

鋼板の製造に関する技術動向調査

平成 13 年 6 月 29 日
技 術 調 査 課

1. 技術発展動向・研究開発活動調査

1. 調査方法について

本調査にあたっては、日本特許庁、欧州特許庁において出願公開されたもの(PCT 公開を含む)及び米国特許商標庁において特許となったものの中から、各特許に付与された国際特許分類(以下「IPC」と略称)を用いて基本的な対象範囲を定めた。「鋼板の製造」に関する IPC としては、C22C38/00～38/60、C21D9/46～9/48、C21D8/02～8/04、C21D8/12、C21D9/52～9/68、C21D1/26 を選んだ。検索のデータベースは、PATOLIS(国内特許)および WPI、WPIL(海外特許)を主として使用し、1980 年以降出願公開されたものに期間を限定して行なった。

動向分析を行なう場合、一般的に対象データを体系的に分類・整理することが必要である。そこで上記の IPC 対象範囲の中からキーワード等による機械検索と明細書または抄録の読みを組み合わせる方法を用いて分類・整理した。分類項目については、鉄鋼業界において慣例的に用いられている製品毎の分類が、動向分析を行なう上で最も理解しやすいと考え、()厚板、()薄板、()電磁鋼板、()ステンレス鋼板の 4 品種に区分した。さらに各品種の範囲を以下に示すとおり、その用途・特性の観点で特に重要と考えられるものに絞り込んだ。

- ()厚板・・・・・・・・・・高強度溶接用、耐サワーラインパイプ用、建築用
- ()薄板・・・・・・・・・・自動車用高張力鋼(以下「高張力鋼」を「ハイテン」と略称)自動車用軟鋼、飲料・食缶用
- ()電磁鋼板・・・・・・・・方向性電磁鋼板、無方向性電磁鋼板
- ()ステンレス鋼板・・・・自動車排気系用、建材用

なお、鋼板の製造の分野は成熟した分野であり、応用技術に関する出願が大半を占めることが予想されたため、応用技術の中でも特許性のある出願を対象として特許動向を解析することにより、技術動向をよりの確に解析できるものと判断した。ただし、日本特許における 1993 年以降出願分は、審査の完了していないものが多く含まれるため、日本における 1978 年から 1992 年の間の特許動向は登録分を対象として解析し、1993 年以降の特許動向は公開分を対象として解析した。

2. 全体概要

鋼板の製造関係の日本特許の登録件数を出願年で見ただけの場合、1980 年代は 100 件/年弱でほぼ横這いで推移しているのに対して、1989 年頃から 150 件/年前後に増加している。この件数増加については、1996 年に適用された特許法改正(特許付与後異議申立制度)も原因の一つとして考えられる。1993 年以降は、審査の完了していない特許が多数あるため、現時点で最終的な登録特許の推移を見ることはできないが、図 1 に示すとおり公開出願件数の変化を加味すると、1994～1995 年にピークが現れることが予測される。これは、バブル経済による景気の盛衰と対応して、鉄鋼各社の研究開発活動が変化し、その成果物としての

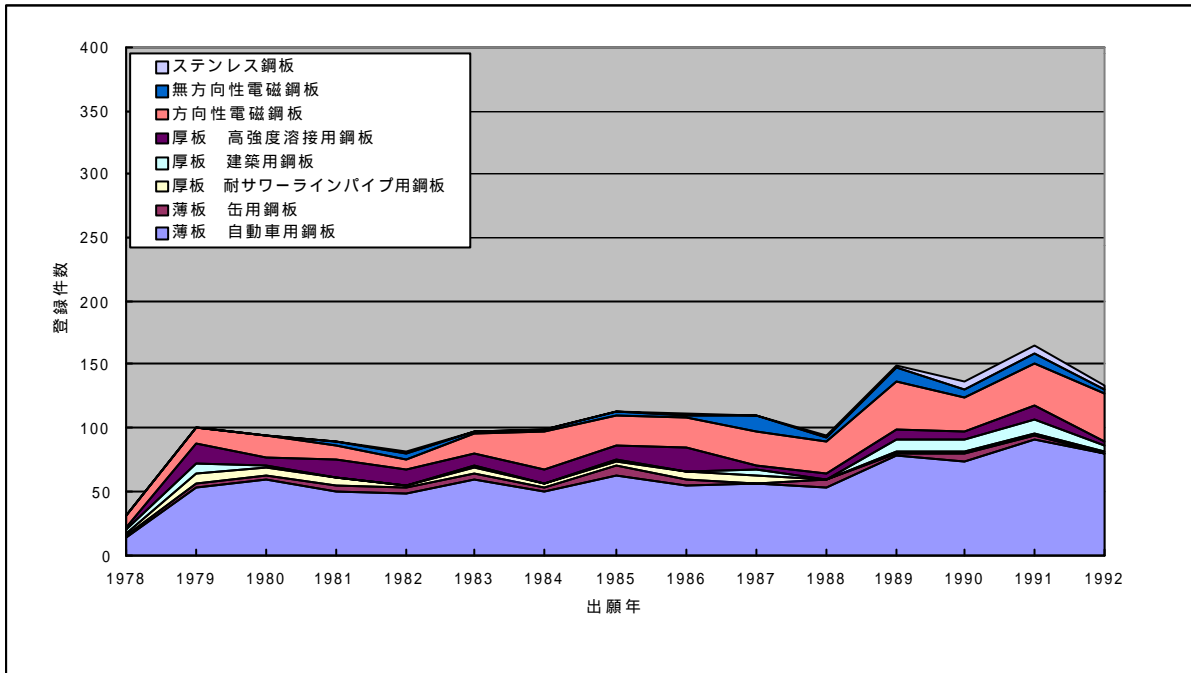
特許の件数に現れたものと考えられる。

また、品種別では「薄板 自動車用鋼板」が最も件数が多く、約半数を占める。「方向性電磁鋼板」、「厚板 高強度溶接用鋼板」がこれに続いて多い。鋼板の製造の分野について特許動向を概観すると、登録された特許件数の出願動向では、過去 20 年間、同程度の件数で推移していることから、この分野はすでに成熟した産業であると言える。また、各種鋼板の件数比率についてみると、過去 20 年間の間、ほぼ一定の割合で推移しており、顕著な変化は認められない。

