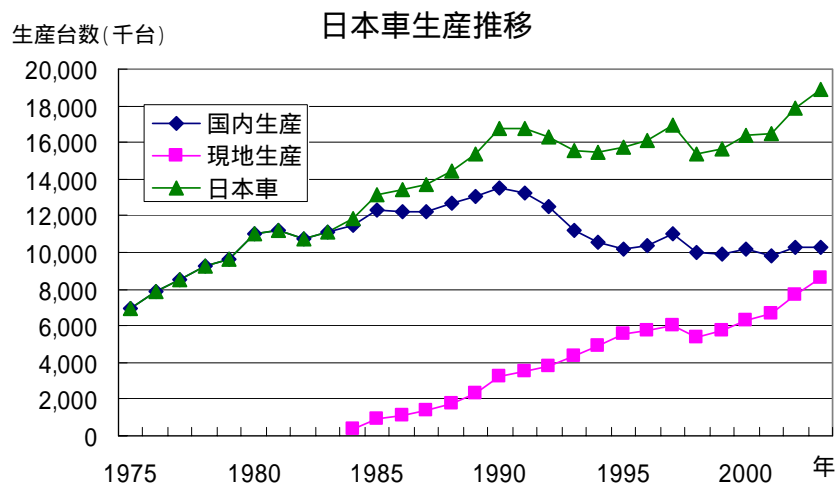
第 4 - 1 図に日本車の生産台数を示す。

モータリゼーションの風に乗って拡大を続けた我が国の自動車（四輪車）生産は 1,348 万台という生産台数を記録した 1990 年を境に縮小期に入る。1997 年に一時回復が見られたというものの、ここ 10 数年、1,000 万台の大台を前後しているというのが自動車生産の推移概況である。理由は明白である。一つは国内市場の飽和と通商摩擦回避から始まった海外現地生産へのシフトである。海外現地生産の車も「日本車」と呼ぶならば、「日本車」の生産台数は着実に伸びている。2003 年現在、海外生産は 860 万台に達し、国内生産に海外生産分を加えると日本車生産台数は 1,888 万台となり、世界の生産台数 6,065 万台の 31%を占める。

#### 2. 自動車メーカーとグローバル化

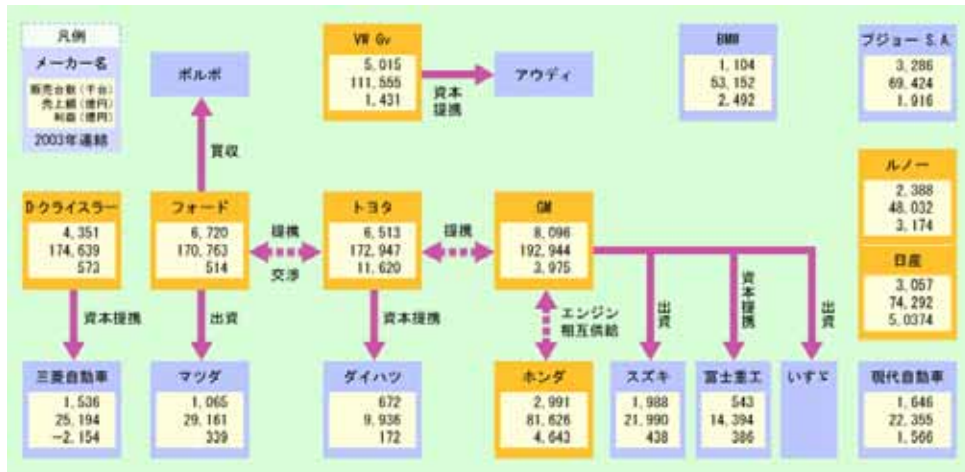
1993 年以降、世界の自動車生産は 100 万台/年のペースで拡大しており、2003 年時点で 6065 万台である。特にアジアの伸びが著しく、販売規模 1,150 万台、生産規模 2,150 万台の巨大市場、生産拠点が出現しつつある。世界の自動車メーカーが進出し、グローバル・コンペティションの主戦場になりつつある。市場、生産拠点のグローバル化に伴ない、1990 年代にはいり、世界の自動車メーカーは事業提携、合併を繰返し、グローバル化を進めてきている。「400 万台クラブ」と呼ばれる自動車メジャーによるメガ・コンペティションが始まっている。

