

環境低負荷エネルギー技術に関する特許出願技術動向調査報告

平成15年4月24日
特許庁総務部技術調査課

第1章 環境低負荷エネルギー技術の概要

「環境に低負荷なエネルギー」(以下、本調査においては環境低負荷エネルギーと記す)とは、以下に示すような特徴を有するエネルギーもしくはエネルギーの利用を挙げることができる。

- 環境負荷物質の排出量が少ないこと
- 再生可能なエネルギーであること(もしくは枯渇性資源の利用を削減する(代替する)ものであること)
- 未利用のエネルギー源を効率的に利用すること

この環境低負荷エネルギー技術は、ミレニアム・プロジェクトや次期科学技術基本計画における重点分野に属するものであり、地球温暖化問題への対応、エネルギーシステムの効率化、エネルギーシステムの脱化石燃料化のために、必要なクリーンエネルギーを得るための技術である。このため、この分野の技術開発を推進することは、我が国の産業が持続的に発展していくために非常に重要である。また、当該分野は我が国の次世代エネルギー源の点からも重要性が認識されている。

本調査においては、環境低負荷エネルギーの中でも、風力や太陽光のように物理的な方法によりエネルギーを取り出す技術ではなく、物質の持つ化学的(もしくは分子的)エネルギーを利用する技術を対象に特許出願技術動向調査を実施する。これらの分野は廃棄物エネルギー技術、バイオマスエネルギー技術、水素利用エネルギー技術の3つの分野に大別される。しかし、水素利用エネルギー技術のうち燃料電池技術は特に注目されている分野であるため、燃料電池技術を別途一つの技術分野として取上げ、以下の4つの技術分野を軸として、環境低負荷エネルギー技術の調査を整理した。

また、廃棄物エネルギー技術とバイオマスエネルギー技術は、技術的に類似の技術分野となるため、これらを合わせて分析する方が動向を把握しやすい項目については合わせて検討を行った。水素利用エネルギー技術と燃料電池技術についても同様とした。

廃棄物エネルギー技術

従来は廃棄物処理技術として確立されてきた技術分野であるが、焼却時の熱エネルギーやガス化反応などによるエネルギー源の抽出技術などが開発され、廃棄物という未利用物質のエネルギー化技術という位置付けでの研究開発が進められている。

バイオマスエネルギー技術

生物起源の廃棄物を利用したエネルギー源として、そのポテンシャルが認識されていた

が、近年の研究開発により実用的なエネルギー源としての地位が確立しつつある。特にバイオマスエネルギーの場合には、生成物が化石燃料起源のエネルギー源の代替物として利用可能な点が注目されている。

水素利用エネルギー技術

水素は酸素と反応させてエネルギーを取り出す際の副産物が水であり、炭素系の燃料のように大気汚染物質の発生がないため、利用時の環境低負荷性が特徴である。ただし、水素を利用するための社会的インフラの整備が技術の普及に必要である。

燃料電池技術

水素利用エネルギー技術の中でも燃料電池は、自動車用動力、コジェネレーション、携帯用電源等、用途が多様であり技術開発が活発に進められているため、本調査においては水素利用エネルギー技術の一環として燃料電池技術を取り出し、別途調査を行った。

環境低負荷エネルギーの4つの技術分野は、お互いに関連しているため、調査範囲の検討の前に、各技術のおおまかな位置付けについて整理する。

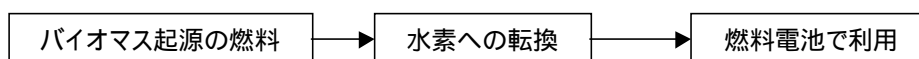
「環境低負荷」である条件として、冒頭に示した4項目を挙げ、その特徴や有用性を検討すると、理想的な環境低負荷エネルギーとして、第1図のような姿が想定される。

長期的には、このようなエネルギー利用技術の普及を想定するとしても、現実的には、燃料供給、転換技術、利用インフラ等の点で時間がかかると想定されるため、従来型の環境低負荷エネルギーについても研究開発は活発である。

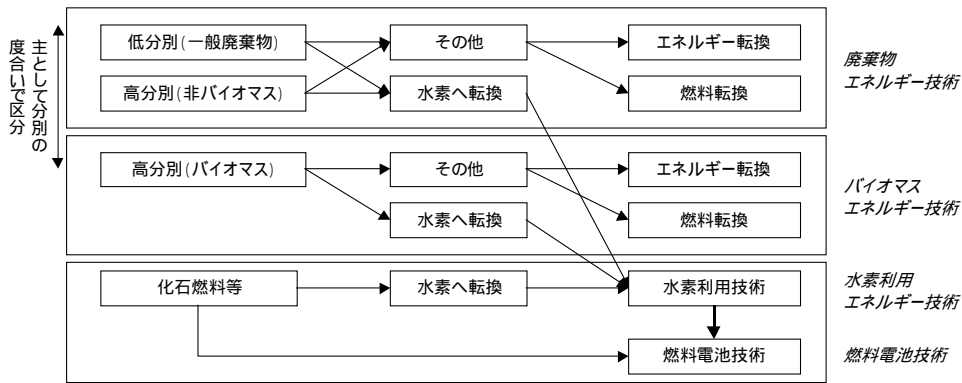
このため、本調査では、第1図の利用技術を中心に、「廃棄物エネルギー技術」「バイオマスエネルギー技術」「水素利用エネルギー技術」「燃料電池技術」を第2図のように整理して、それぞれのエネルギー技術を詳細に検討するとともに、総合的な環境低負荷エネルギーとして調査を行った。

なお、個別の技術については、特に廃棄物エネルギー技術とバイオマスエネルギー技術及び水素利用エネルギー技術と燃料電池利用技術で共通するものがあるため、共通で分析することで技術特性が明らかとなるものについては、合わせて分析を行った。

第1図 環境低負荷エネルギー技術の関連図



第 2 図 環境低負荷エネルギー分野の関連性



注：「その他」はサーマル、メタン化、エタノール化等を示す

まず、当該分野の調査範囲としては、以下の基準で範囲設定を行った。

廃棄物(一般廃棄物及びバイオマス廃棄物)をエネルギー化するために必要な「特有」技術分野。

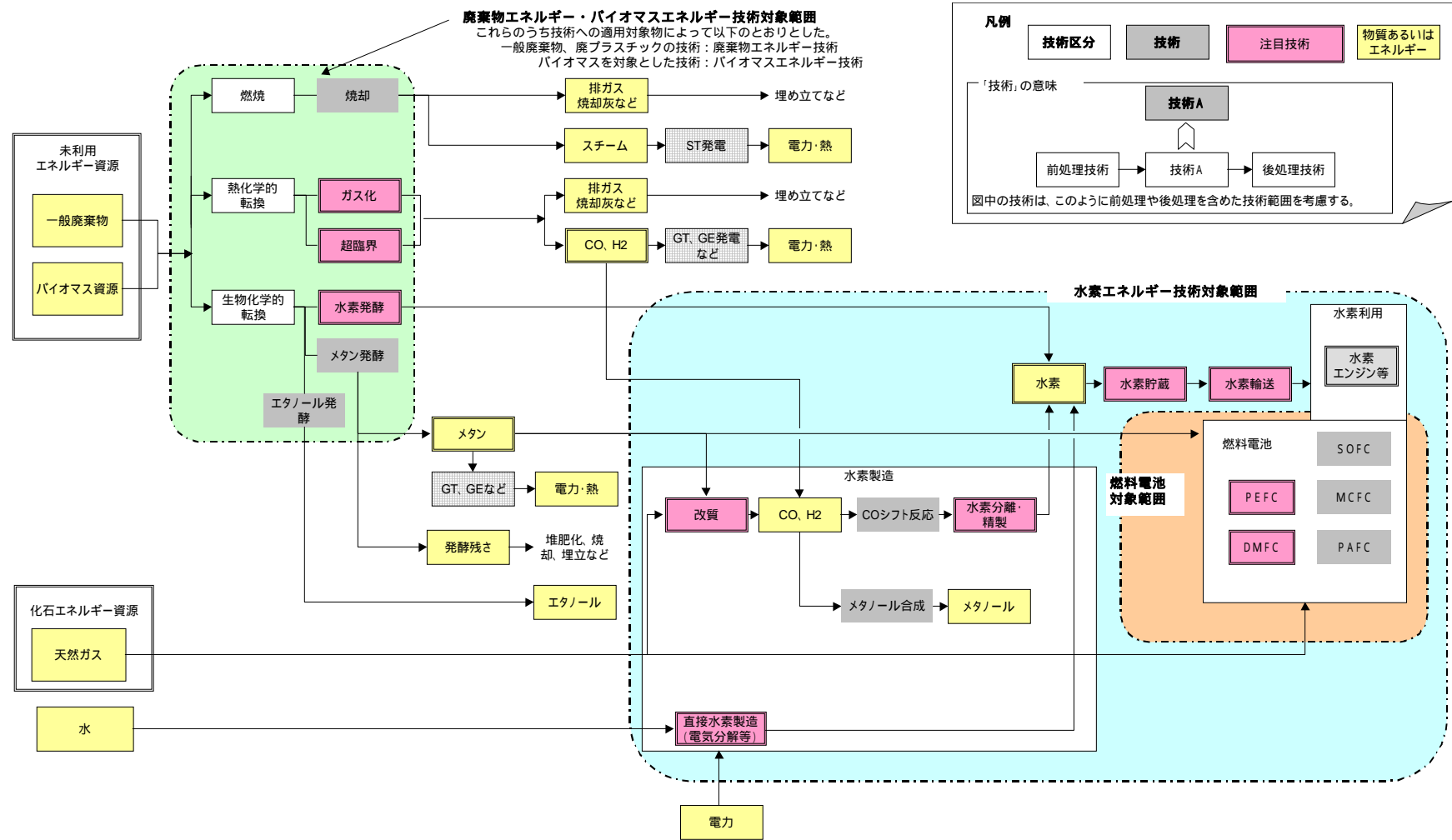
水素を燃料とするエネルギー利用技術(ただし、燃料電池では水素以外の燃料の場合も考慮。また、ロケット等の航空宇宙分野は除外した。)

選別や発電などの技術分野については、本調査の対象範囲からは除外。

ただし、第 3 図の技術は、個々に「前処理技術」「後処理技術」と合わせて一つの技術として成立しているため、このように直接当該技術に必要な技術については、その前処理技術及び後処理技術を含めて調査対象に含めた。また、パッケージ化技術やトータルシステム化技術(第 3 図の複数の技術分野を組み合わせた技術)については個別の技術範囲以外の技術分野を含めて調査対象とする。

これらの基準に基づいて整理した環境低負荷エネルギー技術の技術俯瞰図を第 3 図に示す。

第 3 図 環境低負荷エネルギー分野全体の技術俯瞰図



第2章 特許動向分析

第1節 特許出願動向全体解析

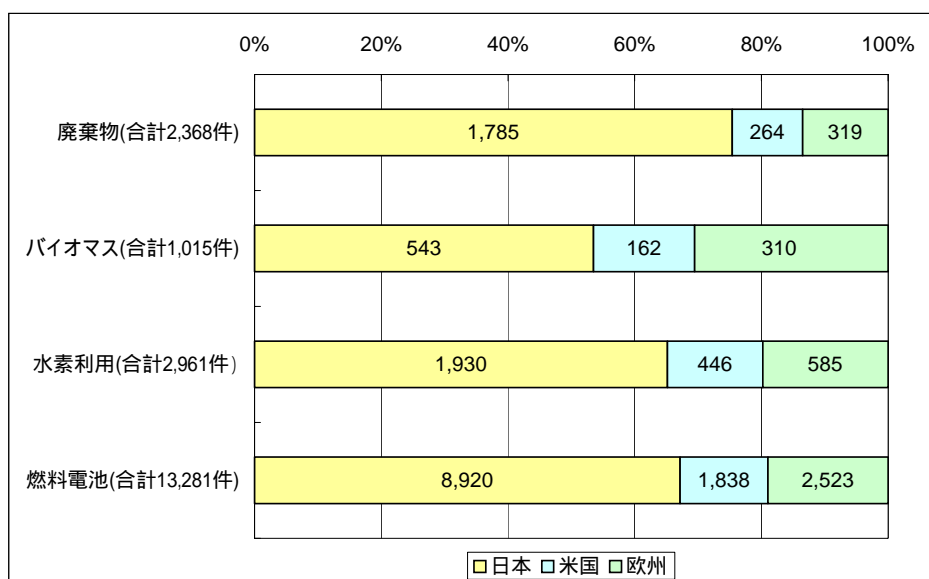
1. 日米欧における出願動向

環境低負荷エネルギー技術に関連する日米欧の特許出願の全体的な動向を、内外の特許データベースから検索し、その集計取りまとめを行った。検索には「PATOLIS」「MicroPatent」「DWPI」を用い、1991年～2000年(出願日ベース)の日米欧への出願特許を対象とした。また、水素利用技術と燃料電池技術は水素製造や改質等の分野で重複する分野があるため、このような共通技術は水素利用と燃料電池の両方で集計した。

第4図に示すように、1991年～2000年の10年間における出願件数は、廃棄物エネルギー分野で2,368件、バイオマスエネルギー分野で1,015件、水素利用エネルギー分野で2,961件、燃料電池分野で13,281件となっている。

出願先を見ると、いずれの分野も日本への出願件数が最も多く、バイオマスエネルギー分野が54%であるが、他の3分野は70%前後の割合を占めている。米国への出願件数と欧州への出願件数では、欧州のほうが若干多い程度であるが、バイオマスエネルギー分野は欧州への出願件数が多くなっている。