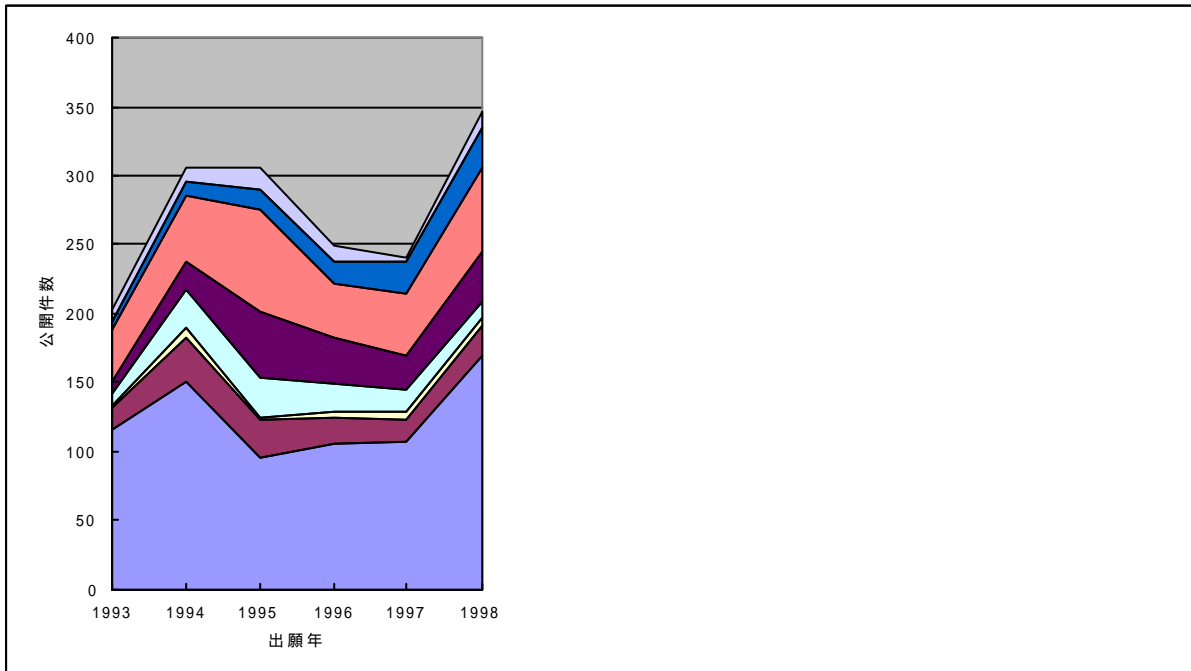
これらのことから、鋼板の製造という分野では、成熟した技術から生まれる改良発明の出願が継続して行われており、その内特許となる出願の傾向は、この 20 年の間で、各種鋼板の間で大きく偏っていないものと考えられる。さらに、1993 年以降の出願傾向についても、各種鋼板の間で件数比率に大きな変化はなく、この傾向は、鋼板の製造という成熟産業の特徴ということができる。以下、各種鋼板毎に、その傾向を概観する。

図1 「鋼板の製造」の国内特許件数推移

(登録分：1978年～1992年出願)



(公開分：1993年以降出願)



3. 各論

(1) 厚板

厚板分野の過去20年間の動向は、加工熱処理(Thermo - Mechanical Control Process:TMCP)技術の導入に伴う高張力化(ハイテン化)と高張力鋼の溶接性や疲労強度の向上が大きな流れとなっている。これは一般構造物に用いられる高強度溶接用鋼板のみならず、耐サワーラインパイプ用鋼板、建築用の耐火鋼、低降伏比鋼などにも大きな影響を与えた。

本調査においては高強度溶接用鋼板を便宜上その強化機構によってフェライト鋼、ベイナイト鋼、析出強化鋼、オキサイドメタラジー技術、マルテンサイト利用抑制技術に大別した。

フェライト鋼、ベイナイト鋼は、母材の金属組織に由来する呼び名であって、加工熱処理によって母材そのものを制御することにより、ハイテンとして優れた機能を発揮させることを意図した鋼板である。当分野の件数増加が 1994 年頃から目立っており、今後も厚板商品のさらなる高張力化指向に伴い、出願は継続して行われるものと予測される。

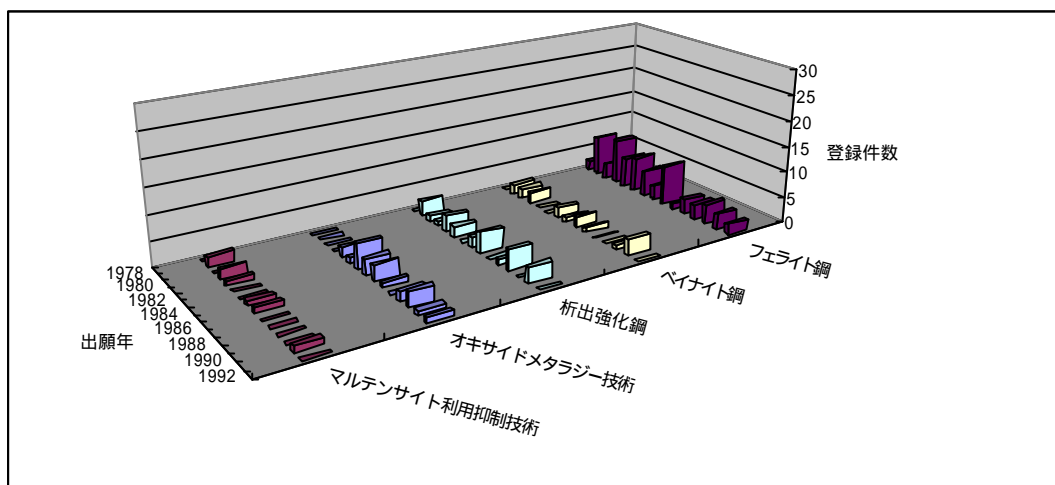
析出強化鋼は、鋼中に微細粒子を析出させて強度を高めたものである。特許から見た場合 1980 年代の析出物分散強化から 1990 年代の時効硬化へと研究課題が移行しているものと思われるが、毎年数件のオーダーで推移している。

オキサイドメタラジー技術とは、非金属の介在物を母材中に分散させ、冷却後の組織を微細化した鋼板の製造技術のことである。溶接部近傍に生じる熱影響部 (Heat Affected Zone: HAZ) の脆化防止策として開発され、1984 年、1990 年に小さなピークが見られるが、技術的に成熟し、ここ数年は減少傾向にある。

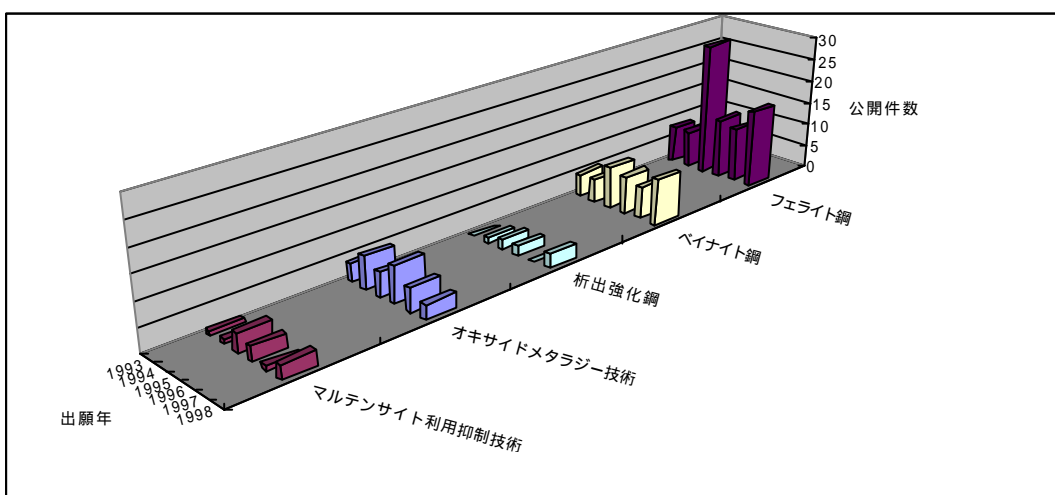
マルテンサイト利用抑制技術は、硬質な金属組織であるマルテンサイトを強度向上のために積極的に利用するものと、溶接部分の脆化防止、疲労特性向上のために抑制するものの両方が研究開発の対象となってきた。しかし特許に関しては加工熱処理の普及したこの 20 年で相対的な重要度は減少したように見られ、件数は低迷しており、この技術分野の成熟を示している。