第 4 - 1 図 日本車の生産推移



(出所) 日本自動車工業会「日本の自動車工業」各年度版

第 4 - 2 図 世界の自動車メーカーのアライアンス



本調査のために作成、各社アニュアルレポートならびに自動車年鑑 2004 年度版を参照

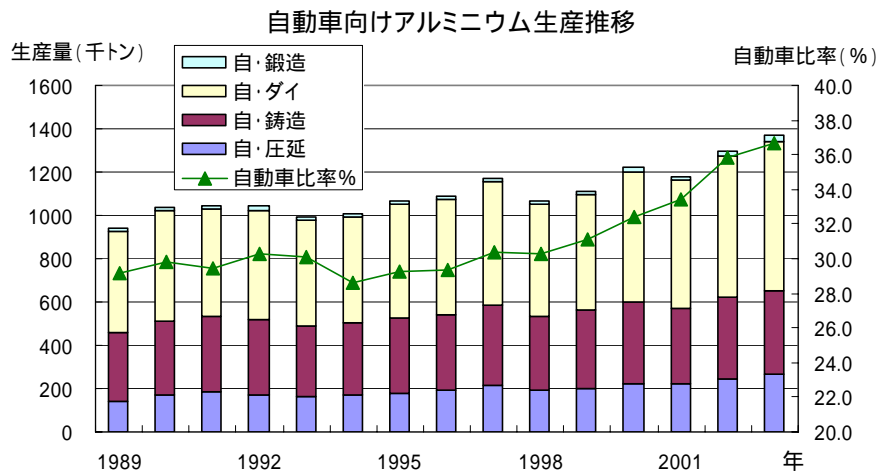
## 第 2 節 アルミニウム、鉄など自動車用素材の市場

### 1. 自動車向けアルミニウム

国内の自動車向けアルミニウム生産量は伸びている。2003 年では約 37%が自動車向けである。エンジンのアルミニウム化拡大などが寄与している。

世界のアルミニウム業界はアルコア(米国)、アルキャン(カナダ)、ノロスクハイドロ(ノルウェー)3社への集約が進行しており、これらメジャー3社は精錬、圧延部門に大きな影響力を持っている。アルミニウム材料のグローバル化が始まっている。

第 4 - 3 図 自動車向けアルミニウム生産量推移 (国内)



(出所) 日本アルミニウム協会 アルミニウム統計表 各年版

(注) 自・鍛造/自動車向け鍛造材、自・ダイ/自動車向けダイカスト材、  
自・鍛造/自動車向け鍛造材、自・鍛造/自動車向け圧延材(板、形材)

第4 - 4図 世界のアルミニウム業界の変遷

アルミニウムメーカー	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Alcan (北米)			↑			↑	Alcan Gr
Alusuisse (スイス)						↑	
Pechiney (仏)		↑					
Kaiser(Ravenwood) (北米)							
Kaiser(Trentwood) (北米)							
Alcoa (北米)	↑	↑					Alcoa Gr
Alumax/USA (北米)							
Golden/SanAntonio (北米)							
Norsk Hydro (ノル)					↑		Norsk Hydro Gr
VAW (独)	↑						
Reynolds/Europe (北米)							
Reynolds(HotSpring) (北米)							
Commonwealth (北米)							
K.Hoodgovens (英)							Corus