第4図 環境低負荷エネルギー分野・日米欧への特許出願数



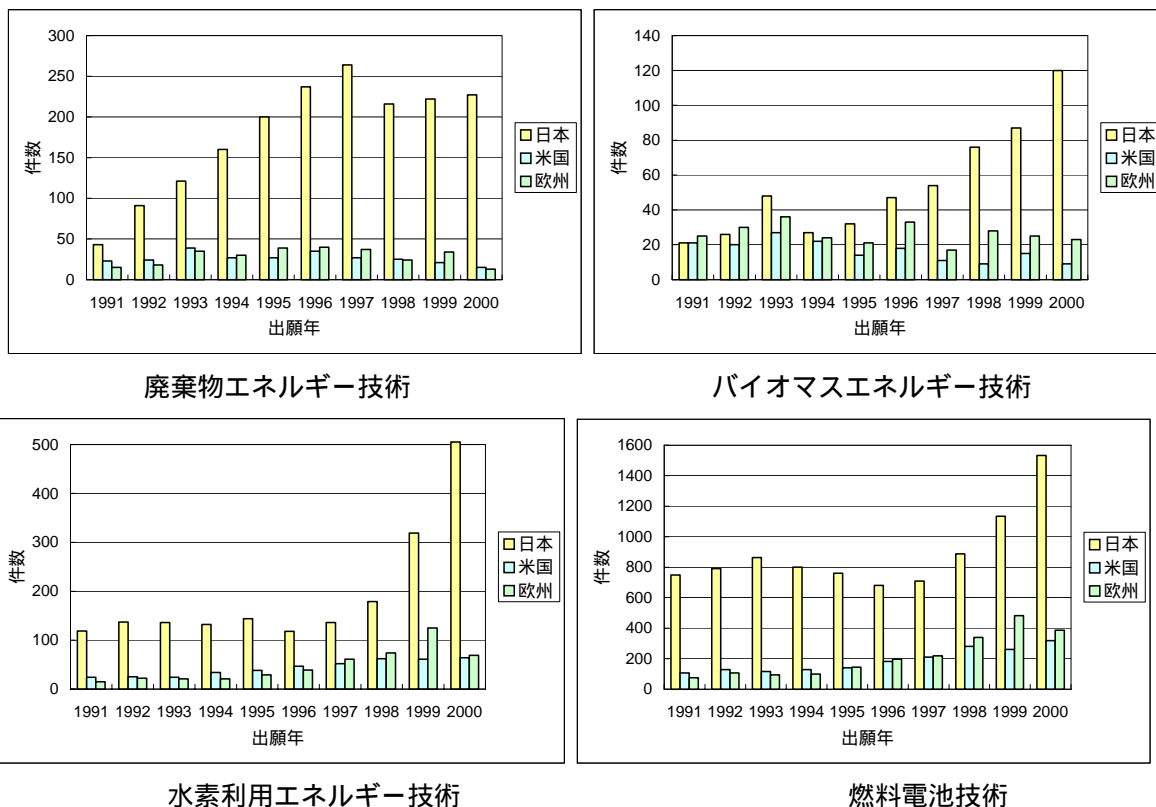
注：件数は日米欧に出願したファミリー件数^Aを示し、合計はその合計値。

^A ファミリー件数とは、ある一つの発明についてなされた特許出願の群の数を示す。

第 5 図は、出願件数の推移を各分野別に整理したものである。廃棄物エネルギー技術分野では 1997 年ごろまで増加していき、1998 年以降は若干ピークより低い件数で推移している。バイオマスエネルギー技術分野では 1993 年に一度ピークがあった後、1997 年頃から増加傾向に移っている。1997 以降に急増する理由は 1997 年 12 月の COP3 による温暖化対策とともに、日本においては各種規制強化による生ごみ、家畜糞尿を対象としたメタン発酵技術の出願件数増が挙げられる。

水素利用エネルギー技術分野は 1996 年頃まで一定であった出願件数が 1997 年から急激に増加し 2000 年には 1996 年の 3 倍以上になっている。燃料電池技術分野は、水素エネルギー技術分野と似た傾向を示しているが、出願件数が多い分、増加率は水素エネルギー技術分野ほどは高くなっていない。それでも 2000 年には 1996 年の 2 倍程度の出願件数となっている。水素利用及び燃料電池技術が 1997 年以降に出願件数が急増する理由としては、政策面での COP3 による温暖化対策が挙げられるとともに、技術面でこの年にダイムラーベンツ社がバラード社に出資を行ったこと等が代表的な動きとして挙げられ、これにより自動車メーカーの燃料電池車実用化に向けた研究開発が急速に強まったことも原因と考えられる。これにつられて水素利用の出願件数も増加している。

第 5 図 環境低負荷エネルギー分野・日米欧への特許出願件数推移



注：件数は日本、米国、欧州それぞれに出願したファミリー件数を示す。

第 6 図～第 9 図は、1991 年～2000 年における三極の出願動向をグラフ化したものである。

廃棄物エネルギー分野においては、日本への出願中日本からの出願が圧倒的に多く（97%）米欧からは非常に少ない（それぞれ 1%, 2%）。米国への出願は米国が半数（52%）次いで日本（31%）、欧州（17%）となっている。欧州への出願は欧州が半数（47%）、次いで日本（33%）、米国（20%）となっている。

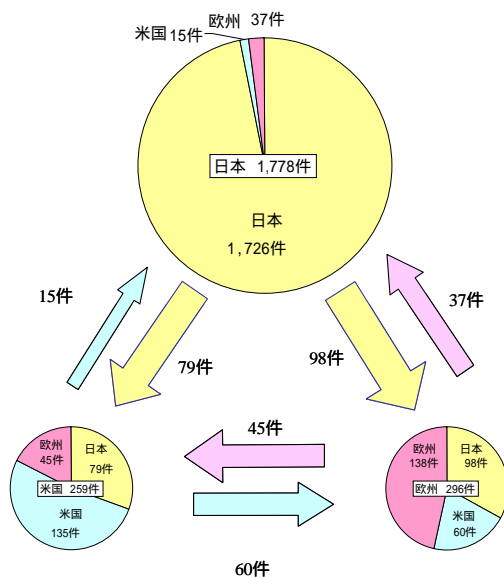
バイオマスエネルギー分野においては、日本への出願中日本からの出願が圧倒的に多く（91%）米欧からは非常に少ない（それぞれ 3%, 6%）。米国への出願は米国が半数以上（61%）次いで欧州（24%）、日本（15%）となっている。欧州への出願は欧州からが最も多く（76%）、米国（16%）、日本（8%）の順となっている。

水素エネルギー分野においては、日本への出願中日本からの出願が圧倒的に多く（95%）米欧からは非常に少ない（それぞれ 3%, 2%）。米国への出願は日本、米国が拮抗しており（それぞれ 43%, 44%）次いで欧州（13%）となっている。欧州への出願は欧州からが半数程度（46%）となっており、次いで日本（34%）、米国（20%）となっている。

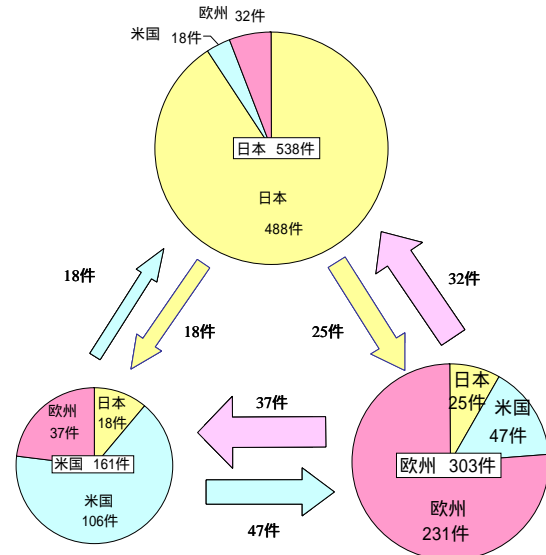
燃料電池分野においては、日本への出願中日本からの出願が圧倒的に多く（94%）米欧からは非常に少ない（それぞれ 3%, 3%）。米国への出願は米国が最も多く（49%）、次いで日本（36%）、次いで欧州（15%）となっている。欧州への出願は欧州からが半数程度（47%）となっており、日本、米国が拮抗（それぞれ 27%, 26%）している。

また、4 分野とも、内国出願に対する他地域への国際的な出願割合は、日本は、米欧に比較して低い。これは、改良特許・防衛出願等の内国出願が多いという日本の出願構造に由来するものと思われる。

第 6 図 廃棄物エネルギー技術の出願先別の三極出願動向

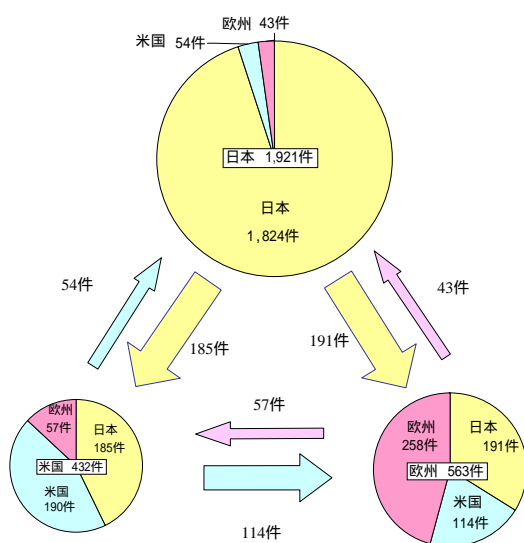


第 7 図 バイオマスエネルギー技術の出願先別の三極出願動向

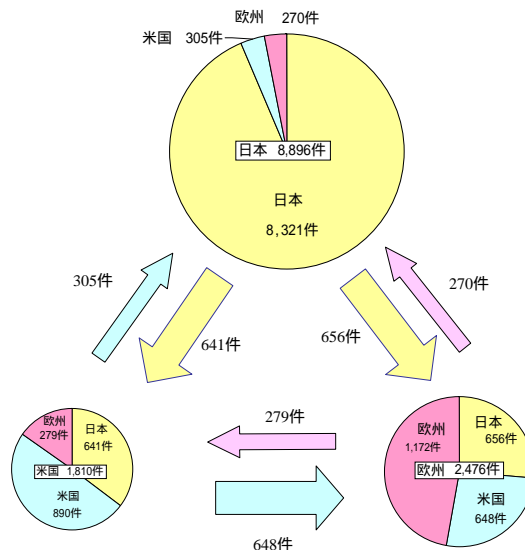


注：件数は日本、米国、欧州それぞれに出願したファミリー件数を示す。
また、日米欧からの出願特許のみを集計しその他地域からの出願特許は除外した

第 8 図 水素利用エネルギー技術の
出願先別の三極出願動向



第 9 図 燃料電池技術の
出願先別の三極出願動向



注：件数は日本、米国、欧州それぞれに出願したファミリー件数を示す。
また、日米欧からの出願特許のみを集計しその他地域からの出願特許は除外した

第 10 表 欧州の対象国一覧

アイルランド (I E)	ベルギー (B E)	ノルウェー (N O)
イギリス (G B)	イタリア (I T)	ハンガリー (H U)
オランダ (N L)	オーストリア (A T)	フィンランド (F I)
スイス (C H)	スペイン (E S)	ポルトガル (P T)
スウェーデン (S E)	スロバキア (S K)	ルーマニア (R O)
ドイツ (D E) (旧西独含む)	チェコスロバキア共和国 (C Z)	ルクセンブルグ (L U)
旧東ドイツ (D D)	チェコスロバキア (C S)	
フランス (F R)	デンマーク (D K)	ヨーロッパ (E P) (出願分)

なお本調査においては、欧州として第 10 表の国を対象国とした。出願人国籍については、各国特許の優先出願国を、その国籍として見なすことで集計を行った。

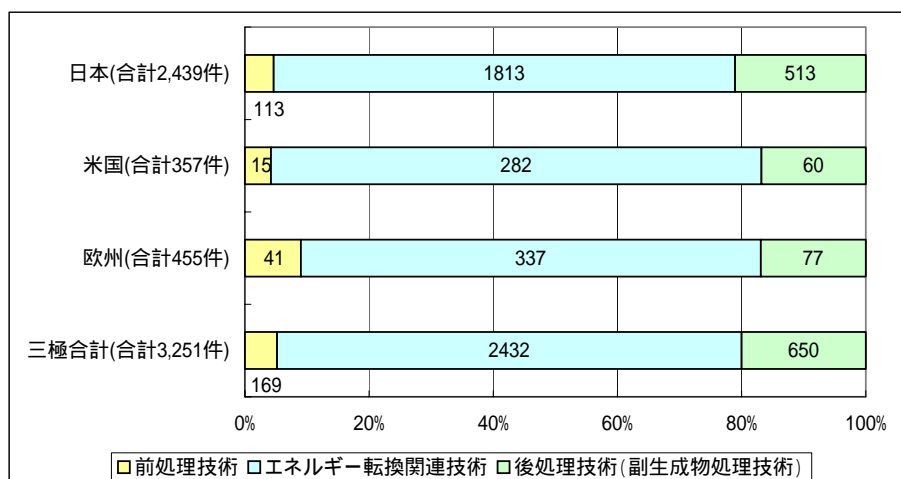
2. 技術分野別出願動向

各技術分野別の技術要素による日米欧への出願動向を廃棄物エネルギー分野について第11図、バイオマスエネルギー技術について第12図に整理した。これらの図は日米欧いずれかの国への出願件数について、パテントファミリーの数を集計したものである。

廃棄物エネルギー技術及びバイオマスエネルギー技術については、エネルギー転換関連技術（エネルギー転換のための技術及びエネルギー利用のための技術を合わせた分野）を中心として、前処理技術、後処理技術に分けたときの出願動向を示している。基本的には当該技術の中心的技術分野であるエネルギー転換関連技術が出願の多くを占めるが、環境負荷低減のための技術として重要である後処理技術についても、少なからず特許が出願されている。

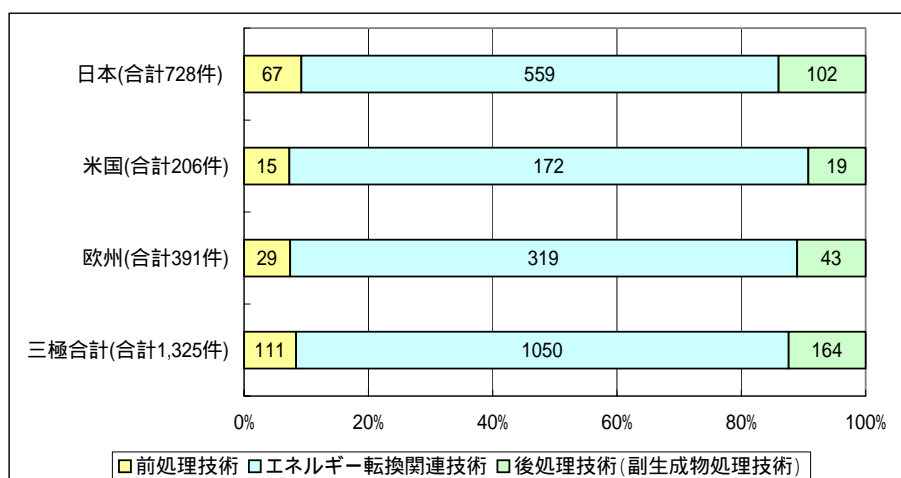
日米欧での特徴としては、ダイオキシン問題が発生し、焼却炉に対する規制が厳しくなった日本では後処理技術の割合が20%と高い点や、欧州の前処理技術の割合も9%と三極の中では比較的高い。