図2 厚板 高強度溶接性鋼の国内特許件数推移

(登録分：1978年～1992年出願)



(公開分：1993年以降出願)



(2) 薄板

自動車用鋼板

自動車用薄板に要求される特性は省エネルギー対策としての車体の軽量化と衝突安全性の向上、及び複雑な形状への加工性の向上である。これらを実現するために、自動車用薄板では高張力化（ハイテン化）、ハイテンでしかも加工性の良好な鋼板の開発が進められてきた。また、これと同時にハイテンほど高強度は必要としないが、加工性の良い軟鋼の開発も進められてきた。なお、本調査ではハイテンを便宜上、冶金学的および機能性の面から IF 鋼、Al Killed 鋼、組織強化鋼、TRIP 鋼、析出硬化鋼、耐食性鋼の 6 つに分類し、軟鋼を Al Killed 鋼と IF 鋼の 2 つに分類して説明する。

IF 鋼は、炭素、窒素のような侵入型原子を限りなく低減した鋼で、高 r 値、低降伏点、非時効性を有し、深絞り性にも優れている。ハイテンと軟鋼の両方に適用され、各社が競って出願してきた。1980 年代より多数の出願がなされてきたが、基本技術は完成し今後は成熟期を迎えるものと考えられる。

Al Killed 鋼は、鋳造前の溶鋼に脱酸剤として Al を添加するもので、鉄鋼製品全般に

普及している基本的な鋼である。鋼板製造においても非時効性に加え、高 r 値と低降伏点といった良好な特性を示すため、以前より鉄鋼各社は、多くの改良技術を出願してきた。時期によって変動はあるものの、登録件数は毎年 20 件前後で推移してきている。

組織強化鋼は、鋼中にパーライト、マルテンサイト、ベイナイトなど硬質な層を形成させて強度を上げる方法であって、自動車のメンバー類や足廻り用の鋼板として使用されている。1993 年以降は件数も漸増傾向にあり、今後も高機能化が望まれている。

最近では、残留オーステナイトの変態誘起塑性を活用し加工性と衝突安全性に優れた TRIP 鋼の件数が、ここ数年急増している。魅力的な特性を有することから、今後も適用の拡大が期待されている鋼種の一つである。

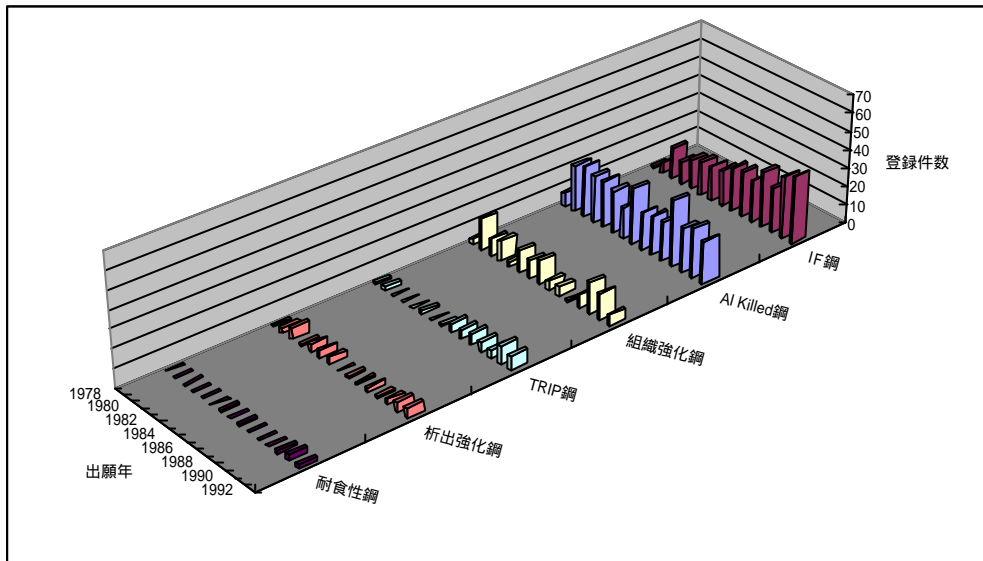
析出強化鋼は、鋼中に微細な炭化物や窒化物を分散析出させ、強化を図るものであるが、すでに成熟した技術であり、これを反映して件数も低迷している。

耐食性鋼は、P、Cu 等をベースに添加して、耐食性の確保と共に各種加工性、疲労強度等を向上させたものである。1993～1994 年に小さなピークが見られるものの、平均的に件数は少なく、開発のピークは過ぎたと思われる。

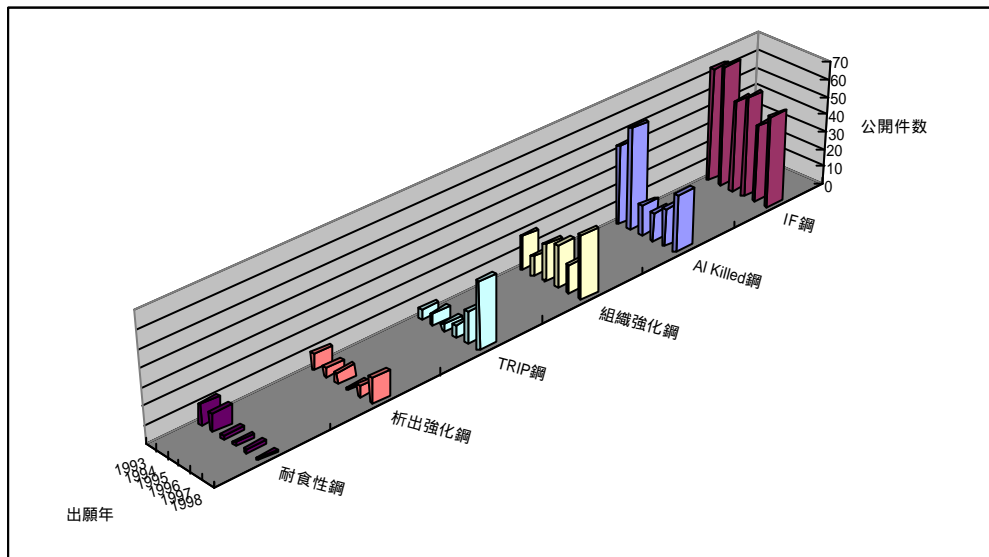
自動車用鋼板全体として、各種鋼板の間で件数比率に大きな変化はなく、鋼板の製造という成熟産業全体の特徴と同様の傾向を見せている。