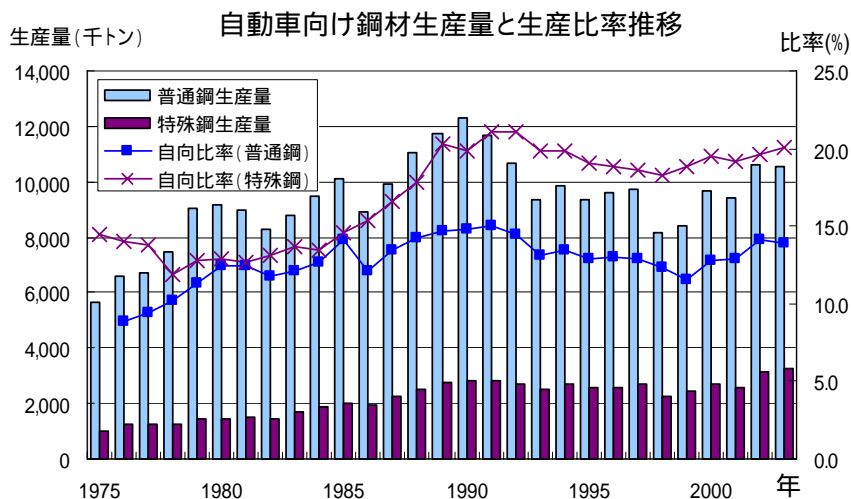
本調査のため作成

## 2. 自動車向け鋼材

我が国の鋼材生産量1億トンのうち14%が自動車向け鋼材である。1990年以降の国内自動車生産台数の低下とともに鋼材生産量も減少したが、1998年より増加基調にある。

鉄鋼業界もグローバル化を進め、地域を越えて生産体制を整えることが至上命令になってきている。グローバル化、中国、自動車鋼板をキーワードに鉄鋼業界の世界的再編、合従連衡が進んでいる。

第4 - 5図 自動車向け鋼材生産量の推移（国内）

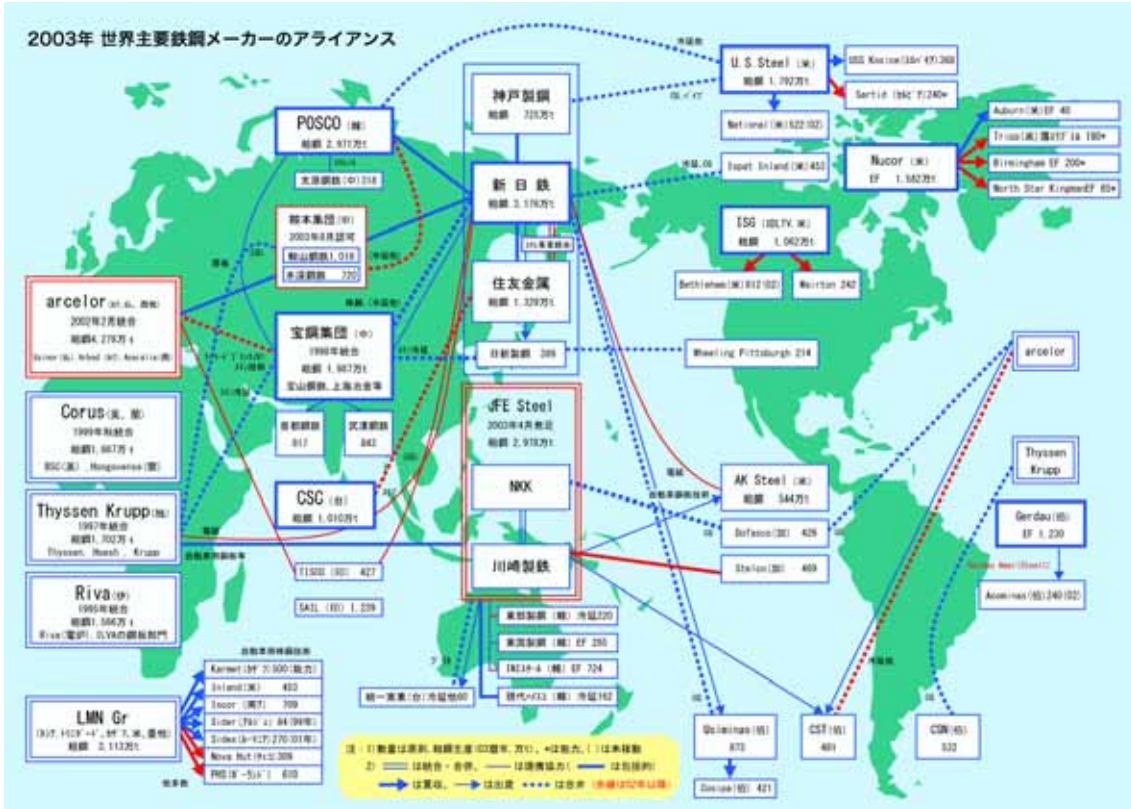


(出所) 鉄鋼連盟 鉄鋼統計専門委員会「鉄鋼用途別受注統計」各年版

(注) 自向比率(普通鋼): 普通鋼自動車向け生産量比率(%)