第11図 廃棄物エネルギー分野の三極の技術要素出願件数割合



注：件数はファミリー数を示すが、複数分野の技術として認められる特許は複数分類として重複集計している

第12図 バイオマスエネルギー分野の三極の技術要素出願件数割合

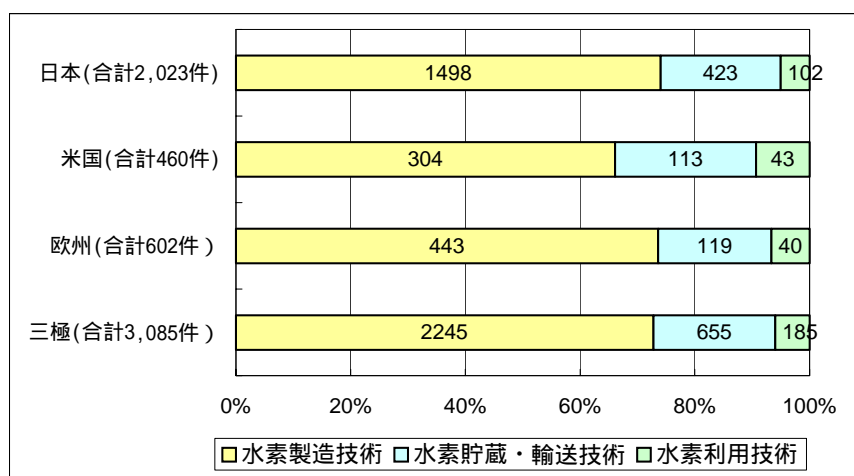


注：件数はファミリー数を示すが、複数分野の技術として認められる特許は複数分類として重複集計している

第 13 図の水素利用エネルギー技術については、水素をエネルギーとして利用するまでの製造、貯蔵・輸送、利用という技術区分で整理したものである。多くの特許は水素製造に関して出願されている。続いて貯蔵・輸送、利用段階という順になっている。なお、第 13 図は、燃料電池用の改質等一貫的な水素製造や貯蔵等、また、利用段階の技術としては水素タービンや水素エンジンに係わる特許等が集計されている。

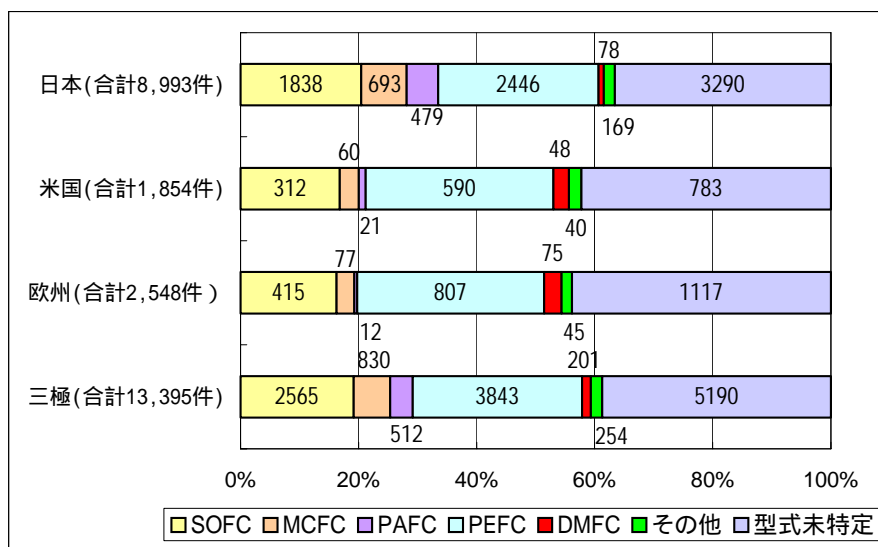
燃料電池技術については、まず燃料電池の形式別動向を第 14 図に示す。燃料電池の場合には 4 割程度の特許が燃料電池の形式を特定しないで出願されているものが多い。これは多くの形式の燃料電池に対して有効な特許として出願されているものが多いことを示している。日本は MCFC、PAFC の割合が多い点が特徴となり、欧米は DMFC の割合が高い点など似た傾向を示している。ただし、DMFC の出願件数としては日本が最多である。

第 13 図 水素利用エネルギー分野の三極の技術要素出願件数割合



注：件数はファミリー数を示すが、複数分野の技術として認められる特許は複数分類として重複集計している

第 14 図 燃料電池分野の三極の燃料電池形式別出願件数割合



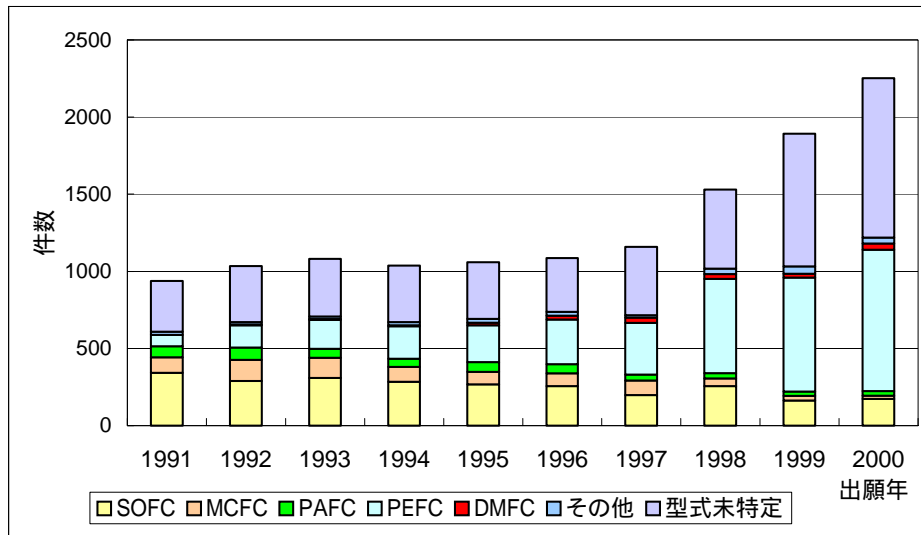
注：「その他」の特許は、例示の形式以外の形式が特定されるものを示す

「型式未特定」の特許は、形式を特定しなくとも良い特許もしくは形式が限定されない特許を示す

注：件数はファミリー数を示すが、複数分野の技術として認められる特許は複数分類として重複集計している

燃料電池の形式別の出願件数の時系列動向は、第 15 図に示すように、総出願件数で見ると、1997 年から急激に増加していることがわかる。形式別では、1994 年頃までは SOFC が最も多く、次いで MCFC であった。SOFC や MCFC は 1995 年以降の出願件数は減少傾向になっている。一方、1995 年以降は PEFC が最大となり、出願件数の増加の多くを占めるようになってきている。

第 15 図 燃料電池技術分野の燃料電池形式別出願件数推移



注：「その他」の特許は、例示の形式以外の形式が特定されるものを示す

「型式未特定」の特許は、形式を特定しなくとも良い特許もしくは形式が限定されない特許を示す

注：件数はファミリー数を示すが、複数分野の技術として認められる特許は複数分類として重複集計している

第 16 表は、燃料電池の三極別の出願人別の出願件数ランキングの上位を示している。日本では、東芝、富士電機、三菱重工業など電機・重工メーカーが上位にあり、続いてトヨタ自動車、本田技研工業の自動車メーカーが 6 位、7 位になっている。その他では、ガス・電機などエネルギー企業、田中貴金属工業、フジクラなどの素材系メーカーもランキングに入っている。

米国では、インターナショナル フューエル セルズ、バラード パワー システムズなど燃料電池専門企業が上位にいる点が特徴的であるが、日本の自動車メーカー（本田技研工業、トヨタ自動車など）が上位にいる点も特徴である。

欧州では、シーメンスが 1 位であり、フォルシュングスツェントルム ユーリッヒ（FORSCHUNGSZENTRUM JUELICH）やエム・テー・ウー・モトーレン・ウント・トウルビーネン・ユニオン・フリードリッヒスハーフェン（MTU FRIEDRICHSHAFEN）の欧州企業が上位にいたるとともに、日本企業（トヨタ自動車等）やバラード パワー システムズなど日米欧三極の企業が上位にランキングされている点が特徴的である。

第 16 表 燃料電池技術分野の出願件数ランキング(1991-2000 年)

	日本			米国			欧州		
	出願人	件数	業種	出願人	件数	業種	出願人	件数	業種
1	東芝	773	電機	本田技研工業	112	自動車	シーメンス	172	電機
2	富士電機	748	電機	インターナショナル フューエル セルズ	99	電機	フォルシュングスツェントル ム ユーリッヒ ゲゼルシャ フト ミット ベシュレンク テル ハフツング	126	研究機 関
3	三菱重工業	553	プラント	トヨタ自動車	77	自動車	トヨタ自動車	87	自動車
4	三洋電機	431	電機	バラード パワー システムズ	57	電機	ダイムラークライスラー アーゲー	75	自動車
5	石川島播磨重 工業	400	プラント	ブラグ パワー	48	電機	本田技研工業	63	自動車
6	トヨタ自動車	396	自動車	ゼネラル・モーターズ	44	自動車	松下電器産業	57	電機
7	本田技研工業	368	自動車	シーメンス	42	電機	バラード パワー システムズ	54	電機
8	東京瓦斯	317	ガス	東芝	37	電機	エム・テー・ウー・モトーレン・ ウント・トウルビーネン・ ウニオーン・フリードリッ ヒスハーフェン・ゲゼルシャ フト・ミット・ベシュレンクテ ル・ハフツング	45	自動車
9	松下電器産業	308	電機	日本碍子	36	窯業	ゼネラル・モーターズ	42	自動車
10	大阪瓦斯	272	ガス	松下電器産業	35	電機	イクスツェルシス ゲーエム ベーハー	41	電機
11	三菱電機	242	電機	日産自動車	34	自動車	インターナショナル フュー エル セルズ	36	電機
12	日本電信電話	210	通信	ウエスチングハウス エレクトリック	29	電機	日産自動車	34	自動車
13	日産自動車	191	自動車	カリフォルニア イ ンスティテュート オブ テクノロジー	24	大学	ジョンソン マッセイ パブ リック	33	
14	関西電力	161	電力	三洋電機	23	電機	エミテック ゲゼルシャフト フュア エミツシオンス テ クノロギー ミット ベシュ レンクテル ハフツング	31	
15	京セラ	153	電機	アライド・シグナル	21	電機	マンネスマン	28	機械
16	アイシン精機	134	自動車	モトローラ	21	電機	日本碍子	28	窯業
17	田中貴金属工 業	128	金属	田中貴金属工業	20	金属	VAILLANT JOH	26	機械
18	東陶機器	123	窯業	シーメンス ウェス チングハウス パ ワー	19	電機	フラウンホーファー ゲゼル シャフト ツール フェルデ ルング デア アンゲヴァン テン フォルシュング エー・ファウ.	26	研究機 関
19	日立製作所	123	電機	アイシン精機	18	自動車	ズルツァー・ヘキス	25	
20	フジクラ	112	繊維						

注：各国へ出願されたファミリー数^Aを示す。

^A ファミリー件数とは、ある一つの発明についてなされた特許出願の群の数を示す。

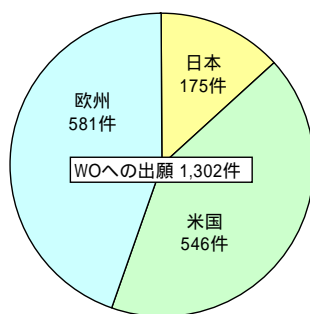
燃料電池技術分野について国際出願である PCT 出願の動向を出願人別に集計すると第 17 表のようになる。全体的に欧米の企業の PCT 出願件数が多く、日本からは松下電器産業がランキングに入っているのみである。第 18 図に PCT 出願の三極の出願件数の割合を示す。これを見ると、欧州が 581 件（45%）、米国が 546 件（42%）となっているのに対して、日本は 175 件（13%）と PCT 出願件数が少ないことが分かる。

第 17 表 燃料電池技術分野の PCT 出願件数ランキング（1991 年～2000 年）

順位	WO	JP	US	EP	出願人	ファミリー件数
1	117	52	42	172	シーメンス	174
2	79	9	15	126	フォルシュングスツェントルム ユーリッヒ ゲゼルシャフト ミット ベシユレンクテル ハフツング	127
3	64	22	99	36	インターナショナル フューエル セルズ	98
4	55	30	57	54	バラード パワー システムズ	76
5	38	308	35	57	松下電器産業	311
6	30	5	1	31	エミテック ゲゼルシャフト フユア エミツシオンス テク ノロギー ミット ベシユレンクテル ハフツング	31
7	22	19	15	33	ジョンソン マッセイ パブリック	38
8	21	5	7	45	エム・テー・ウー・モトローレン・ウント・トウルビーネン・ウ ニオン・フリードリッヒスハーフェン・ゲゼルシャフト・ミ ト・ベシユレンクテル・ハフツング	45
9	20	7	5	21	スティヒチング エネルジオンデルズーク セントルム ネー デルラント	21
9	20	4	1	28	マンネスマン	29
11	18	7	7	26	フラウンホーファー ゲゼルシャフト ツール フェルデルン グ デア アンゲヴァンテン フォルシュング エー・ファウ	17
12	17	11	19	10	シーメンス ウェスチングハウス パワー	19
12	17	1	15	75	ダイムラークライスラー アーゲー	74
14	16	7	21	13	アライド・シグナル	21

注：「WO」「JP」「US」「EP」はそれぞれ PCT および各国へ出願されたファミリー数を示す。

第 18 図 燃料電池分野の PCT 出願件数三極比較



注：件数は PCT に出願したファミリー数を示す

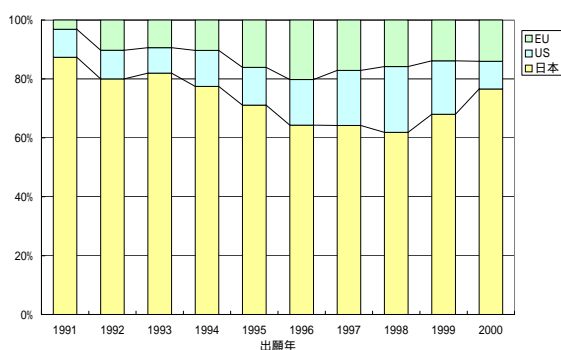
3. 特許出願状況と国際学会発表状況の比較

研究開発動向の全体像を把握するために特許出願件数と主要国際学会における論文発表件数の比較を行った。ここでは、特に水素利用エネルギー、燃料電池について取り上げる。

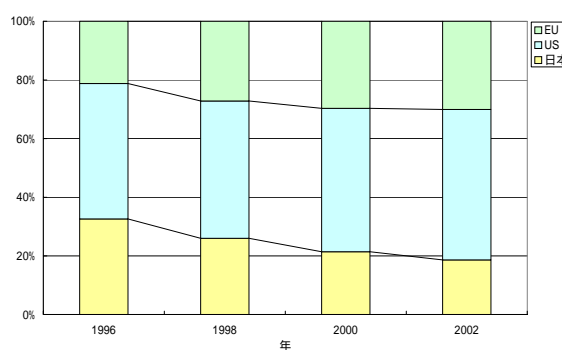
水素利用エネルギー技術については World Hydrogen Energy Conference を、燃料電池技術については、FUEL CELL SEMINAR を取上げて特許出願との傾向の比較を行った。両分野については結果を含めて紹介する。

まず、第 19 図に燃料電池分野の特許出願件数と第 20 図に「FUEL CELL SEMINAR」での発表論文数の三極比較を対比して示す。これを見ると、特許の出願では日本が米国、欧州を圧倒しているのに対して、「FUEL CELL SEMINAR」での発表論文数は、日本は 1996 年のみ欧州を上回っていたものの、近年は米国、欧州よりも少なく、またその傾向は年々強くなってきている。これよりわが国の燃料電池に関する研究開発機関、技術開発機関は特許取得に重点を置いており、学術会議等での発表に消極的な姿勢がうかがえる。