図3 薄板 自動車用鋼板の強化機構・機能特類別分類による国内特許件数推移

(登録分：1978年～1992年出願)



(公開分：1993年以降出願)



薄板 缶用鋼板

飲料缶・食缶として用いられる缶用鋼板は、製缶工程の厳しい加工に耐え得る成形性を備えている必要があるため、原板の品質確保が特に重要である。この実現に向け、従来より製鋼段階における非金属介在物低減技術や熱延・冷延・焼鈍での加工性向上技術などを中心に出願がされてきた。

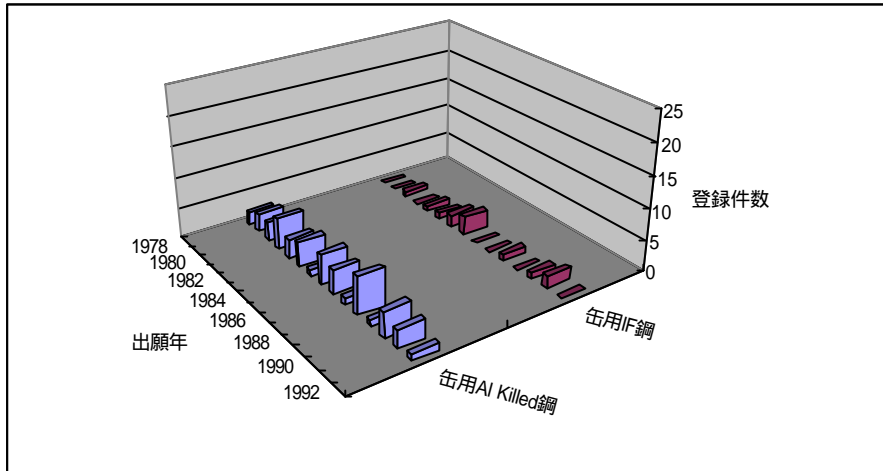
缶用鋼板は、その製鋼段階の製法により AI Killed 鋼と IF 鋼に大別できる。両者の件数推移を見た場合、1980年代は殆ど AI Killed 鋼主体であったが、1994年以降は、AI Killed 鋼に加えて、加工性の優れた IF 鋼も出願されている。しかしここ数年は、AI Killed 鋼は横這い、IF 鋼は漸減の状況になっている。

技術内容的には、2ピース、3ピース缶の胴部、缶口部での加工性向上に関するものが大半を占め、連続焼鈍で軟質材から硬質材まで造り分ける技術に関するものも多い。開

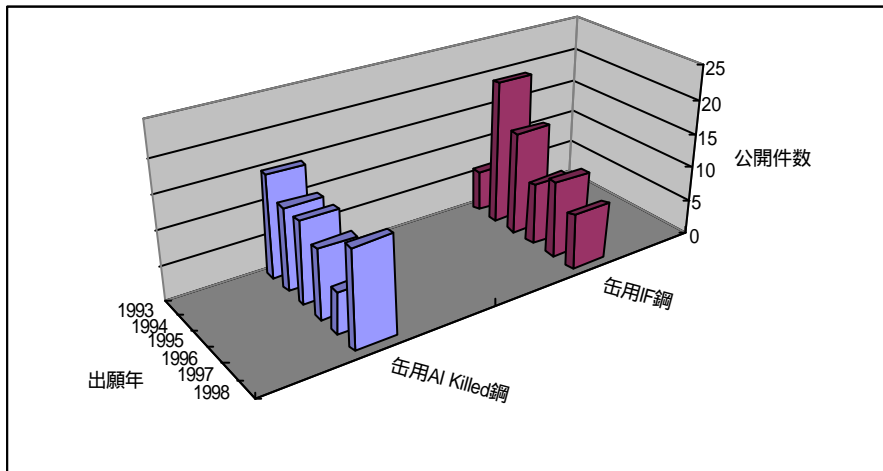
缶性向上に関するものは1980年代にはあったが、最近はない。

図4 缶用鋼板の国内特許件数推移

(登録分：1978年～1992年出願)



(公開分：1993年以降出願)



(3) 電磁鋼板

方向性電磁鋼板

方向性電磁鋼板とは、磁力線の最も通しやすい結晶方向〔100〕^{*}を圧延方向に整然と揃えた鋼板であって、変圧器(トランス)の鉄芯に使用されている。方向性電磁鋼板は、特定方向の磁束密度が高く、鉄損と呼ばれるエネルギー損失が低い性能を有している。1934年に米国のゴスが本鋼板を発明してから現在に至るまで、この性能を高めるために絶え間ない改善が行われてきた。その主要な技術手段としては、正常粒成長を抑制し、結晶を特定の方向に揃えるインヒビタ(析出物)制御技術、磁壁枚数を増加させることで鉄損を低減する磁区細分化技術、鉄損を低減するための表面平滑化技術の3つが挙げられる。インヒビタ技術の件数推移は、1994年前後に比べればここ数年は減少したが、それでもなお、全体比率から見て高水準で推移しており、今後も中心的な技術として各

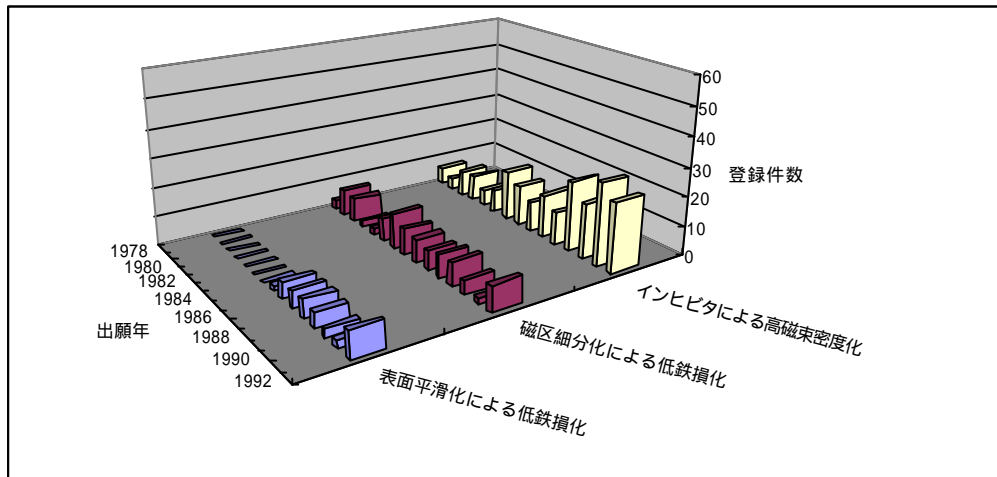
^{*} 結晶中の方向は単位格子に基づいた座標軸x,y,zによって記述される。結晶方向〔100〕は、原点(000)を基点とし、座標点(100)を終点とする方向を示す。すなわち、鉄の結晶構造を立方体に例えると稜(辺)の方向に相当する。