自向比率(特殊鋼): 特殊鋼自動車向け生産量比率(%)

第4 - 6図 世界主要鉄鋼メーカーのアライアンス



本調査のため作成

(注) 数量は粗鋼生産量(2003年実績)

青太線は包括的提携、青矢印付細線は出資、青破線は合併

なお赤は2002年以降の包括的提携(太線)、出資(矢印付細線)、

合併(破線)関係を示す

## 第 5 章 政策動向

### 第 1 節 政策と自動車軽量化プロジェクト

我が国の科学技術・産業技術政策は、総合科学技術会議などで策定されている。また、自動車軽量化に関する具体的な技術開発は経済産業省/NEDO 主導のもとに推進される。プログラムとして「地球温暖化防止技術プログラム」、「3R プログラム(リサイクル)」、「次世代低公害車技術開発プログラム」が準備されており、材料開発に関係するプロジェクトは地球温暖化防止技術プログラムのなかで進められている。

1997 年より始まったスーパーメタルプロジェクトによってアルミニウム合金の結晶粒超微細化技術が探索され、これらの研究成果の実用化を目指して、「自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・成形技術」など具体的なプロジェクトが進められてきている。また、一層の軽量化を目指して「SF6 フリー高機能発現 Mg 合金組織制御技術開発」などマグネシウム材料に関するプロジェクトも 2004 年よりスタートしている。

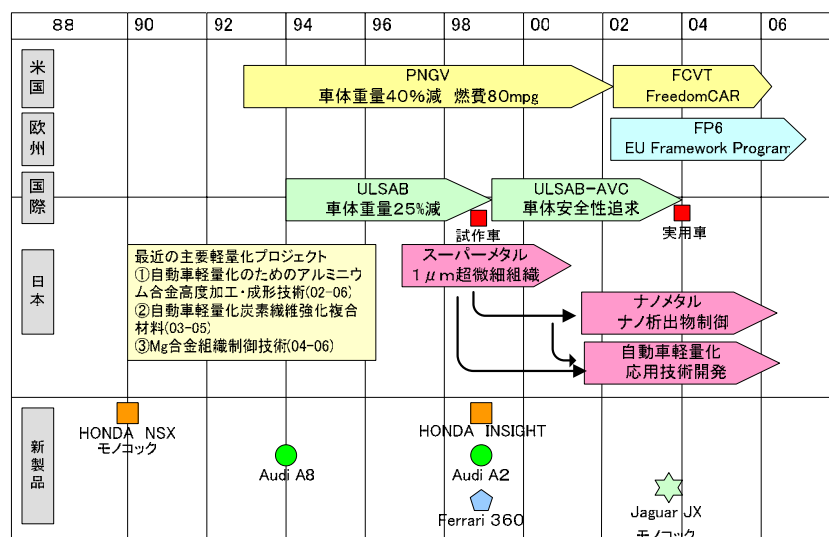
米国では、1993 年より「PNGV(Partnership for New Generation of Vehicle)」が始まり、ブッシュ政権になってから「FCVT(Freedom CAR and vehicle technology)」に引継がれて、自動車軽量化のプロジェクトが進められている。いずれもアルミニウム材料の全面使用を前提に車体重量 50% 減をターゲットとした技術開発である。

また、欧州の産業施策に基づく研究開発は EU 委員会が主導する Framework Program で推進されており、現在は FP 6 を(2002~2006 年)推進中である。米国の FCVT のような大テーマではないが、自動車軽量化関連の研究開発もこのなかに含まれ、小さな個別テーマが数多く推進されている。

鋼製モノコック構造を前提にした自動車軽量化プロジェクトも進められている。国際鉄鋼連盟が中心になって推進した「ULSAV」プロジェクトである。衝突安全性向上、軽量化 30% を目指しており、これはほぼ実用化段階にある。