第19図 特許出願件数三極比較

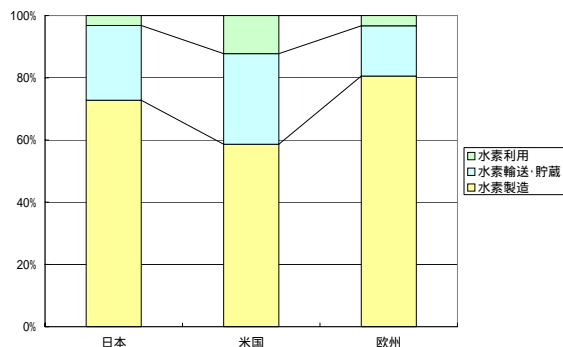


第20図 FUEL CELL SEMINAR 論文数三極比較

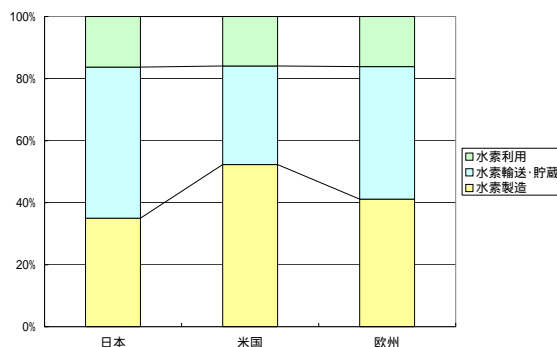


続いて技術分野別の特徴を見る。第 21 図及び第 22 図に水素エネルギー技術分野（燃料電池を除く）の技術分野別の特許出願件数と「World Hydrogen Energy Conference」発表論文数割合を三極別に示す。特許の出願数と発表論文数との間には特に相関は見られないが、三極ともに特許出願数は水素製造に関するものが最も多いが、発表論文数になると三極とも水素製造に関する割合は減少し、日本、欧州では水素輸送、貯蔵技術の方が多くなっている。これは、水素製造に関する技術は多種多様であるため特許の出願は多いが、水素を現在社会システムに適用する際には、水素の輸送、貯蔵技術が大きな課題となっていることを反映していると考えられる。

第 21 図 技術分野別三極特許出願数 (1991～2000年累計)



第 22 図 技術分野別三極発表論文数 (1996～2002年累計)

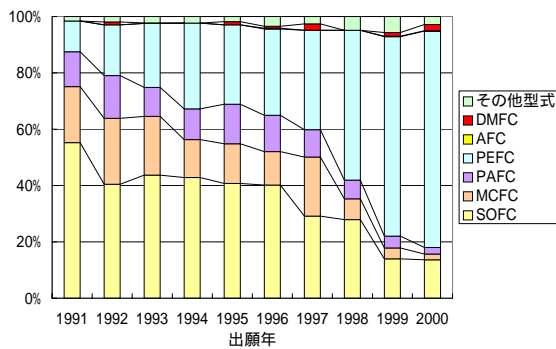


また第 23 図～第 28 図に燃料電池分野の燃料電池形式別の特許出願件数と「FUEL CELL SEMINAR」発表論文数割合を三極別に示す。これを見ると特許出願件数と「FUEL CELL SEMINAR」発表論文数には、以下で述べるような相関が見られる。

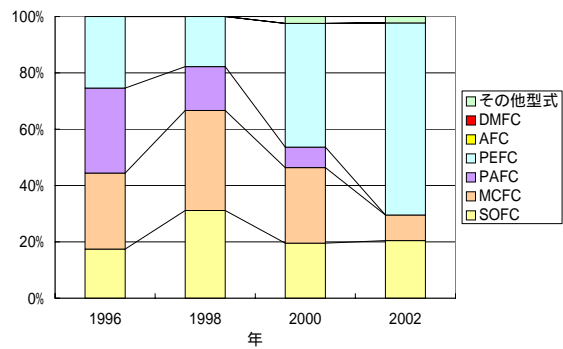
日本においては特許出願件数、発表論文数ともに 1996 年度以降、急激に PEFC の割合が増加してきており、近年その傾向が更に強くなってきている。そのため SOFC の出願や論文発表数もある程度はあるが、その他の形式については非常に小さな割合となっている。一方、米国、欧州については PEFC の件数が一番多いが日本ほど極端ではなく、SOFC や DMFC などの他の形式に関する特許や論文が出されている。

これは日本では「水素エネルギー」の中でも「燃料電池」の中でも「PEFC」で研究開発、技術開発リソースを集中させている傾向があるのに対して、米国・欧州では PEFC 以外の燃料電池についても研究開発、技術開発を行い、リソースを分散させていることによるものと考えられる。

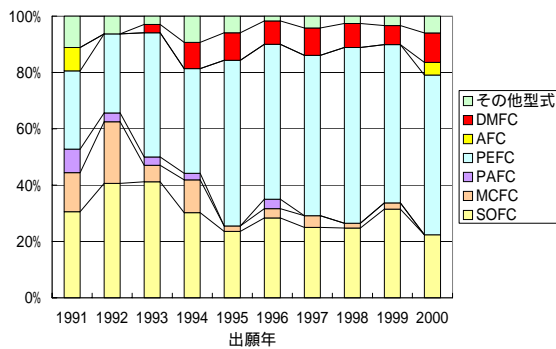
第 23 図 形式別特許出願件数（日本）



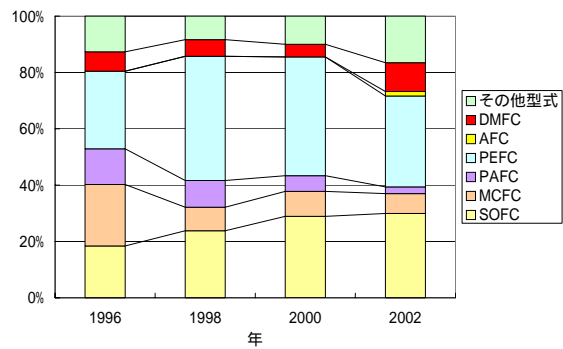
第 24 図 形式別 FUEL CELL SEMINAR 論文数（日本）



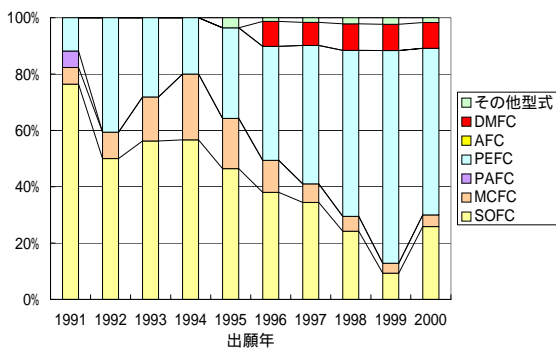
第 25 図 形式別特許出願件数（米国）



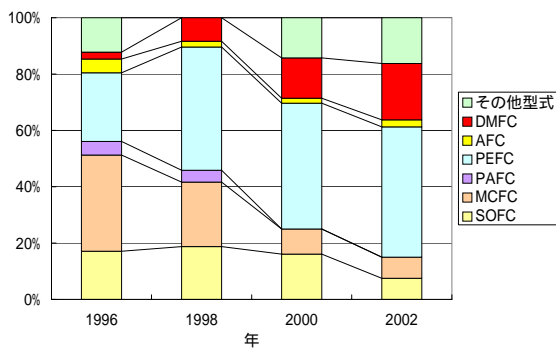
第 26 図 形式別 FUEL CELL SEMINAR 論文数（米国）



第 27 図 形式別特許出願件数（欧州）



第 28 図 形式別 FUEL CELL SEMINAR 論文数（欧州）



第2節 注目技術に関する特許出願動向詳細解析

1. 廃棄物エネルギー技術・バイオマスエネルギー技術分野

注目技術としてみると、廃棄物エネルギー技術とバイオマスエネルギー技術は処理対象物が異なる点を除くと共通性があるため、合わせて検討を行った。市場性や今後の有望性、環境低負荷エネルギーとしての水素利用等を考慮して、ガス化、超臨界、水素発酵技術を取上げた。

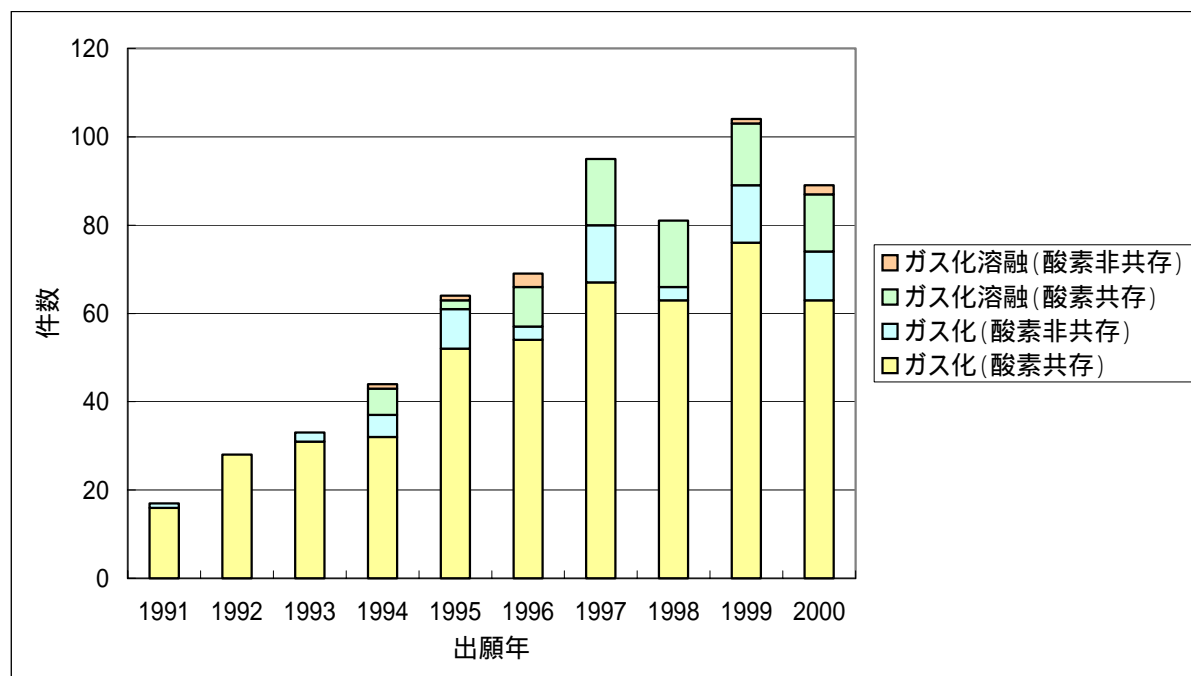
(1) ガス化技術

ガス化技術は、処理物をガス化しエネルギー源や化学原料として利用するための技術である。ガス化技術を反応方法で区分すると、反応段階での酸素の存在で分ける事ができる。また、処理物をガス化するガス化技術とともに、廃棄物処理の残さをガス化とともに溶解処理するガス化溶解技術も、当該分野の注目技術である。

出願動向としては、ガス化（酸素共存）技術の出願件数が多くを占め、1997年頃まで増加傾向を示し、その後もその水準を維持している（第29図）。

ガス化技術の注目特許としては、テルモゼレクト社（ドイツ）のガス化溶解特許（特開平07-323270, US 5311830, EP 443596）やL.J.Keller, A.N.Stanton（米国）（US5134944, WO 94/03760）、エネルギーヴェルケ シュヴアルツェ プンベ社（ドイツ）（特開平05-202371, US 5347068, DE 4125521）の酸素共存ガス化特許などが重要な特許として挙げられる。

第29図 ガス化技術の特許出願動向



注：件数はファミリー数を示すが、複数分野の技術として認められる特許は複数分類として重複集計している

(2) 超臨界技術

超臨界技術は、高温高压下の水（超臨界水）の中で物質を分解し、分解物をガス等形でエネルギー利用するというものである。分解率が高いため有害物質なども含む廃棄物の処理やプラスチックなどが処理対象とされているが、バイオマスを対象とした技術もある。出願動向を見ると、日本の技術が大部分で、一部米国特許が出願されている。欧州はこの分野での特許出願が少ないと思われる。

注目特許は、神戸製鋼所（特開平 05-31000）、工業技術院・化学技術戦略推進機構（特開 2000-274214）の廃棄物を対象とした技術に対し、ハワイ大（米国）（特開平 11-502891, EP 820497, WO 96/30464）の出願はバイオマスを対象としたものであり、特徴的な技術である。

(3) 水素発酵技術

水素発酵技術は、バイオマスを対象とし、微生物により水素を生成させるという技術である。今後の水素利用エネルギー、燃料電池としての用途を考えた場合に、この水素発酵技術は重要性が高くなってくると考えられる。

水素発酵技術は 1991 年から 2000 年までに十数件の特許が出願されているが、ほとんどが日本の特許であり、荏原製作所（特開平 5-96294）、鹿島建設・地球環境産業技術研究所（特開平 07-75588, US 5464539）が注目技術と想定される。

2. 水素利用エネルギー技術・燃料電池技術分野

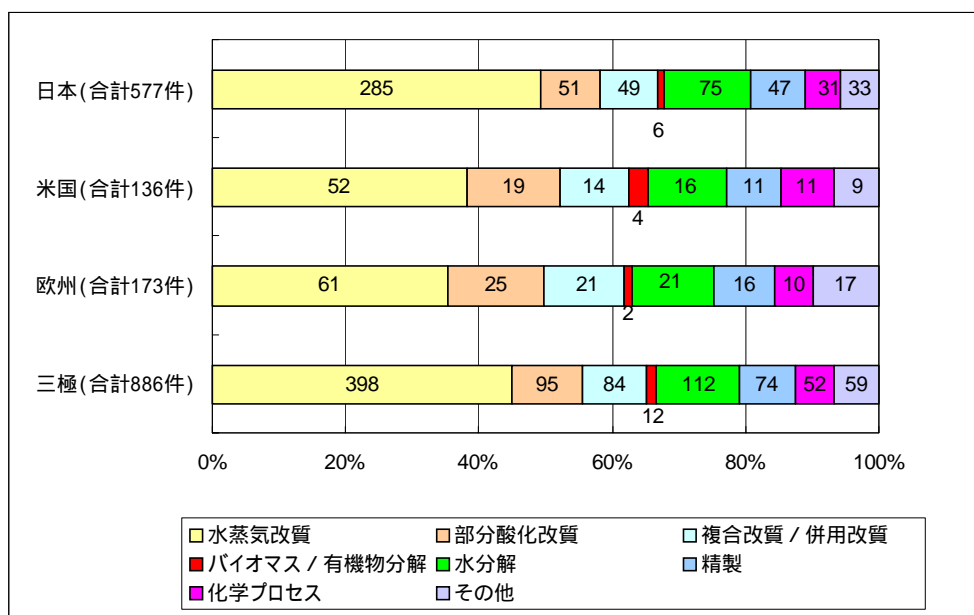
水素エネルギー技術は水素製造技術、水素貯蔵・輸送技術、水素利用技術に分類できる。一方、燃料電池技術は水素利用技術の一つであるとともに、最も重要な技術であり、特許数でもその大部分を占める。そのため燃料電池技術を水素利用技術として位置づけ、ここでは合わせて検討を行った。注目技術としては、水素製造技術、水素利用技術、及び水素利用技術である燃料電池技術とした。なお、燃料電池技術については特に近年注目を浴びている、固体高分子形、ダイレクトメタノール形に関する技術から注目技術の抽出を行った。なお、注目技術は実用化する上でネックとなっている課題を克服出来る可能性を持つ技術について、有識者の助言をもとに抽出した。