種の開発が進むものと期待できる。磁区細分化技術は、1980 年前半からほぼ横這いで推移、表面平滑化技術も 1985 年以降、継続的に出願されている。

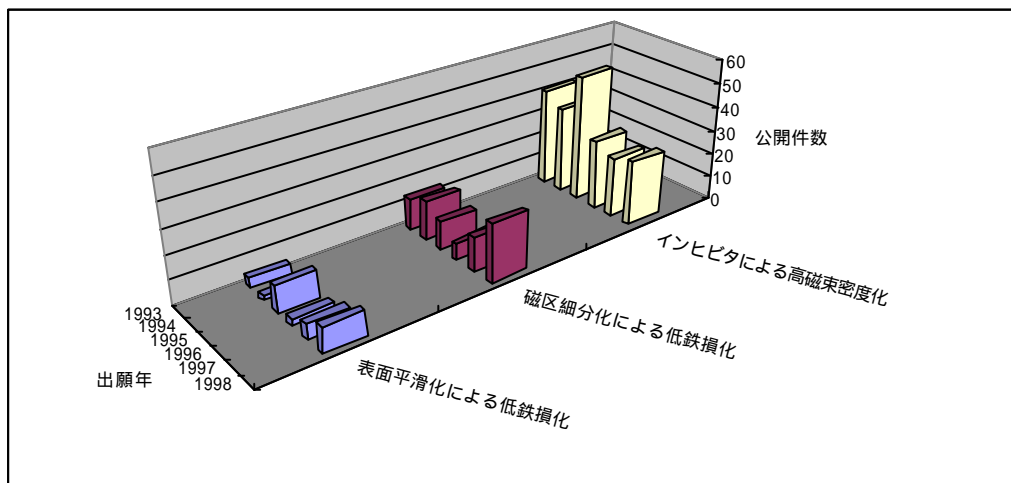
全体の特許件数の出願動向では、件数に多少の増減があるが格別の技術的事情が存在したわけではなく、成熟した技術から生まれる改良発明の出願の件数のばらつきが現れたにすぎず、顕著な変化は認められない。

図5 方向性電磁鋼板の国内特許件数推移

(登録分：1978年～1992年出願)



(公開分：1993年以降出願)



無方向性電磁鋼板

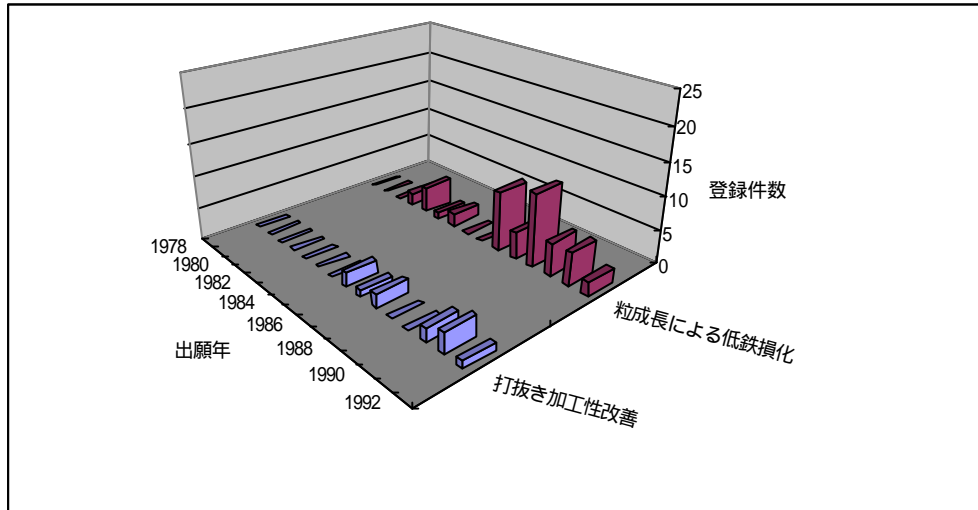
無方向性電磁鋼板とは、良好な磁気特性が全方向にわたりほぼ均等に得られる鋼板であって、業務用、家庭用の各種モーターあるいは発電機の鉄芯に使用されている。近年、特に磁束密度を高くした鋼板、低鉄損と高磁束密度を両立させた鋼板、鉄芯製造時の打抜き加工性を改善した鋼板等が開発され生産されるようになった。無方向性電磁鋼板の技術開発としては、鉄損低減を目的とした結晶粒の成長（粗大化）技術、軟質の電磁鋼板を鉄芯製造時に精密に打抜き加工技術が、電力エネルギー削減や品質向上のために、主要な検討課題となっている。

無方向性電磁鋼板の件数推移に関しては、粒成長に関するものが近年急増しており、

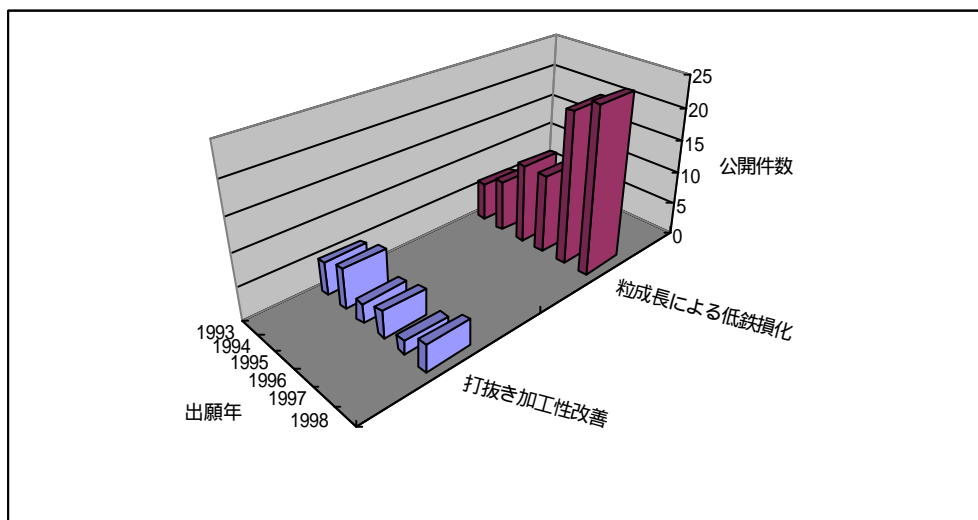
各社の注力ポイントとなっている。打抜き加工性改善に関するものは、時期によって変動はあるものの、おおむね横這いであり、この産業の成熟が窺われる。