日米欧とも自動車軽量化の技術開発に積極的である。2010 年頃にはこれらの成果が見えてくるはずである。主要プロジェクトの時期、関係を第 5 - 1 図に示した。

第 5 - 1 図 自動車軽量化プロジェクト



本調査のために作成

## 第 2 節 環境政策

自動車の排出ガスには、窒化酸化物( $\text{NO}_x$ )、粒子状物質(PM)などの有害物質が含まれている。1977年の「自動車排ガス許容限度の長期設定方策に関する中央公害対策審議会答申」から現在の「自動車 $\text{NO}_x$ ・PM法」に至るまで、排ガス基準の強化やエンジンや触媒技術の改善が進められ、これら有害物質の排出は確実に低下してきている。

このような状況は、米国や欧州でも同じである。米国ではこれらの排ガス中の有害物質は大気浄化法(Air Clean Act)やLEV(California's Low Emission Vehicle)に規制されている。欧州では、1992年にEuro1が制定され、順次、厳しい規制値へと移行しており、2004年からはEuro4が適用されている。

しかし、1997年に開催された「気候変動枠組条約第3回締結国会合(COP3)京都会議」を契機に、環境に対する考え方が大きく変化した。地球温暖化防止の視点から、二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )やメタン( $\text{CH}_4$ )の排出自体が問われるようになったからである。運輸部門からの $\text{CO}_2$ 排出量は総排出量のうち大きな割合を占めており、自動車単体からの $\text{CO}_2$ 排出量を減少することが必要であり、自動車の燃費基準の抜本的な強化が必須となってきた。わが国では、1999年、省エネルギー法の改定があり、燃費低減目標が定められた。米国では、自動車の排出ガス規制として自動車製造業者別の平均燃費(CAFE)による規制がおこなわれている。また欧州では、製造業者の自主規制という形ではあるが、欧州委員会による2008年「 $\text{CO}_2$  140g/km」、2012年「 $\text{CO}_2$  120g/km」という排出量目標値が設定され、これらの目標値は世界標準となりつつある。第1-1図に「 $\text{CO}_2$ 排出規制と燃費カーブ」を示したが、厳しい規制である。自動車軽量化は「待ったなし」の時期に入っている。

## 第 6 章 総合分析と提言

### 第 1 節 日米欧技術力比較

#### 1. 比較の視点

自動車軽量化技術における日米欧の技術力を主として特許動向から議論し、当該テーマにおける日米欧の技術ポテンシャルを考えてみる。

特許データとしては、第 2 章特許動向で示した、日米欧での出願件数推移、三極出願収支、特許出願分布、注目研究開発テーマの状況とその出願件数推移（他地域への出願）などを使う。特に、三極出願収支や注目研究開発テーマの状況は、重要技術の他地域への出願状況が把握できるという点で、日米欧三極の技術力比較をする場合には効果的な指標であると考え、この二つのデータを中心に比較を行う。

また第 3 章研究開発動向に掲載した文献動向データ、各技術分野別の論文発表件数推移、注目研究開発テーマの状況とその論文発表件数推移なども参照しながら議論を進める。

#### 2. 技術分野ごとの技術力比較

##### (1) 材料・熱処理分野

三極出願収支をみると、日本から米国、欧州への出願が多く、ついで欧州からの出願が多くなっている。日本からの出願は 1994 年ごろより活発化しており、その特許内容をみると 6000 系アルミニウム展伸材に関するものが多い。

この分野で注目すべき技術テーマは 6000 系展伸材の開発である。自動車用アルミニウム板材としては、欧州で開発され BH (Bake Hardening) 性能の高い 6000 系合金が世界の標準になりつつある。我が国では成形性を重視する 5000 系合金を開発し、これが国内の主流となっていたため、1900 年代後半より 6000 系合金への転換を積極的に進めてきた経緯がある。6000 系合金の他地域への出願件数は、1990 年代前半は欧米が先行していたが、1997 年頃より日本からの出願が活発化し、最近では日本からの出願がリードしている。このような状況は我が国の材料技術のポテンシャルを反映したものであると考えられる。