(1) 水素製造技術

水素製造技術は大きく水を電気などで分解するものと、炭化水素の改質によるものとが挙げられる。また水素製造に関連して水素精製技術も重要技術の一つである。

第 30 図は技術分野別出願件数を示したものであるが、水蒸気改質技術が最も多く、次いで水分解、部分酸化改質の順になっている。日米欧の特徴を見ると、日本が水蒸気改質の割合が高く、欧米が部分酸化改質、複合改質 / 併用改質の割合が高い点が挙げられる。

第 30 図 水素製造技術の特許出願動向



注：件数はファミリー数を示すが、複数分野の技術として認められる特許は複数分類として重複集計している

水の電気分解の注目特許としては、神鋼パンテックの PEM 水電解・無電解メッキ法（特開 2000-26986）や富士電気の PEM 水電解・ホットプレス法（特開平 08-106915）などが挙げられる。しかしいずれも、アルカリ水電解法と比較して高コストなどがネックとなっている。出光興産は、灯油から水素を生成する改質器（特開 2001-146406）を開発しており、灯油が原料である点が特徴的である。

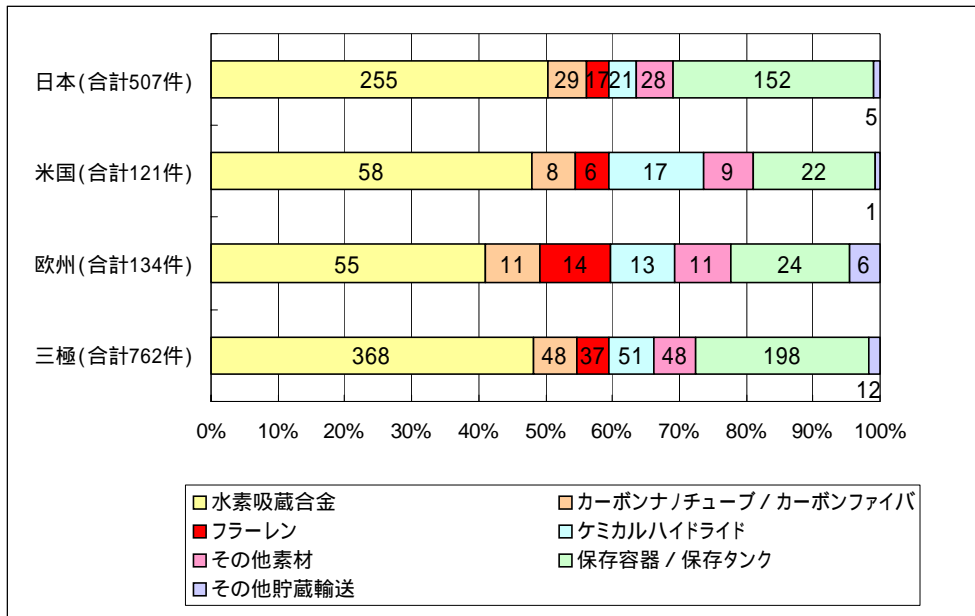
また炭化水素改質の注目特許としてはコンパクト化を可能にする三菱重工・東京ガスのメンブレンリアクター改質器（特開平 09-002801）が挙げられる。水素の精製技術の注目技術としては住友精化による小型 PSA 精製装置（特開 2002-177726）が挙げられる。

（ 2 ） 水素貯蔵 / 輸送技術

水素の貯蔵・貯蔵技術は、燃料電池車の主要な要素の一つである。水素の貯蔵・貯蔵技術としては水素吸蔵合金、カーボンナノチューブなどの炭素系貯蔵材料、圧縮水素容器、液体水素容器、液体水素化物燃料などが挙げられる。

第 31 図の水素貯蔵 / 輸送技術の出願動向を見ると、水素吸蔵合金の出願件数が最も多く、次いで保存容器 / 保存タンクに関する技術が多く出願されていることが分かる。日米欧の特徴としては、日本で保存容器 / 保存タンクの割合が高い点、米国でケミカルハイドライドの割合が高い点、欧州ではフラーレンの割合が高い点が傾向として挙げられる。

第 31 図 水素貯蔵 / 輸送技術の特許出願動向



注：件数はファミリー数を示すが、複数分野の技術として認められる特許は複数分類として重複集計している

水素吸蔵合金の注目技術としては、イムラ材料開発研究所の高容量バナジウム基水素吸蔵合金（特開平 11-106847）が挙げられる。また炭素系の素材では、カーボンナノチューブでの量産化を容易とした大阪ガスの側壁アモルファス構造のカーボンナノチューブ（W000/40509、特開 2002-293519）、日本電気のカーボンナノホーンの量産化技術（特開 2003-202347）が挙げられる。

また圧縮水素容器としては Quantum（米）の高圧コンポジット容器（US6126888）が、液体水素容器としてはボイルオフガス発生の抑制に成功した Linde（独）の自動車用液体水素容器（W002/35143）が挙げられる。

液体水素化物燃料としては、2002 年に北海道で実証実験も行われた北海道大学市川勝教授の有機ハイドライドを用いた水素貯蔵・供給システム（特開 2001-110437、特願平 11-290244）が挙げられる。

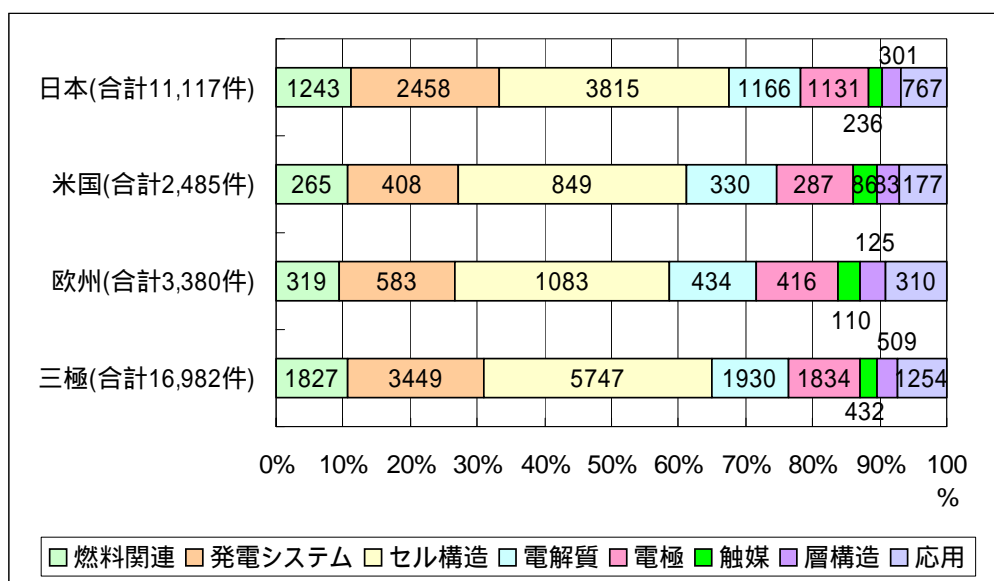
（3）燃料電池技術

燃料電池は電解質膜、電極・触媒、セパレーターと言った要素技術をシステム化したものであるため、その要素技術が重要となる。

第 32 図は、燃料電池に関する特許出願を技術要素別に集計したものであり、複数の技術分野に関連する場合は重複してカウントしたものである。出願件数を見ると、セル構造に関するものが最も多く、次いで発電システムに関する特許が多く出願されている。燃料関連、電解質関連、電極関連の特許は、全体の 10%程度と同じぐらいの割合で出願されている。

燃料電池の技術分野別の日米欧の特徴は、日本において発電システムの特許出願の割合が高い点が特徴的であるが、それ以外は比較的三極の差は見受けられない。

第 32 図 燃料電池技術分野の技術要素別出願件数推移



注：件数はファミリー数を示すが、複数分野の技術として認められる特許は複数分類として重複集計している

まず、燃料電池の要素技術に関して注目技術を抽出した。

電解質膜の注目技術としては水の供給を必要としないソニーのフラレン系プロトン伝導体（W00106519, W00117900, W00227831）や、日本電子力研究所のフッ素高分子樹脂によるイオン交換型の高容量電解質膜（特開 2001-348439）が挙げられる。

電極・触媒の注目技術としては、日本電気のカーボンナノホーンを利用した触媒担体電極（特開 2002-159851）、白金の使用量を減らすことを可能にした日本電池の燃料電池触媒電極の製造方法（特開 2000-012040）、CO 被毒への耐性を高めた山梨大学渡辺教授・田中貴金属工業の CO 被毒耐性触媒（特開平 7-246336）、産業技術総合研究所の低コスト化を可能にした高性能触媒（特開 2002-329500）が挙げられる。

セパレーターについては、大日本インキ化学工業のカーボンに熱硬化性樹脂を混合させたセパレーター（特開 2000-133281）、日清紡績のカーボン成型技術を用いたセパレーター製造技術（W097/02612）、ユニチカのアモルファスカーボン製セパレーターの低コスト化製造技術（特開 2001-68128）が注目技術と考えられる。

燃料電池本体については、PEFC の小型燃料電池やダイレクトメタノール方式に注目した。小型燃料電池（PEFC）では、カシオ計算機の小型改質装置（W00250934）、本田技研工業の超小型燃料電池（特開平 11-233132）が注目技術と考えられる。ダイレクトメタノール方式では、ユアサコーポレーション（特開 2002-208419）、Smart Fuel Cell GmbH（独）（W000/69011）が DMFC 方式の燃料電池に関する注目特許を出願している。

第3節 主要企業の特許出願動向

1. 廃棄物エネルギー技術・バイオマスエネルギー技術分野

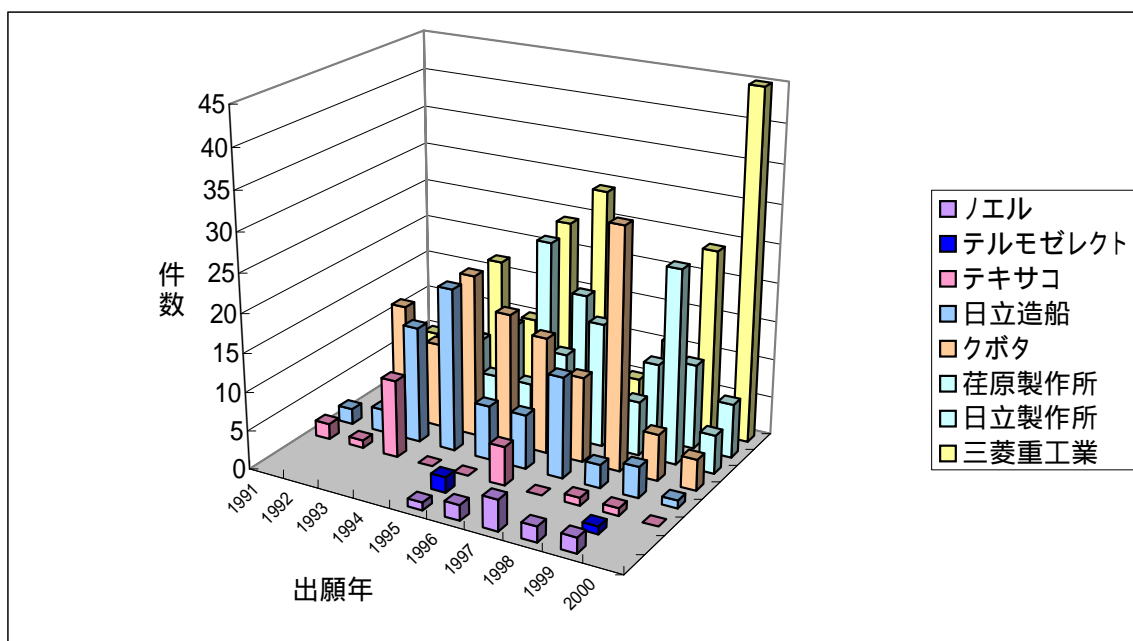
廃棄物エネルギー技術及びバイオマスエネルギー技術分野においては主要企業が重複しており、別々に動向を見るよりも合わせて動向を分析する方が傾向を把握しやすいと考え、合わせて動向を整理した。

廃棄物エネルギー技術及びバイオマスエネルギー技術分野の主要企業としては、プラントメーカーが中心となっており、出願件数の上位企業も日本を中心としたプラントメーカーが多い。これらの出願件数上位企業に加えて注目特許の出願企業の出願動向を第33図に集計した。

全体的な傾向として日本企業は多く特許を出願しており、欧米企業は注目特許などの出願があるものの代表的な企業であっても決して特許出願数は多くない。一般的な日本企業の特徴として、技術防衛的な目的や将来的利用など明確にせずにとれる特許は特許化するという行動を取っていると言われていたが、当該分野においても同じような傾向が伺える。一方、欧米企業はその特許を取ることが、ライセンス契約として重要か、あるいはその特許を利用することにより施設の性能が他社を上回り市場での差別化に重要となるか、といった企業戦略を考慮して特許を出願している点が差になっていると想定される。

テキサコやテルモゼレクトは自国以外への出願割合が高く、日本企業では荏原製作所が3割程度海外出願している以外は90%が自国のみ出願である。当該技術分野では必要とされる技術の地域性があり、この点が自国出願を多くしていることも想定されるが、具体的な例としてテルモゼレクト社の技術が日本において川崎製鉄に導入されている点などを考慮すると、日本の出願件数が多い点が、必ずしも日本技術が優位性を示しているとは言えない状況であると考えられる。