図6 無方向性電磁鋼板の国内特許件数推移

(登録分：1978年～1992年出願)



(公開分：1993年以降出願)



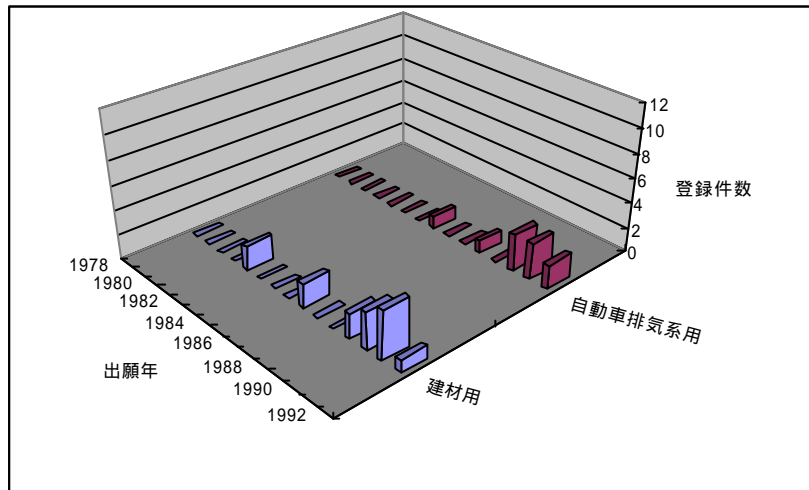
(4) ステンレス鋼板

ステンレス鋼板の需要は、1960年～1970年代においては、厨房のシンク、バスタブ、温水器などが主体であった。しかし1970年の米国におけるマスキー法制定を契機に、日本においても昭和48年規制、昭和50年規制、昭和53年規制といった自動車排気ガス浄化に係わる法的規制が段階的に実行されるに及んで、自動車排気系部品構成材料としてのステンレス需要が、1970年後半以降伸びている。一方、ステンレス鋼の耐久性、美観が高く評価され建築材料として使用されるケースが、特に1990年代に入り多くなっている。

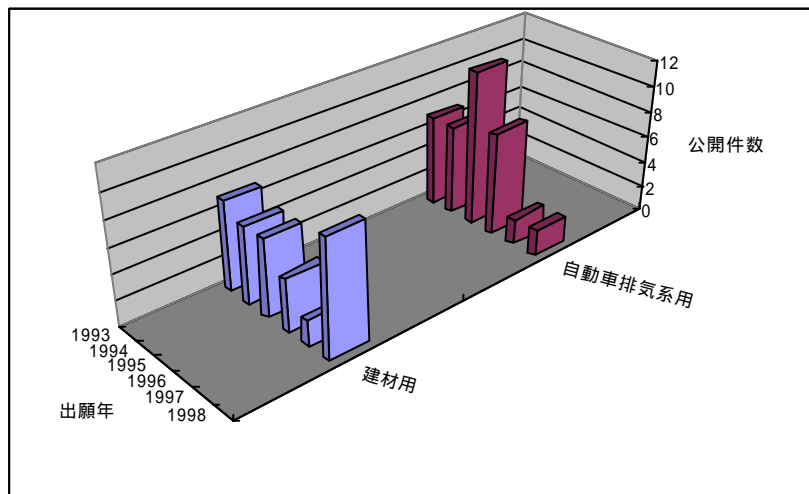
このように数多いステンレス鋼板の中でも、自動車排気系用のフェライト系ステンレス鋼、及び建材用のオーステナイト系ステンレス鋼に関しては、これまで技術開発が盛んに行なわれており、今後の動向が注目されている。

公開件数については、自動車排気系用ステンレス鋼板の場合、1995年のピーク以降は、この数年減少傾向にあるが、成熟した技術から生まれる改良発明の出願の件数のばらつきが現れたにすぎず、技術的な理由による顕著な変化とは認められない。一方、建材用ステンレス鋼板では、1996年から1997年にかけて一旦減少したものの、1998年にはまとまった件数の出願が行なわれたのは、組織制御による性能向上、成分元素の表面層濃縮の新技术などの影響がある。

図7 自動車排気系用・建材用ステンレス鋼板の国内特許件数推移
(登録分：1978年～1992年出願)



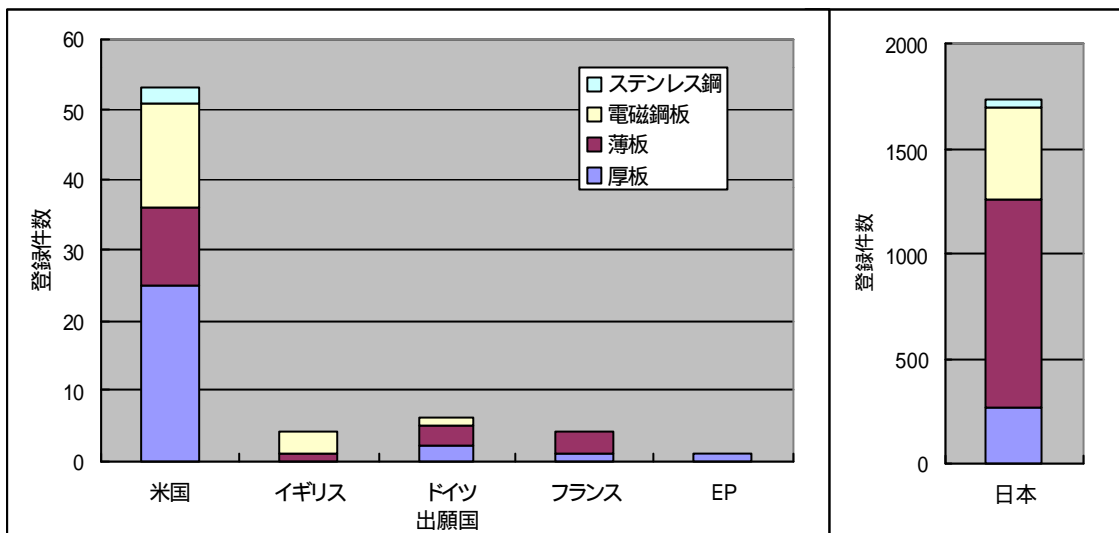
(公開分：1993年以降出願)



(5) 外国特許（欧米）

今回の調査では、欧米の鋼板の製造に関する件数は、日本に比べて著しく少ない結果となった。日本は、鋼板の製造に関する技術開発が活発であり、この分野において世界の中で群を抜いて大きくリードしているものと見て取れる。

図8 日米欧の特許件数比較



- 注) 1.出願人が自国で出願した特許を対象としている。
 2.データベース：WPI、WPIL
 3.検索期間：1978年7月から2000年11月現在の収録データまで