##### (2) 鋳造分野

三極出願収支をみると欧州から日本及び米国への出願が目だっている。欧州特許 32 件のうち、日本へ 17 件、米国に 12 件出願されている。日本への出願 17 件のうち多くは 1996 年以降に集中しており、またその 8 件が「重要保安部品、大型部品の鋳造欠陥防止」に関する特許である。三極出願収支をみる限り、鋳造については欧州のポテンシャルが高く、最近もその優位が続いている。

自動車鋳造技術の主たる対象はエンジンであるが、高品質ダイカスト法など新しい鋳造法が開発され、耐久性が要求されるシャシなどの足周部品や車体の大型部品に鋳造材が適用されるようになってきた。このテーマでの出願は、ポルシェやダイムラークライスラーなど欧州系自動車メーカーが先行していたが、2000 年以降、リョービなど鋳造機メーカーによる日本発の出願が増えている。

特許でみる限り、欧州が先行し日本が追っている構図である。今後、日本、欧州を中心に厳しい競争が繰広げられることが予想される。

##### (3) 押し出し分野

欧州から日本や米国への出願は 1995 年前後に分布するが、日本から欧州や米国への出願は 1995 年以降に活発化しているなど出願時期に差が認められる。1995 年以降の日本からの出願

はフレーム、メンバ、バンパ材の軽量化に関するものが多く、本田技研工業などからの出願が含まれている。日本初のスペースフレーム構造車の開発を踏まえた特許出願である。スペースフレーム車の形材開発で先行した欧州メーカを日本が急追しているという構図が伺える。

#### (4) 圧延、鍛造分野

三極出願収支をみると日本からの出願が多く、米国、欧州に勝っている。鋳造や押し分分野に比較して、この分野の日米欧の特許母集団が大きく他地域への出願件数も多い。しかし三極出願収支や出願時期には特筆すべき特徴はない。

特許出願分布をみると日米欧とも工程簡素化ということが共通の課題になっている。注目研究開発テーマ「鍛造法改良による工程省略、簡素化」について出願推移をみると、1990年代後半に日本から他地域への出願が多い。また国内出願も増えている。

三極出願収支、工程簡素化への対応からみると、日本での技術開発が欧米より進んでいる。

#### (5) 成形、プレス分野

他地域への出願が活発な技術分野である。三極出願収支をみると欧州から日本、米国への出願が多い。次いで米国の順である。他地域への出願時期をみると、欧州は1990年代初めから積極的に出願しているが、日本からの出願は1990年代後半である。出願時期において遅れがあるようである。

この分野で注目を集める研究開発テーマは流体圧成形（主としてハイドロフォーミング）である。1991年頃より米国から日本や欧州への出願が目立っている。我が国では1998年頃より国内特許の出願が増えているが、日本から他地域への出願は少ない。

三極出願収支およびハイドロフォームなど注目研究開発テーマへの取組みなどの点から、当該分野については、欧州、米国の技術ポテンシャルは高いと判断される。

## 第2節 技術課題と提言

第1節でまとめた技術分野毎の競争力の現状を踏まえ、技術分野毎の日本の技術課題と技術開発の方向性を示す。また特許動向から明らかになった技術以外の課題についても取り上げ、日本が対処すべき事項を述べる。

### 1. 技術分野ごとの日本の技術課題

#### (1) 材料、熱処理分野

「高強度と高成形性」ということがアルミニウム展伸材での長年の夢であり、塗装焼付により析出硬化する性質を（BH性）を利用して強度上昇と成形性の両立を図った6000系合金が世界の基準になりつつある。特許動向でみたように、6000系合金の製造において先行する欧米勢を追い上げているのが我が国の現状である。しかし、アルミニウム合金の自動車用ボディパネル材への適用拡大とともに高成形性に対するニーズが一層高まり、要求される品質レベルもますます厳しくなっている。

アルミニウムはもともと成形の易しい材料ではない。ヤング率が低く、成形性を支配する伸びやランクフォード値（ $r$ 値）が低いためである。材料の固有特性改質のためには、成分など材料設計と連携した圧延などでの造込み制御が必要である。わが国では1977年よりアルミニウム系スーパーメタルプロジェクトが推進され超微細化結晶粒など内質改善のため圧延条件が探索され、更にこの成果は「自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術の開発プロジェクト（NEDO）」に引継がれ、現在、実用を目指した開発が行われている。