第33図 廃棄物・バイオマス分野の主要企業特許出願動向



注：件数はパテントファミリー数を示す

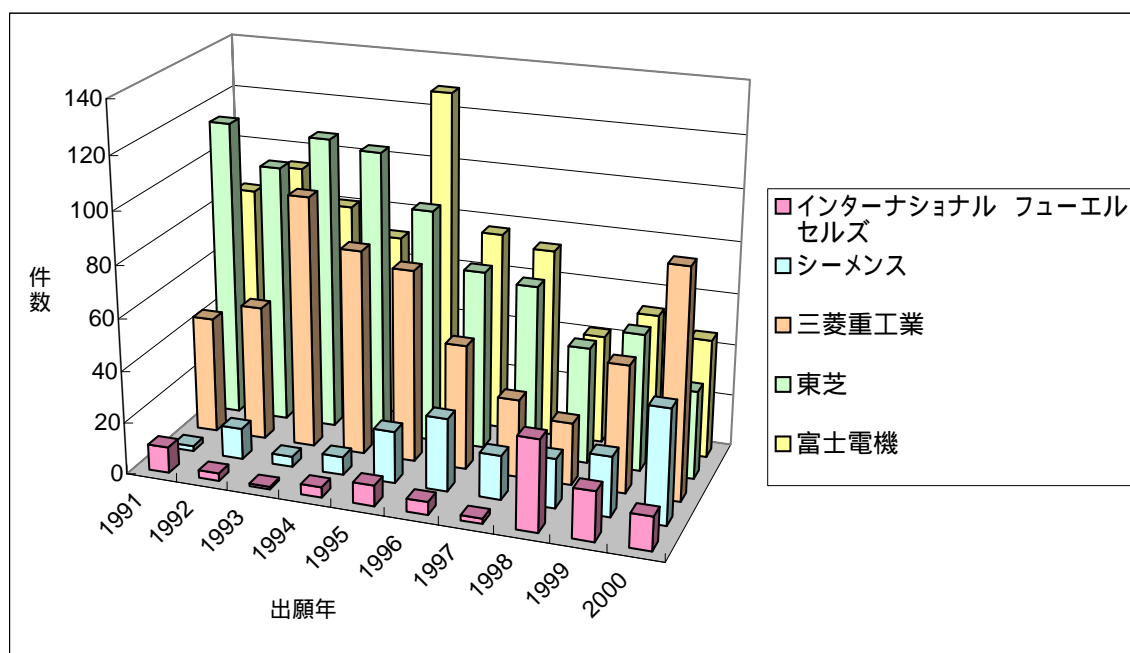
2. 水素利用エネルギー技術・燃料電池技術分野

廃棄物エネルギー技術、バイオマスエネルギー技術と同様に、水素利用エネルギー技術及び燃料電池技術分野の企業動向についても、両分野に関連する企業が多い点を考慮して、合わせて企業の出願動向を整理した。

水素利用エネルギー技術、燃料電池技術分野における主要企業は電機メーカー、自動車メーカーである。これに燃料電池で主要企業となっている巴拉ード社、IFC 社を含めた企業が中心的企業であるが、燃料電池自動車を主眼とする自動車メーカーと、燃料電池本体を主眼とする電機メーカー等の燃料電池メーカーに分けることができる。燃料電池メーカーの出願動向を第 34 図、第 35 図に、自動車メーカーの出願動向を第 36 図に集計した。

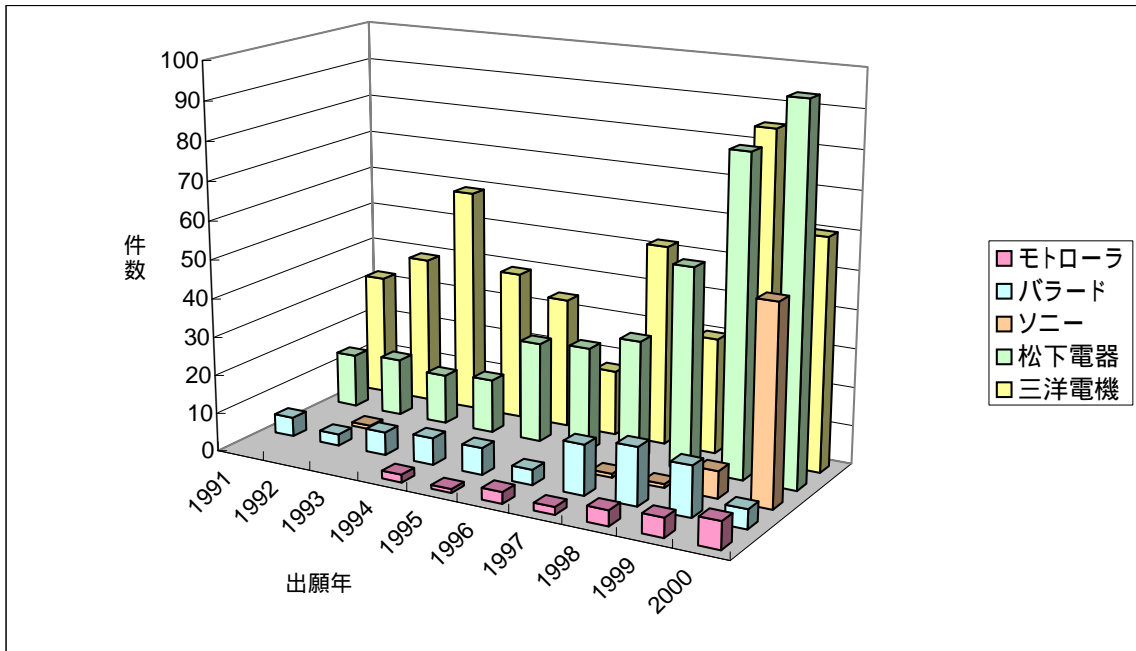
東芝など電機メーカーとして燃料電池技術に取り組んできた企業は近年出願数が低下傾向となっているが、応用として燃料電池自動車や携帯用燃料電池に関わる企業は、近年急激に出願件数を伸ばしているのが特徴的である。

第 34 図 水素利用・燃料電池分野の主要企業（燃料電池メーカー）特許出願動向



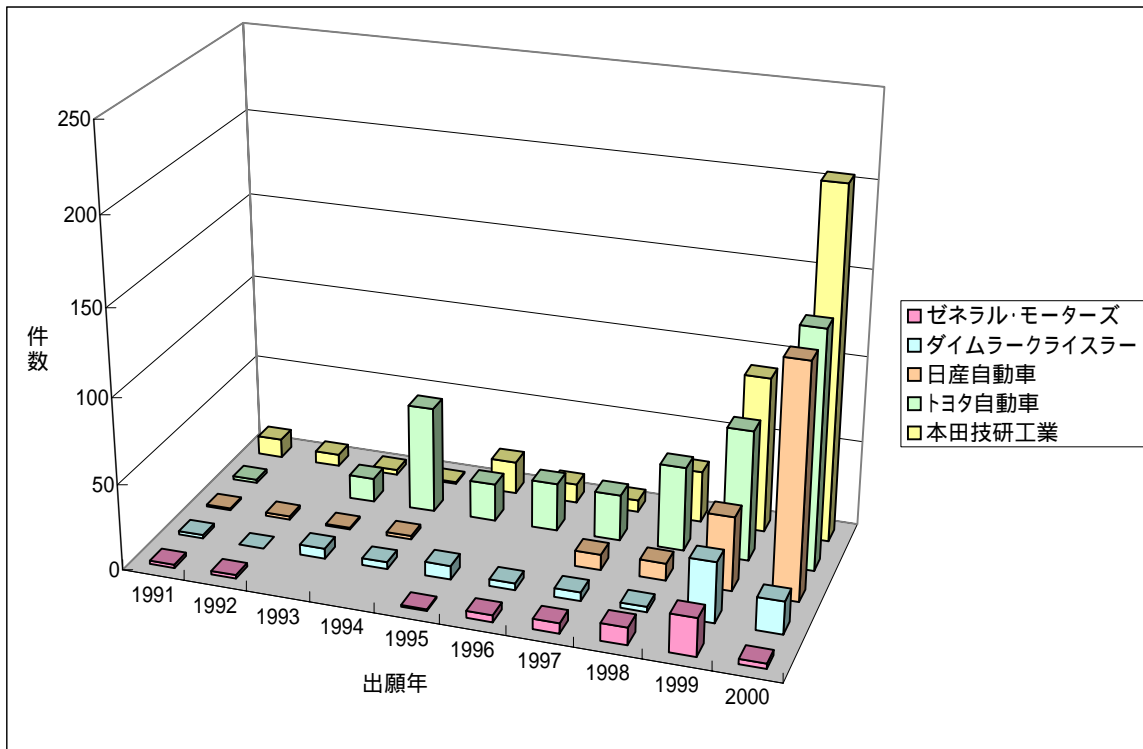
注：件数はパテントファミリー数を示す

第 35 図 水素利用・燃料電池分野の主要企業（燃料電池メーカー）特許出願動向



注：件数はパテントファミリー数を示す

第 36 図 水素利用・燃料電池分野の主要企業（自動車メーカー）特許出願動向



注：件数はパテントファミリー数を示す

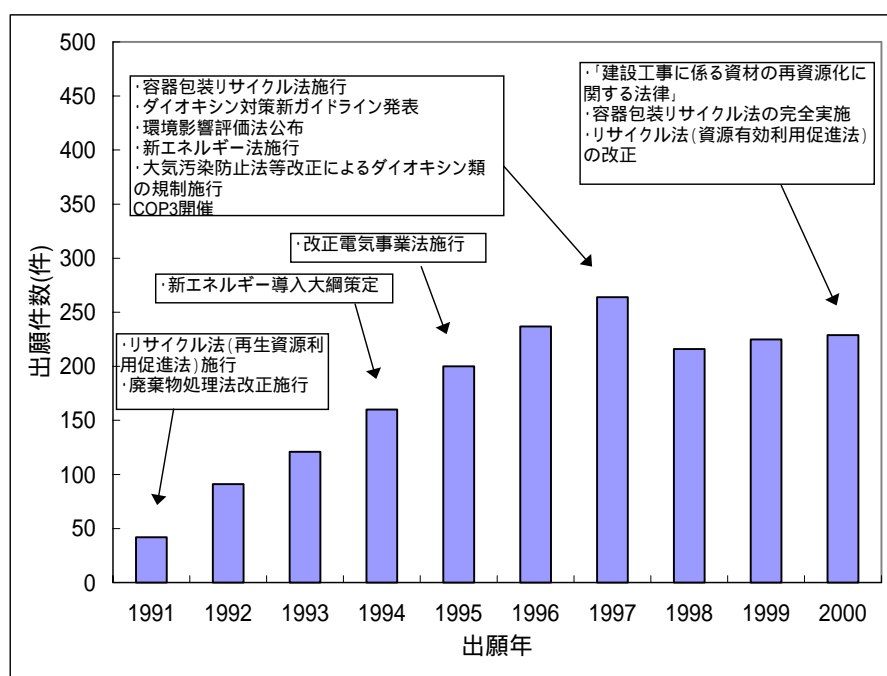
第3章 関連政策動向

1. 廃棄物エネルギー技術・バイオマスエネルギー技術分野

廃棄物エネルギー技術については、従来から大都市を中心としたごみ焼却施設において発電及び余熱利用施設が導入されていた。しかし、ダイオキシン対策を契機としたごみ処理の広域化政策が、結果的にその普及を促進する政策となっている。現在、広域化計画に沿って各市町村もしくは一部事務組合などでの施設新設・更新のための検討が進められている。第37図には、これらの動向を日本への特許出願件数と合わせて示す。

本分野の特許は1991年の廃棄物処理法改正やリサイクル法の施行を契機に増加し、1994年の新エネルギー導入大綱や1997年のダイオキシン類に関わる大気汚染防止法等の改正もあって増加の一途にあったが、近年は件数的に多少少ない域で推移している。

第37図 廃棄物エネルギー分野での日本への出願件数と関連法規制動向



注：件数はパテントファミリー数を示す

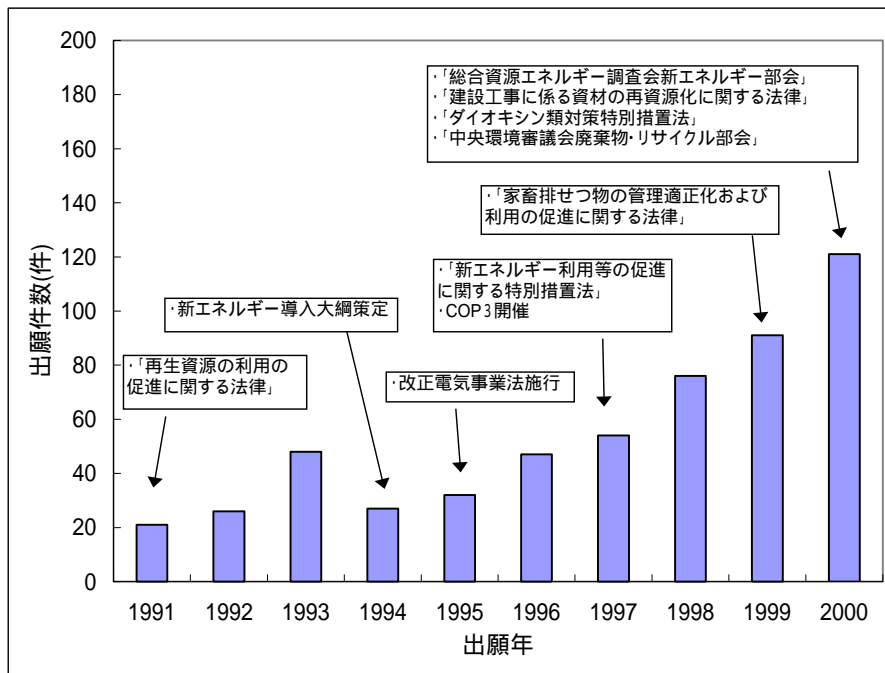
バイオマスエネルギー分野についても、廃棄物エネルギー分野と同様に廃棄物処理関係の法規制動向の影響を受けているが、これ以外に「家畜排せつ物の管理適正化および利用の促進に関する法律」は、従来遅れていた畜産関係のし尿処理を適切に行うことを義務化する法律のため、バイオマス資源の有効利用促進に対する大きなインセンティブとなっている。

特に2002年12月に各省連携のもと「バイオマス・ニッポン総合戦略」が策定され、国全体としての総合的な取り組みを行うことが明確化された。この中では、バイオマス資源の種類が地域別に異なっている点や、バイオマス資源の発生密度に地域性がある点など、バイオマス資源を有効利用する上で重要となる地域特性を考慮した取り組みと民間ベースの競争的な普及を取上げている点が特徴的である。バイオマス資源の地域性、特に利用可

能な資源の種類については、利用技術の面から見ても日本国内だけでなく世界的に見た場合にも重要な要因となっている。このため、各国とも自国のバイオマス資源の種類、量といったポテンシャルを考慮した導入政策を掲げている。

第 38 図には、これらの動向を日本への特許出願件数と合わせて示す。本分野の特許は、再生資源の利用の促進に関する法などを契機に出願件数が増加していたが、1994 年の新エネルギー導入大綱や COP3 などが次々と制定されていくのに合わせて、年々出願件数が増加している。

第 38 図 バイオマスエネルギー分野での日本への特許出願件数と関連法規制動向



注：件数はパテントファミリー数を示す

2. 水素利用エネルギー技術・燃料電池技術分野

水素利用エネルギー技術及び燃料電池技術に関しては、従来から国を中心としたプロジェクトによる研究開発中心に促進策が進められてきた。

日本では、旧通商産業省工業技術院のニューサンシャイン計画を中心に燃料電池の開発計画が進められており、水素利用エネルギーという観点からは WE-NET プロジェクトが進められていた。近年では燃料電池実用化戦略研究会、ミレニアムプロジェクト、燃料電池実用化推進協議会などの研究開発から実用化に向けた取り組みに移ってきている。2002 年には経済産業省、国土交通省、環境省の各副大臣レベルでの普及のための「副大臣燃料電池プロジェクトチーム」が発足し、実用化のための施策や普及の阻害要因となる規制などについて提言を行っている。