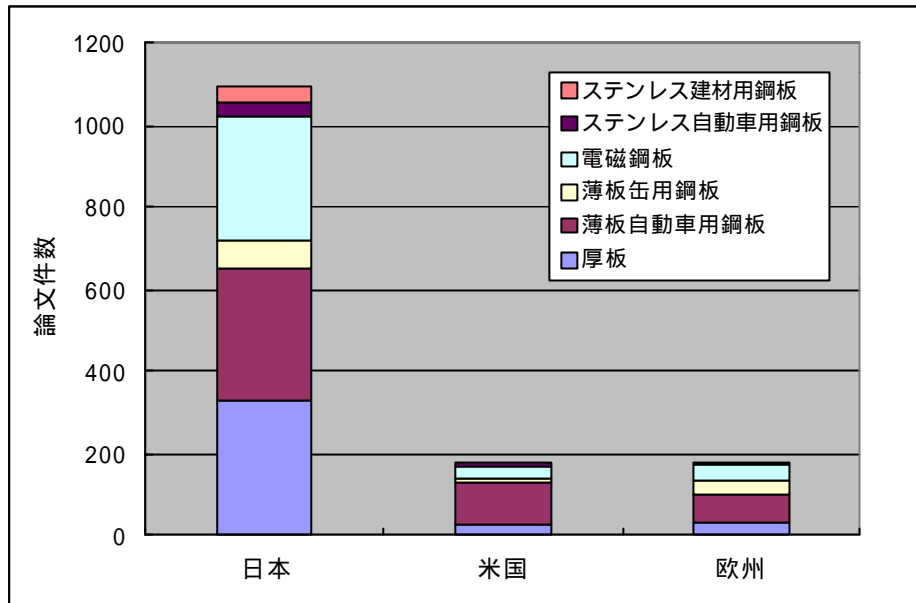
(6) 文献調査結果

日本科学技術情報センター(JICST)の文献検索データベース(JOIS)を用いて、1980年以降の国内外の鉄鋼大手各社*が発表した論文件数(短報、レビュー、解説文を除く)を調査した。なお、論文には、鉄鋼大手各社が技報の形で発行したものは勿論のこと、国内外の学会・主要団体・機関などが発行したものが含まれている。

日米欧を比較すると、文献データベースによって各国の論文収録数に偏りがあるため、一概に言えないが、日本が多く、米欧は同程度となる。日本では電磁鋼板関係の件数が多いが目立ち、また厚板関係と薄板が同程度である。一方、米欧では薄板関係が多いが、電磁鋼板に関するものも相対的に多くなっている。

* 米国：USX、ARMCO、AK STEEL、NATIONAL STEEL、BETHLEHEM STEEL、INLAND STEEL
 欧州：BRITISH STEEL、THYSSEN、USINOR、HOOGOVENS、ILVA
 日本：新日鉄、日本鋼管、川崎製鉄、住友金属、神戸製鋼、日新製鋼、東洋鋼板等

図9 日米欧の論文件数比較



注) 1.短報、レビュー、解説文を除く

2.データベース：JOIS

3.検索期間：1980年1月から2001年3月現在の収録データまで

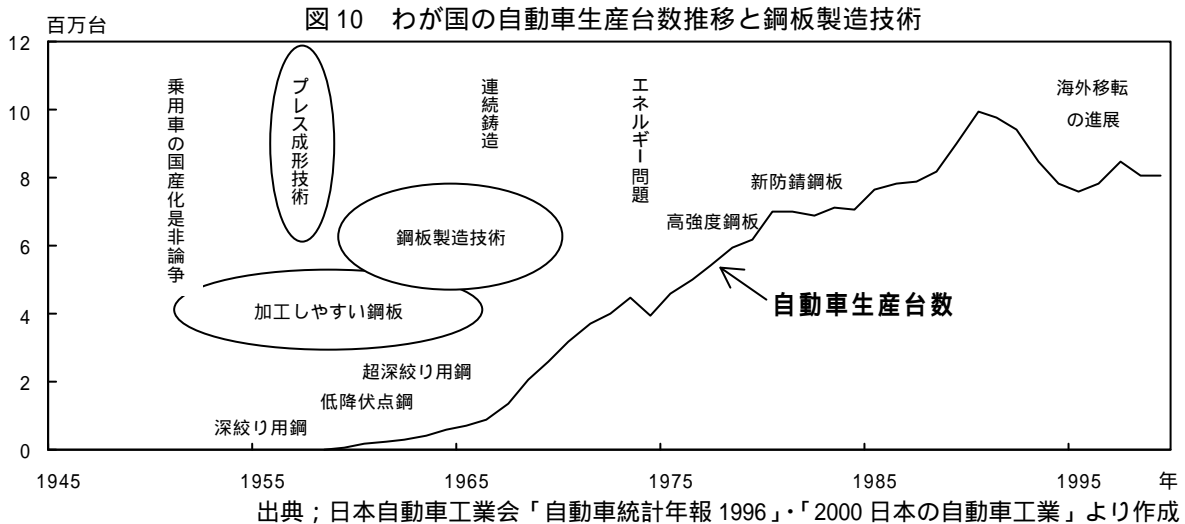
業界動向調査

1. 鋼板類の需給

鋼板の製造は熱間圧延、冷間仕上げ、メッキ処理の3区分に分けられ、条鋼類に比べて製造工程が複雑で長い点に特徴がある。

我が国における鋼板類生産量は、普通鋼鋼材全体の55%、特殊鋼鋼材の31%を占め主要な生産品目となっているが、その推移をみるとマーケットニーズとそれに伴う技術開発が大きな関係を持っていることがわかる。

過去の大まかな動きを自動車を例にみると、下図のように表わされる。すなわち、戦後まもなく行われた乗用車の国産化是非論争を経て、加工しやすい鋼板として深絞り用鋼などが1955年から1965年にかけて開発され、同時期にプレス成形技術や鋼板製造技術が進んだ。さらにエネルギー問題（燃費向上）に基づく軽量化や安全性の確保から高強度鋼板（ハイテン鋼）などが開発された。



鋼板の需要構成は6割が内需、4割が外需（1999年度）である。内需では自動車、家電、容器等が主要ユーザーだが、事業拠点の海外移転進展により数量減少を余儀なくされるなか、防錆ニーズや高級化志向など、上図のように高強度鋼板、新防錆鋼板等、品位にかかわるニーズが高まってきている。また外需（輸出）は、鋼材輸出全体の80%を占め、鉄鋼輸出の要となっているが、対米向けを主とする貿易摩擦問題（ダンピング提訴など）で翻弄されているのが実態である。

日本鉄鋼連盟に加盟している鋼板メーカー（普通鋼）は高炉7社、電炉3社、単圧メーカー21社で構成しており、うち高炉メーカーが圧倒的シェアを維持している。しかし、近年では電炉メーカーが品種多様化戦略を展開しつつあり、鋼板分野への参入が目立ってきた。また、高炉メーカー内でも、最適効率をめざした企業間の協業化や設備の集約化など再編成の検討が起きてきているが、この背景にはグローバル化に伴う国際競争力の確保がある。