注目研究開発テーマ「アルミニウムの細粒化圧延技術」にみたように、この分野の特許出願はまだ多くはない。しかし「**アルミニウム制御圧延技術の開発**」はアルミニウム合金の成形性向上のためには避けることのできない課題である。プロジェクトの推進とともにこの分野の出願が活性化することが期待される。

鋳造材の特許出願分布によると、Al-Si系鋳造材に次いでMg合金に関するニーズが高かった。しかし、鋳造や成形、プレス分野などアプリケーション分野の特許にはMg合金は登場しない。このことはMg合金については未だに研究開発レベルにあり、自動車用材料としては未成熟であることを示唆している。しかし金属のなかで最も軽い材料であるという魅力は大きい。ドイツなど欧州はマグネシウム合金の開発に積極的で基礎から応用にいたる幅広い研究を組織的に展開している。わが国でもNEDOによる「SF6フリー高機能発現Mg組織制御開発プロジェクト」が2004年からスタートしている。「**Mg合金の自動車部品部材への具体的適用**」というのは今後の重要な課題のひとつである。

材料は生産技術の基礎である。ここが脆弱であれば強い物造りは成立しない。しかし材料の開発は短期プロジェクトとして結実するものではなく、時間と継続が必要である。継続的にかつ組織的に展開する長期ビジョンが必要となっている。

#### (2) 鋳造分野

エンジン部品の90%以上がすでにアルミニウム鋳造品に代替され、鋳造法としてダイカストが不動の地位を確立している。しかし特許出願分布にみたように鋳造技術の前線はエンジンからシャシや車体部品に移りつつあり、これらを構成する重要保安部品、大型部品に関する出願が急速に増えつつある。対象の変遷とともに鋳造技術もダイカスト法から、低圧鋳造法、高品質ダイカスト法、チクソモールド法など用途に応じて多彩になってきている。

この分野の課題は高品質でかつダイカスト法と同じレベルの高効率性を具備する「**高品質、高効率鋳造法**」の開発である。

鋳造の魅力は一体造形が可能であるという点にある。オールアルミニウム車体は、最初、スチールモノコックボディのアルミニウム板材への置換えから始まり、その後、骨格部材にアルミニウム押し出し材を適用したスペースフレーム構造の車が登場した。更に部品点数や溶接点数の削除を狙った骨格部材継手部にアルミニウム合金鋳物を多用した車種が出現するなど、構造部材の構成変化を伴いながら、一層の軽量化が進みつつある。

高品質ダイカストなど新しい鋳造技術は一体造形、一体成形を指向する技術である。鋳造など一体造形・一体成形の技術は軽量化に寄与するだけでなく、部品点数や溶接点数の削減に大きく貢献する。このコスト削減がアルミニウム合金を使うコストアップを補った時、自動車軽量化は急速に進むものと考えられる。

#### (3) 押し出し分野

スペースフレーム構造車のキーテクノロジーである押し出し技術において、我が国は先行していた欧州を追い上げていることは既に述べた。しかし特許出願分布にみたように、この分野では型材の断面形状精度と並んで工程簡素化に関するニーズが高い。断面形状精度やあるいは長さ方向の曲がり精度は工程の簡素化に大きく影響する。この分野での最大の課題は「**高精度押し出し技術と工程の簡素化**」ということであろう。

アルミニウム合金はもともと押し出しに適した材料ではあるが、高精度押し出し型材の高効率な製造のためには、ダイスなど押し出し型、押し出し温度、押し出し速度などの押し出し条件の解析とこれらの要因を的確に制御できる技術の確立が必要である。また、長さ方向に型材の断面

を変えていく徐変断面技術などは、型材の一層の軽量化と工程の高効率化を図る意味で、今後重要になってくる技術であると考えられる。

また、成形、プレス分野の特許出願分布図で特許ニーズが「管、型材の曲げ」にも集まっているのをみたが、スペースフレーム構造では、型材をボディ意匠にそって3次元形状に且つ高精度に曲げることが要求される。圧縮曲げや引張り曲げなど一般的な曲げ加工以外に、精密に成形し曲げ加工できる技術が必要であり、オンラインで曲げ加工できる制御技術の確立が望まれている。