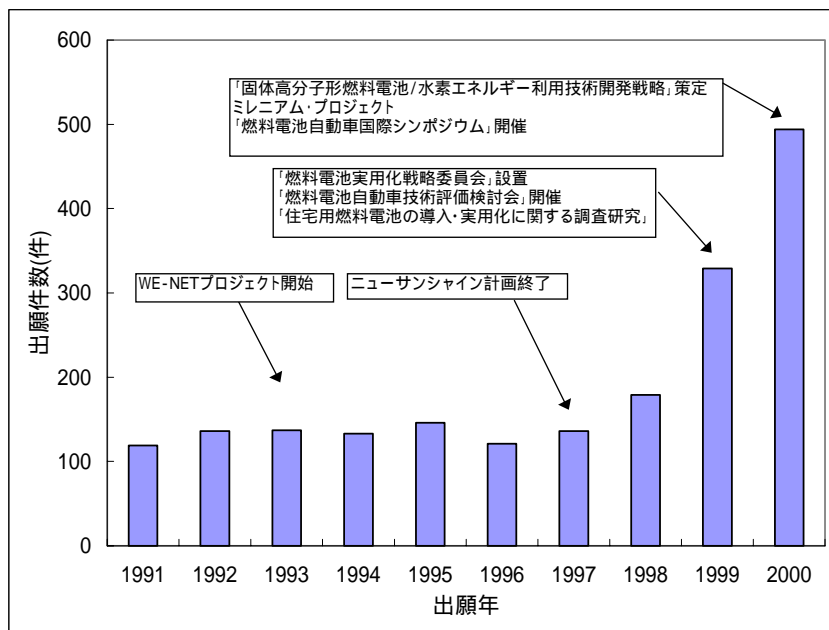
第 39 図には水素利用エネルギー分野に関する主要動向を日本への特許出願件数と合わせて示した。同様に、第 40 図には燃料電池分野の主要動向と日本への特許出願件数と合わせて示す。

水素利用エネルギー分野では、WE-NET プロジェクトとニューサンシャイン計画が行われ

ており、関連した特許が出願されていたが、その後の燃料電池の実用化に向けた各種委員会等の設置などの動きに合わせて1998年から出願件数が急増している。

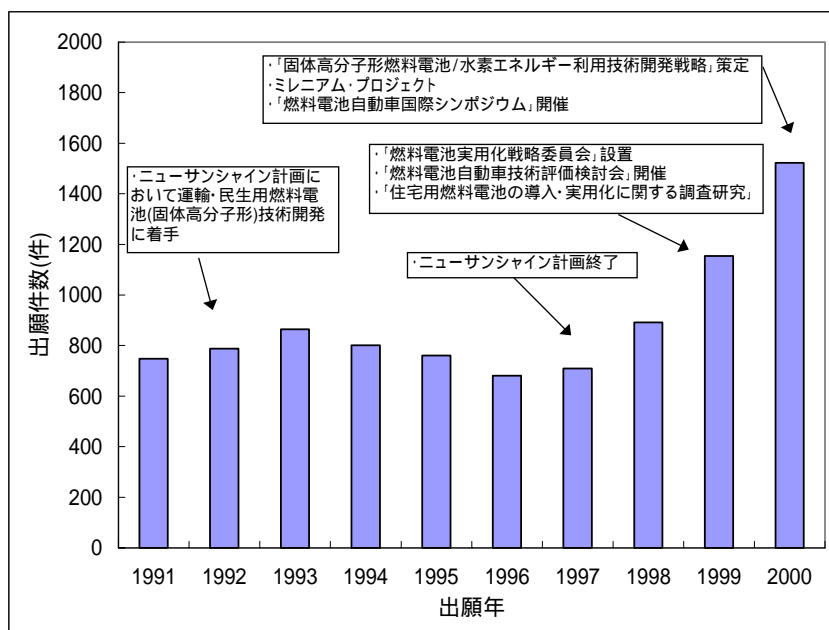
燃料電池分野でも水素利用エネルギーと同様に、ニューサンシャイン計画が燃料電池の技術開発にかかわる主要な開発計画であり、1993年頃を中心にPEFC技術などの開発が進められてきた(第40図)が、その後燃料電池自動車など実用化に向けた各種組織が設立されるに伴い、出願件数が急増している。

第39図 水素利用エネルギー分野での日本への出願件数と関連法規制動向



注：件数はパテントファミリー数を示す

第40図 燃料電池分野での日本への出願件数と関連法規制動向



注：件数はパテントファミリー数を示す

第4章 総合分析

第1節 日米欧の技術競争力比較

1. 廃棄物エネルギー技術及びバイオマスエネルギー技術分野

(1) 特許出願動向からみた当該分野の技術力

廃棄物エネルギー、バイオマスエネルギーの分野では、それぞれの地域で、内国の出願割合が最大であり、これが一般的な傾向となっている。三極の技術力の比較を見る場合には、それぞれ他の地域への出願数、例えば日本と米国の比較には欧州への出願件数を比較するといった方法が考えられる。以下、このような視点で出願動向を整理した。

廃棄物エネルギー分野では、日本国籍の出願は、米国への出願件数で欧州を上回っており、また、欧州への出願件数でも米国を上回っている。日本への出願件数において欧州が米国よりも多い点などを考慮すると、日本及び欧州が米国よりも技術力で上回っているということが想定される。

バイオマスエネルギー分野では、日本国籍の出願は、米国への出願で欧州よりも出願件数が少なく、欧州への出願でも米国より少ない。また日本への出願件数では欧州が米国よりも多い点などを考慮すると、欧州が技術力で勝っており、日本は米国よりやや劣っているということが想定される。

廃棄物エネルギーに関する出願は、1997年を境に減少・一定の割合となっているが、バイオマスエネルギーは1997年以降急速に増加している。日本においては、バイオマスエネルギーは、2002年までは廃棄物エネルギーの一つとしてみなされていた背景もあり、ごく近年になって、非化石の有機性資源のエネルギー利用をバイオマスエネルギー利用として位置付け、特許出願が行われていると考えられる。

近年では、各種環境関連の法規制が実施されており、法規制をきっかけとして、当該分野の出願件数も増加の推移を示しており、環境規制対応の技術開発特許が出願されていると考えられる。

(2) 注目技術の動向分析からみた当該分野の技術力

ガス化技術、メタン発酵など、注目技術分野において特許に基づく技術を欧州企業から導入して日本で販売するケースが見られている。

例えば、ガス化分野においては、国内企業により欧州企業から技術導入した技術が国内で実用化されている例があり、日本は豊富な要素技術を生かしつつ自国にカスタマイズすることによりビジネス展開していると理解できる。例えば、川崎製鉄がテルモゼレクト社のガス化溶融（特開平 07-323270, US 5311830, EP 443596）に基づく技術を導入し、国内でガス化溶融炉の販売を行っている例が挙げられる。

バイオマスの発酵技術も、メタン発酵は古くから日本でも下水汚泥処理に供されてきた技術であるが、近年ではデンマーク、ドイツなどの企業と提携を結び技術を導入している事例が多い。例えば、日本製鋼所はドイツLinde社と技術提携を結びバイオガスプラントを販売しているが、単に技術導入を行うだけでなく自社技術を組み合わせたシステムとして製品化している。日本製鋼所のケースでは、自社技術（特開平 07-241542等）とLinde社のメタン発酵（DE 1010056）などが用いられているものと考えられる。

日本企業も独自に開発した技術を持っているが、市場においては特許だけでなく運転実績などの要因も重視されるため、技術力だけでなく資本力を持った企業が競争力を持って

いる。

例えば、ガス化分野は重工・鉄鋼・造船メーカーの出願件数が多く、ビジネス展開も同様の企業によって実施されている。これは施設本体が大規模であるため開発に資金力を必要とし、大型機器の設計および長年の経験や実績に基づく安定操業などのノウハウに基づく信用力が発注者側の重要な判断基準になっていると考えられる。ただし実態は、特許のある技術という観点よりも、実際に運転実績があるという点が重要視され、入札に参加できるかどうかなどに差がついている。

なお、当該分野におけるベンチャーの代表事例は、以下のとおりである。

アメリカでは、ハワイ大の水素発酵技術などとともに、フロリダ大のエタノール発酵技術（US50000000、W09002193、JP5502366T）を元に、ベンチャー企業である BC International 社がエタノール製造を商業化すべく取り組んでいる。この技術は日本では月島機械が丸紅とともに独占販売権を取得している。

発酵技術では、大学やベンチャー企業の参入がみられるが、これは施設が小規模でも可能である点や、微生物反応などエネルギー転換の主技術部分が基礎研究成果に密接に関連している分野であるためと考えられる。日本でのベンチャーの例としてはエキシー社の事例が挙げられる。エキシー社は生ごみのガス化技術（特公平 11-162494）を持っており、経済産業省創造活動促進法認定法人、新産業創造研究開発補助事業などの制度を利用して、「食品リサイクルエコ発電装置」の開発を行っている。

2．水素利用エネルギー及び燃料電池技術分野

（1）特許出願動向からみた当該分野の技術力

水素利用エネルギー、燃料電池の分野でも、それぞれの地域で、内国出願の割合が最大となっているが、廃棄物エネルギー、バイオマスエネルギーの分野よりも他の地域から出願される特許の割合が多く、より国際的に特許出願することが技術競争力を確保する上で重要な技術分野であると考えられる。

水素利用エネルギー及び燃料電池技術分野では、市場の地域性が低く、各技術が各国で適用可能となる可能性が高いため、全体的にも廃棄物、バイオマス分野に比べて、他国にも特許を出願する傾向、また、国際出願（PCT 出願）する傾向も見られる。

日米欧の出願件数からの技術力を見ると、水素利用エネルギー分野では、日本国籍の出願は、米国への出願件数が欧州よりも多い点、欧州への出願件数でも米国よりも多い点を考えると、日本が欧米に対してやや優位に立っていると想定される。しかし、国際的に重要な特許については、PCT 出願により各国をカバーするという考え方もあるため、PCT 出願件数で日本が少ない点は、三極への出願数で日本が勝っている点とは逆に、日本の競争力が必ずしも優位に立っていないことを示す根拠の一つと考えられる。したがって、実態として三極の技術力が拮抗していると考えられる。

日本の技術開発力の特徴としては、素材産業やエネルギー産業など合わせて様々な業種がこの分野に参入しており、特許出願ランキング（第 18 表）でも、自動車や電機以外の業種が多くの特許を出願していることがわかる。一方、米国では、バラードやインターナショナル・フューエル・セルズのように燃料電池専門の企業が自動車、電機とともに多くの出願を行っている。

(2) 注目技術の動向分析からみた当該分野の技術力

燃料電池の形式、要素技術について

燃料電池の形式別に見ると、PEFC が近年の出願件数も多く重要な技術となっている。PEFC の実用化に向けては、高効率化による性能向上と低コスト化が大きな技術要求項目となっている。

PEFC 本体の技術としては、セルスタックを中心とした燃料電池本体の技術が注目技術となるが、この分野では関連する広範囲な特許を持つ巴拉ード社やインターナショナルフューエルセルズ社などの燃料電池企業が総合力で勝っていると考えられる。同様に自動車メーカーも燃料電池分野の広範囲な技術に対して特許を出願しているが、燃料電池本体だけでなく貯蔵装置や燃料電池車としての運転方法なども含めた分野が対象となっている。PEFC、DMFC の要素技術としては、セパレータ、触媒、電解質膜、電極などが性能に大きな影響を与えるものとして整理できる。

セパレータではカーボン系素材のものが中心となっており、この分野では繊維メーカーを中心とした日本企業が低コスト化などで注目技術を開発している。触媒についても、白金系触媒や DMFC 用触媒などで、日本企業や日本の大学による技術が効率や長寿命化の観点で注目されている。電解質膜については、ガラスを用いた耐熱性の高いものが産業技術総合研究所などで開発が進められており、反応温度が上げられるため高効率化が実現できる技術として注目されている。同じく電解質膜と電極で独自素材 Goa-Tex を用いたゴア社の技術が、量産化、低コスト化技術として注目されている。

全体的に見ると、要素技術に関しては日米欧の三極それぞれに特徴があり、優劣のつけがたい状況であると考えられる。

製品化について

燃料電池本体を製品として見た時には、巴拉ード社、インターナショナルフューエルセルズ社、スマートフューエルセル社などの燃料電池専門企業の方が製品化に向けての取組みが意思決定等を含めて速く、先に挙げた要素技術を組み合わせることで効率的な燃料電池に組み上げる技術として日本企業よりも先行する傾向がある。

日本企業では DMFC を中心とした小型燃料電池の分野では、カシオや NEC などが製品を発表しており、NEC のカーボンナノホーン技術やカシオのマイクロリアクターによる改質技術など、製品化技術と要素技術を組み合わせるケースが見受けられる。

グループ企業、技術提携について

水素利用エネルギー、燃料電池分野では複数の技術を組み合わせる総合的な技術力が重要であるとともに、構成部品の技術力も競争力に大きな影響を与えている。このため、自動車メーカーなどのようにグループ企業の総合力を集めて技術開発を進めているケースが見られる。

例えば、トヨタ自動車グループのイムラ材料開発研究所（アイシンの子会社）は、バナジウム系の水素吸蔵合金に関する特許出願（特開平 11-106847）をし、ゼネラルモーターは Quantum（米）と提携して高圧の水素貯蔵容器（US6126888）の開発を行っている。

ベンチャーについて

巴拉ード社のように燃料電池の専門ベンチャーは、燃料電池という分野に集中して研究開発を行っており、一体式軽量膜電極集合体（特公平 08-507402）、燃料電池シール用ガスケット装置（特公平 08-507403）、燃料電池のための多孔質電極基材（特公 2001-514785）

など注目技術分野での特許を多く出願している。なお、バラード社はカナダ企業であり、ダイムラークライスラーとの関係も深い。本調査ではバラード社の特許が米国を優先出願先として出されているケースも多い。米国出願人として分析を行っている。

第2節 今後の日本が取り組むべき課題

1. 廃棄物エネルギー技術及びバイオマスエネルギー技術分野

(1) 企業の課題

技術開発の課題

バイオマスエネルギー分野では、施設導入の効率を考えると小型分散型の施設か大規模集中型の施設が適していると考えられる。このため、技術開発としては小型化技術と大規模化技術の2つの方向性が求められる。小型化技術に関しては、各地域別のバイオマス資源の特性を考慮した資源別の技術開発や、メンテナンスの容易性を考慮した小型化技術の開発が求められている。一方、大規模化技術については、エネルギー変換効率が重要な技術指標となるため、エネルギー転換関連技術について技術開発が求められている。

エネルギー転換効率に関しては、廃棄物エネルギー分野も大規模化技術として研究開発の中心としている分野であるが、従来とは異なる技術の開発促進のためには、大学や研究機関と連携した基礎研究を行うとともに、その技術を実用技術としてスケールアップするという研究開発プロセスを確立することが求められている。

経営的課題

廃棄物エネルギー技術については、特許出願で見ると、ある程度技術的に成熟を見せ出願件数も頭打ちになっており、画期的な技術革新が見込みにくい分野と考えられる。また、市場への参入企業はほぼ決まっており、実績重視の市場において重工、鉄鋼、造船メーカーなどすでに類似する分野での実績の無い企業の新規参入は困難な分野であることが課題である。