このようにわが国鋼板需給をめぐる内外環境は、決して安定的でなく、むしろ激動の期にあると思われる。

2. 企業動向

我が国の鋼板主要企業、高炉7社22製鉄所、電炉及び単圧企業14社19工場について調査した。設備の建設年月をみると、熱延、冷延設備は1960～70年代のものが多く、亜鉛めっき設備は1990年代初期の比較的新しいものが多い。古い設備でも効率良く使っている点に、競争力を維持している背景があると見られる。

主要メーカーの鋼板戦略をみると、高炉メーカーでは百貨店的な品揃えであるのに対して、電炉、単圧メーカーでは、個別的な品揃えとなっている。また、高炉メーカー内でも品目別にみると、得意分野をもって対応していることが窺える。

このような企業の特徴のなかで、内外の鋼板企業では業界再編成が検討されつつある。再編はEUや米国で先行し、日本はここ1～2年になって動きが盛んとなってきた。EUでは長引いた鉄鋼不況と慢性的な生産過剰の問題解決が背景にあり、2000年初頭でほぼ5グループに集約されている。米国はEUと異なり、高炉メーカーの競争力低下がきっかけだった。従って国内企業間の統合よりも、海外鉄鋼業との提携が進んでいる。

近年動きが盛んとなっている日本では、鉄鋼業のグローバル化の進展や集中購買など国内ユーザーの購買姿勢変化などが引き金になっており、その形態は大まかに2つに分けられる。一つは品種の統合や販売の協業であり、もう一つは物流、補修、購買などの協業化である。いずれも日本鉄鋼業が、高効率化を目指して世界のなかで生き抜いていく方策として具体化が進んでおり、今後、更に他社においても加速していくと予想される。

3. 反ダンピング提訴の内容と企業に与えた影響

鉄鋼関係の提訴件数は、米国が世界で最多となっている。また近年では、EU、カナダ、東南アジア、中南米諸国等も行っている点に特徴がある。1996年以降、最近までの件数は、提訴国数23カ国、被提訴国数43カ国、延べ248件に上がっており、このうち米国の提訴先は28カ国、延べ72件と最多で、提訴を受けた主要国と件数を挙げると、日本12件、韓国6件、台湾5件である。提訴の品目は、自国の自給化の進度に合わせて、発展途上国では条鋼類、先進国では鋼板類が主である。

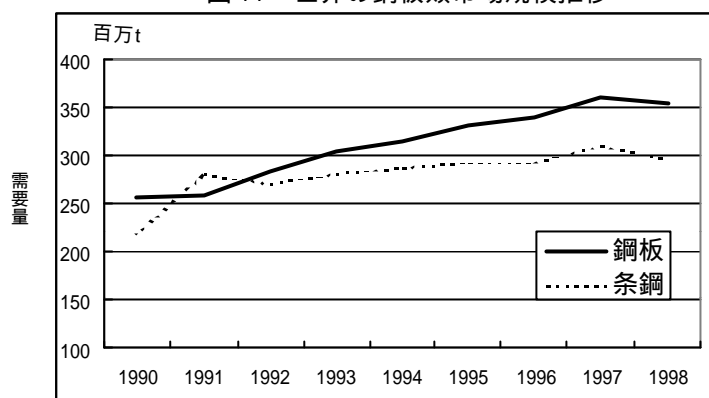
このような動きは、自国鉄鋼業の保護を急ぐあまり、正当な輸出を紛争に巻き込む可能性があり、結果的に世界鉄鋼貿易の健全な発展を脅かしかねない。

日本は鋼板需要の4割を外需に依存するが、主要マーケットである米国とは、貿易摩擦問題の連続する歴史であった。特に近年の米国対日提訴について、我が国企業に与えた影響をみると、日本は輸出先の変更や輸出品目の変更を余儀なくされた。このため、90年度米国向けのウエイト18.1%は、99年度では4.0%に低下している。この結果、企業の採算面で大きな痛手を負い、先に述べた業界再編成を加速する背景ともなっている。

4. 日米欧アジアの市場規模、成長率についての対比考察

世界の鋼板需要量は3億5,400万t、92～98年間の成長率は年率+3.9%である。これに対して条鋼類は2億9,600万t、同年間の成長率は+1.5%であった。90年代の推移をみると両者の量的な較差は拡大する方向にあるが、その背景には、世界的な自動車、家電、容器等の鋼板を主とする需要の拡大があると想定される。

図 11 世界の鋼板類市場規模推移



出典；国際鉄鋼協会「鉄鋼統計年報」(1999年版)生産-輸出+輸入より作成

需要を地域別にみると、EU、米国、中国、日本の4地域(国)で全体の70%を占め、うち中国の需要増が顕著である。

また鋼板類のうち、高級鋼板といわれる電磁鋼板、ブリキ、その他めっき鋼板等についてみると、3品目は鋼板計の22%を占める。うちその他めっき鋼板のウエイトが高く、成長率も高い。その他めっき鋼板は自動車の燃料タンクなどに使われており、各国の自動車生産の動きと関係している。

市場規模に対して、自給力の足りない地域(国)と余る地域(国)が存在し、余る地域(国)から足りない地域(国)への流通が発生している。その流れは大まかに先進国から発展途上国へと描ける。買い手市場である発展途上国に対して、近年では供給国間で競争が激化し、価格低落を招く結果となっているのが実態である。特に輸出が大きなウエイトを担っている日本にとって、非常に厳しい状況にある。

5. 鋼板に関する各国産業政策について

鉄鋼製品は産業の基礎資材として各国とも重要な役割をもっている。しかし使われる鋼材の種類はその国の事情によって異なる。条鋼類は主に建設関連に使用されることから、社会資本整備が必要な国に多い。一方、鋼板類は自動車、家電、容器など個人消費に関わる需要を主体としていることから、その国の所得水準の程度に関係すると見られる。各国においては、現在自国の需要構造がどのポジションにあるかを把握し、いかに自給化を進めるかが課題となると言える。

一方、計画経済圏で見られるように、外貨を獲得する手段として、世界流通の多い鋼板類の生産に取り組んでいる場合もある。また、鋼板類のうち高強度高抗張力鋼板などの高級鋼板は、高い技術と蓄積や設備が必要なため、日本を始めとするEUや米国等に製造が限られている。

鋼板に関する各国の産業政策は、自国における需要の進展と自給化のスタンスによるが、特に高級鋼板の世界流通は今後も当分進む(=発展途上国側で自給化が追いつかない)と見られることから、高級鋼板供給国としての日本の役割は当分変わることはないと予想される。

しかしながら、自国鉄鋼業を保護する為に実施される反ダンピング提訴や輸入関税障壁などは、設立された世界貿易機構(WTO)の基本原則を遵守し、その枠組みのなかで公正に実施されることが焦眉の課題であろう。

【お問い合わせ先】

特許庁技術調査課技術動向班

〒100-8915

東京都千代田区霞が関 3 - 4 - 3

Tel : 03-3581-1101 内線 2155

Fax : 03-3580-5741

E-mail : PA0930@jpo.go.jp