#### (4) 圧延、鍛造分野

鍛造品の特徴は冷間鍛造、熱間鍛造に関わらず、優れた機械的特性を有する点である。鍛造部品は、普通ダイカスト品では強度や延性を保証するのが難しいサスペンションアームやナックルなど足周りの重要保安部品などに使われることが多い。しかし、鍛造工程では設備が大型化し工程が煩雑になりがちである。これは圧延、鍛造分野の特許出願分布にみたとおりである。鍛造自動車部品の課題は「**工程簡素化による鍛造品低価格化**」という点にある。我が国では鍛造法改良工程簡素化に関する出願が多く、出願は増加する傾向にある。生産現場では、素材工程を取込み1ヒートで溶解、鋳造、鍛造を行う方法やデジタル化による型精度の向上など種々の工程簡素化、サイクルタイム削減の技術が検討されている。

#### (5) 成形、プレス分野

成形、プレスにおける最大の課題は形状凍結性と割れ、しわの欠陥防止である。これらを含めて成形性という。板材の強度が上昇するほど成形性が低下する。鋼板に比べるとアルミニウム板材の成形は難しい。鋼板とアルミニウム板材の特許出願分布を比較すると、アルミニウム板材で特許の目的が形状寸法や工程簡素化により鮮明に集まっているのは、アルミニウム板材の成形の難しさを反映したものであると考えられる。FEM シミュレーションを駆使した成形予測やフレキシブルバインダ付プレス制御などの技術が開発され実機化されてきたがアルミニウム板材の成形性の課題を抜本的に解決するには至っていない。現状のプレス技術を超える技術が望まれている。

成形、プレスの分野ではハイドロフォーミングに出願が集まり、米国を中心として他地域への出願も活発であることは既に述べた。これは2軸変形となり成形限界が拡がるとされるハイドロフォームの技術としての新規性に着目した出願であり、新規技術に対する米国のチャレンジとも理解できる。現レベルを超える技術として、アルミニウム板材の成形性不足を温間での加工で解決しようとするアルミニウム温間成形技術や高速成形による成形限界の拡大が期待されるアルミニウム板材電磁力成形技術などが議論され評価されつつある。成形プレス分野では、アルミニウム板材の成形性の難しさを「**塑性加工の面より解決しえるイノベーション技術**」が必要になっている。

## 2. グローバル・コンペティション下における特許戦略

自動車業界は、1990年代以降、急速に世界規模での事業提携、合併が行われ、いわゆる「400万台クラブ」と呼ばれる規模の拡大が推し進められており、世界の自動車メジャーによるメガ・コンペティションが繰り広げられているところである。このような状況下、日本の自動車メーカーも海外展開を加速し、グローバル戦略を推し進めてきた。この結果、2003年の日本メーカーによる海外現地生産を含めた自動車生産台数は1,888万台と世界全体の31%を占めるに至っている。また、1980年代の日米通商摩擦以降、工場の海外移転が急速に進み、2003年

の日本のメーカーによる海外での現地生産の割合は国内生産とほぼ同じ割合となっている。

他方、エネルギー問題や環境問題が世界的レベルで議論され、各国での排ガス規制が年々厳しくなり、また、京都議定書におけるCO<sub>2</sub>削減目標が設定されていることから、自動車に対する軽量化の要請は益々高まっている。このため、自動車軽量化技術は、自動車関連もメーカーにとっても、今後もグローバルなコンペティション下におけるキーとなる技術の一つであると思われる。

このような状況下において、日本は自動車軽量化の分野で、調査期間内に 5000 件を超える特許出願を行っているが、自国への出願件数に比べ、他地域に出願される件数の割合が非常に少なくなっている。第 2 章 第 2 節 2 で述べたように、米国、欧州と比較すると、他地域への出願の少なさは明瞭であり、日本企業によるグローバルな特許取得が不足しているといえる。前述した現状を踏まえると、生産地または市場のある地域において特許権を確保することが必要不可欠になってきている。

今後、国内のみならず、海外の生産拠点や市場のある地域に積極的に出願していくべきである。