バイオマスエネルギー技術を実際に利用するためには、そのエネルギー源となっているバイオマスを効率よく集積する点も重要であるが、法規制等によりバイオマスは排出場所・排出主体も限定されるため、普及にむけてはその地域に根ざした企業が主体になると考えられる。従って、まず自国内のマーケットを如何に掌握するかが課題と考えられる。

バイオマスエネルギー技術分野においては、社会環境の面からも国の内外を問わず、市場成長性が期待されるため特許出願件数も増加している状況下にある。ただし、先に示した特許分析等から日本は欧米に出願する割合が少なく、欧米に比較して内国出願の比重が高い点を考慮すると、海外に対して特許出願するとともに国際市場に参入するという方策も必要であると考えられる。

(2) 大学・ベンチャーの課題

廃棄物・バイオマス分野は、特許・非特許分析の比較から特許は企業が主導、学術論文等は大学・研究機関が主導であることがわかる。この原因としては、大学、研究機関などでは特許出願そのものの意義が十分見出されていない、戦略的な特許出願に慣れてない、等が挙げられる。

ベンチャー企業については、まず企業の中核となる技術力を持つことが第一であるが、この技術を活かして実用化研究、製品開発を進めていくための資金力を持つことが課題である。

2. 水素利用エネルギー及び燃料電池技術分野

(1) 企業の課題

技術的課題

燃料電池の普及において、その製品価格が重要視されており、特に、PEFCについてみると、自動車用燃料電池ではシステムコストが5,000円/kW以下、家庭用燃料電池では30万円/台以下、業務用燃料電池では15万円/kW以下となることが普及に向けて必要とされており、この価格帯を実現する低コスト化技術が研究開発のクリアすべき課題となっている。

また、燃料電池車における継続走行距離が現状の300kmから500km以上へと伸ばすことなども性能面での技術課題である。

これら技術開発目標を達するためには、現在の技術の量産化による低コスト化だけでは達成が困難であると考えられており、いずれかの要素技術でブレークスルー技術を開発することが求められる。燃料電池の要素技術については具体的には下記のような課題が抽出される。

電解質

- ・機械強度の向上（補強膜の開発）
- ・耐熱性向上（120～150℃）
- ・温度サイクル耐性向上（常温～使用温度サイクルにて、自動車用：3万～6万回、定置用：4,000回）
- ・耐久性向上（自動車用：5,000時間、定置用：4万時間）
- ・膜の湿度管理の容易化（低加湿、無加湿）
- ・低コスト化（3～5千円/m²）

セパレーター

- ・低コスト化（100～200円/枚）
- ・薄型化（1mm以下）
- ・高強度化

触媒・電極

- ・白金担持量の低減（0.2～0.4g/kW）
- ・白金代替触媒の開発
- ・カソード活性の向上
- ・CO被毒耐性の向上（10～50ppm）
- ・耐久性向上（自動車用：5,000時間、定置用：4万時間）
- ・低コスト化（400円～800円/kW）

経営的課題

当該分野の技術競争力は、現時点で欧米と拮抗している。従って、研究開発の手を緩めると一気に競争力を失ってしまうことが考えられる。このため、研究開発投資が不可欠であるが、自動車メーカーを除く日本企業は、近年投資体力が少なくなっている点が懸念材料である。

燃料電池については、自動車産業を中心に、電気機器、素材メーカー、エネルギーメーカーなどの様々な分野の産業からの参入が行われているが、総合力を生むための仕組み（技術提携、プロジェクト等）作りが課題である。

(2) 大学・ベンチャーの課題

当該分野では、まだ先に示したようにブレークスルー技術が求められており、大学やベンチャーも含めて研究開発を進めていくことが求められている。

ここで、燃料電池や水素利用の研究開発分野以外でも、素材製造技術や成型技術などの分野からも研究開発参加が必要である。このための産学官の連携体制や、開発技術の特許化など知的財産管理体制の確立が課題である。

(3) その他の課題

一方、水素利用に関するインフラ整備の観点からは、わが国では燃料電池プロジェクトチーム報告書で挙げられているように、多くの規制が残っており、普及のために各種制約条件を緩和することが課題である。このような点を解決していかないと普及という面で欧米に遅れを取る懸念材料ともなりうる。

第3節 今後の日本の取組みへの提言

1. 廃棄物エネルギー技術及びバイオマスエネルギー技術分野

(1) 企業に対する提言

今後の技術開発について

バイオマスエネルギー技術においては、小型分散と大規模集中のそれぞれに適した処理技術が、施設の導入に際して重要な技術要素である。個別に見るとバイオマスエネルギー技術の小型分散型では発酵を用いた処理、大規模集中型では高効率化のための技術への注目度が高い。当該分野の企業戦略としては、地域ごとに利用可能なバイオマス資源が異なるため、それに対応した技術開発を行う必要がある。

廃棄物・バイオマス両分野共通の問題として、基礎研究からスケールアップが必要となる点が挙げられる。現状スケールアップのための研究は資金のある企業に限定されがちであるため、大学や研究機関も含めて基礎研究だけでなくスケールアップなど実証に向けた研究も拡充すべきである。

日本の現状では研究開発体制として、メーカなどを中心とした企業連携による技術開発のケースが見られる。一方、欧米では大学、研究機関、ベンチャー企業の技術を軸に、各種資本参加が行われ実用化が進められている。今後の日本の実用化研究体制を考えると、グループ企業だけでなく、トップランナーを集めたプロジェクト制度や、資本提携もしくは技術提携による研究開発体制が、欧米との競争上は必要である。

他国市場への展開

廃棄物エネルギー技術分野においては、技術的にある程度成熟しており、国内市場も競合他社がひしめいていること、および三極の市場が同様の状況であることを考慮すると、三極以外の他国市場も積極的に視野に入れるべきであるといえる。

当該分野は、地域ごとに利用可能な資源が異なるため、また、各国で法規制も異なるため、他国でビジネス展開するためには現地企業への技術販売という方法も考えられる。現状、特許の出願数は、圧倒的に海外を上回っているにもかかわらず、国内に導入されている技術にはテルモゼレクトやリンデのように海外メーカーによる技術もある点を考慮すると、日本で欧米の技術を導入しているのと同様の手法を用いて、独自の商品の特許化が重要であると考えられる。また、当該分野の技術開発動向は各国のエネルギーや環境政策と密接に関係しており、これら政策動向を見据えた技術開発の取り組みが重要である。日

本での厳しい基準等の条件における実績を差別化要因として提示することも効果的であると考えられる。

(2) 大学、ベンチャーへの提言

日本国内のベンチャー動向としては、商社が出資するケースが主流となっており、代表的例として、三井物産がバイオマスエタノールや燃料電池用のナノポーラスメンブレン開発用企業としてバイオナノテック・リサーチ・インスティテュート（BNRI）を設立した例が挙げられる。BNRI社は研究開発面で産業技術総合研究所と提携を行っており、このようなケースが今後も増加することが期待される。今後も、当該技術分野は法規制動向の影響が技術開発や市場動向に大きな影響を与え続けることは変わらない。日本においては、廃棄物制度の見直し（環境省）、新エネルギーの導入施策（RPS法等、経済産業省）などが行われる予定であり、これらの動向を踏まえた研究開発を進めていくことが有効である。

技術開発の観点で、今後の日本の方向性を考えると、廃棄物エネルギー分野について適正処理の観点では日本の厳しい環境規制にそって技術力がリードしていると考えられる。一方、エネルギー利用という観点での技術が今後求められると考えられる。一方、バイオマスエネルギー分野では、まだまだ様々な分野の技術がこの分野に応用されていくと想定される。特にバイオ技術（微生物、遺伝子組替など）を応用した技術などは、大企業中心の技術開発だけでなく、大学やベンチャーの参入の余地が大きいと考えられる。従って、これらの技術の芽を大きく広げていくための仕組みが必要である。

(3) その他の提言

実際の市場化としては、設計を含めた施設の提供以外に、米国で実施されているような運転管理を含めたいわゆるエネルギー供給企業としてのビジネスが三極以外の地域でも期待されると考えられる。特に、今後廃棄物やバイオマス市場の拡大が見込まれるアジアや南米市場への展開は、事業規模拡大の大きな切り札となりうる。この際には日本基準（法規制等）の輸出先国での採用などの環境負荷低減に向けての国際的な取り組みと合わせて実施していくことも戦略的に考えていく必要がある。

また、環境低負荷エネルギーとして考えられている廃棄物・バイオマスエネルギーであるが、実際にはリサイクル等との比較において必ずしも優先的な技術として全面的に認められているわけではない。このため、廃棄物・バイオマスエネルギーを利用促進し関連市場を形成していく上ではLCAなどに基づいたサーマルリサイクルの適切な評価と、廃棄物・バイオマスエネルギーの導入量を把握できるシステムおよび導入に対しインセンティブが働くような施策が求められる。

2. 水素利用エネルギー及び燃料電池技術分野

(1) 企業への提言

今後の日本の取り組みを考えると、技術開発力の差が市場確保につながるため、積極的に技術開発を進めることが不可欠な分野である。特に、燃料電池は製品の地域性が少なく国際的な製品であるため、欧米などに対しての技術優位を保つことが日本での市場においても重要である。

技術的にみると要素技術の開発時期からパッケージ化商品や実用化施設の導入の時期へと移りつつあるため、技術の信頼性や低価格化などで大幅な改善が見込める技術の開発が必須の段階となっており、素材産業やシステム化産業、自動車メーカ、電機メーカなど、

燃料電池を形成するあらゆる産業が国内に存在するという優位さを有効に活かした研究開発体制を確保することが求められる。この意味では、例えば注目技術に記載したようにカーボンナノチューブなど、ナノテクノロジー技術との融合は燃料電池分野で有望である。

当該分野は、日米欧とも混戦状態であるので、今後ブレークスルーするためには、燃料電池、水素の貯蔵・輸送技術等の要素技術、トータルなシステム化を抑える特許出願戦略、国際出願戦略が重要である。

日本の現状では研究開発体制として、メーカーなどを中心とした企業連携による技術開発のケースが見られる。一方、欧米では大学、研究機関、ベンチャー企業の技術を軸に、各種資本参加が行われ実用化が進められている。今後の日本の実用化研究体制を考えると、グループ企業だけでなく、トップランナーを集めたプロジェクト制度や、資本提携もしくは技術提携による研究開発体制が、欧米との競争上は必要である。

(2) 大学、ベンチャーへの提言

巴拉ード社では、燃料電池の内部構造など非公開として技術の囲い込みを行うことにより、燃料電池技術の独占的な市場化を目指しているとも考えられ、ダイムラーなどはこのような戦略に同調し、排他的に技術を利用するという点で、提携関係が築けたと考えられる。日本企業にとっては、今までは製品の販売が中心となり、技術を抑えるという行動が弱かったことが考えられるため、今後は技術を中心とした事業展開が重要になってくる。このためには、自社技術へのこだわりだけでなく、技術の利用（購入・販売）といった観点からの行動も検討する余地が有るものと考えられる。

日本においてもこのように技術を持った企業、組織に投資資金が集まり、事業家のための経営ノウハウを伝えるような企業育成のしくみが有効であると考えられ、今後大学なども注目技術の研究実績を持つため連携も強化すべきである。このためには、既存の実績に捉われず革新的な技術に研究開発プロジェクトの資金を配分できるように、技術評価の体制を強化することも、技術開発のスピードアップには有効ではないか。

(3) その他の提言

水素利用・燃料電池の技術を社会に定着させるには、各種のエネルギー供給インフラの整備が不可欠である。現段階の技術開発水準では、実用化のための社会的実験が求められていることもあり、政府のレベルでの普及のための支援策、法規制緩和等が有効である。これらの政策が、実証実験の場ともなるため、現状の技術優位性を海外での市場支配力に直結させるため、実用化の障害を取り除くことも重要である。

第4節 まとめ

資源小国の日本は、環境低負荷エネルギー技術の面において優位に立つ必要性が高い。特にエネルギーは産業全体のインフラとしても不可欠なもののため、安全で環境負荷の低いエネルギーを安く供給することは日本産業の総合力として望まれている。

その中で、本調査で取上げた廃棄物エネルギー技術、バイオマスエネルギー技術、水素利用エネルギー技術、燃料電池技術の分野を見ると、そのいずれの分野とも日本が世界の中心となって取り組むべき分野であると考えられる。

廃棄物エネルギー技術では、土地が狭く湿潤で人口密度の高いアジアでは、早晚日本と同じくごみ問題が深刻化することが想定されるため、このようなアジア等への市場拡大を前提として、技術開発とともに法規制を含めたごみ処理システムを提案していくことが有効であると考えられる。このためには、現在行われている廃棄物関連法制度の見直しにおいて国際的にスタンダードとなるルールを構築するとともに、それをクリアする廃棄物エネルギー技術を開発することが求められる。

バイオマスエネルギー技術は、全体的に見て欧米よりも技術的に遅れを取っている懸念がある。従って、今後はバイオマスエネルギーを「ごみ」から「資源」とする方策が、技術の普及、しいては技術競争力の向上に有効であると考えられる。実際に食品リサイクル法、RPS法（「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」）など具体的な施策が始まることと合わせてバイオマスニッポン戦略の一刻も早い実現が即効薬となる。

水素エネルギー、燃料電池分野は、現在最も国際的な技術競争が厳しい分野である。現在の日本は、欧米と同様、もしくは分野によっては欧米以上の技術力を持っていると考えられるが、この立場は安定的なものではない。従って、あらゆる機会を活用して技術競争力を維持する必要がある。その一つとして、要素技術、要素技術を組合わせたシステム化技術の国際的な特許出願、或いはノウハウ等の知財管理を行うことが重要である。また、政府が主体となって、普及のための支援策の実施、実用面でネックとなる各種の規制緩和を行うことが重要である。

化石燃料、天然ガス等の資源も有限であることから、第1図に示したように、環境低負荷エネルギーの将来的なあり方としては、バイオマスを燃料として水素を生成させ、燃料電池へ導入するという利用が想定できる。例えば、工業用としては、廃棄物・バイオマスのガス化による合成ガスの生成、これを原料としたメタノールを合成し、燃料としてDMFCで利用する、また、家庭用としては生ごみなどを原料として、水素発酵やメタン発酵を行い、生成した水素・メタン等を原料として各種燃料電池を稼働させ、熱電併給を行うという流れが、用途、変換効率、装置規模的にも有望と考えられる。このような環境低負荷エネルギーを実現するためにも、注目技術の実用化や低コスト化技術の開発とともに周辺の要素技術の開発も行うことが求められる。

最後に、今後の日本の実用化研究体制を考えると、メーカなどを中心とした企業連携による技術開発だけでなく、トップランナーを集めたプロジェクト制度や、資本提携もしくは技術提携による研究開発体制が、欧米との競争上は必要である。

【お問い合わせ先】特許庁 総務部 技術調査課 技術動向班

TEL : 03-3581-1101 (内 2155) FAX : 03-3580-5741

E-mail : PA0930@jpo.go.jp