

固体廃棄物及び汚染土壌の処理技術に関する特許出願技術動向調査

平成 14 年 4 月 26 日

総務部技術調査課

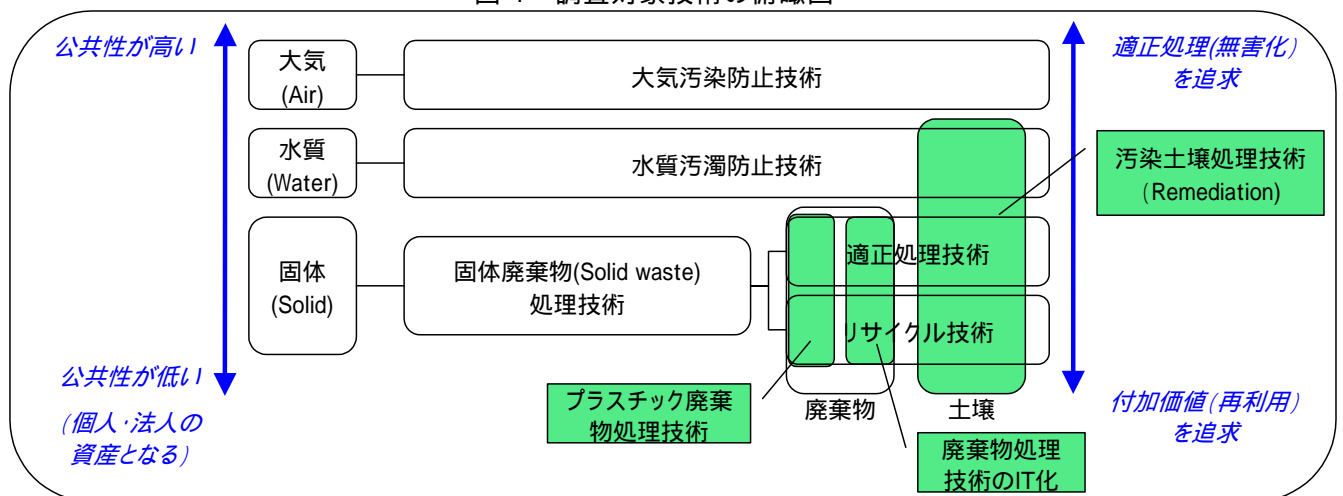
1. 調査対象技術の概況

環境負荷の少ない持続可能な経済社会の構築は 21 世紀における必須の課題であり、その実現のための重要な役割の一端を担う環境関連技術は、新規・成長 15 分野のひとつとして雇用規模・市場規模の大幅な拡大が期待されているほか、次期科学技術基本計画における重点 4 分野のひとつとされている。

環境関連技術の中でも固体廃棄物及び汚染土壌の処理技術は、環境保全、資源の有効活用、ゼロエミッション構想などの観点から、近年、特に技術開発の推進が求められているところである。本調査では、これらの技術のうち、プラスチック廃棄物の処理技術、廃棄物処理技術の IT 化、汚染土壌の処理技術の 3 テーマを選出し、欧米との特許出願を比較することで、技術動向調査を実施した。

本調査における 3 テーマを環境技術の中で鳥瞰してみると、下図のように、環境技術でありながら適正処理(無害化)だけでなく付加価値(再利用)も要求される技術にあることがわかる。水や大気を対象とした環境技術であれば無害化・浄化が主な目的となるが、本調査対象の技術においては、物質の有効利用(再利用)が主な目的となるために、環境技術でありながら、経済市場の影響を大きく受け易い。例えば、プラスチック廃棄物の処理技術であれば、プラスチック油化技術が原油由来の燃料油とのコスト競争にさらされる。廃棄物処理技術の IT 化では、IT によって物流の効率化をはかり、経済的に廃棄物処理費用の抑制を図ることを支援する。汚染土壌浄化の処理技術では、処理コストと土地の利用用途の観点から浄化技術が比較・選定される。このように、本調査範囲の技術とは、環境保全の目的を全うしつつ、同時に経済的にも強さを持つことが、技術の競争力につながる特色をもっている。

図-1 調査対象技術の俯瞰図

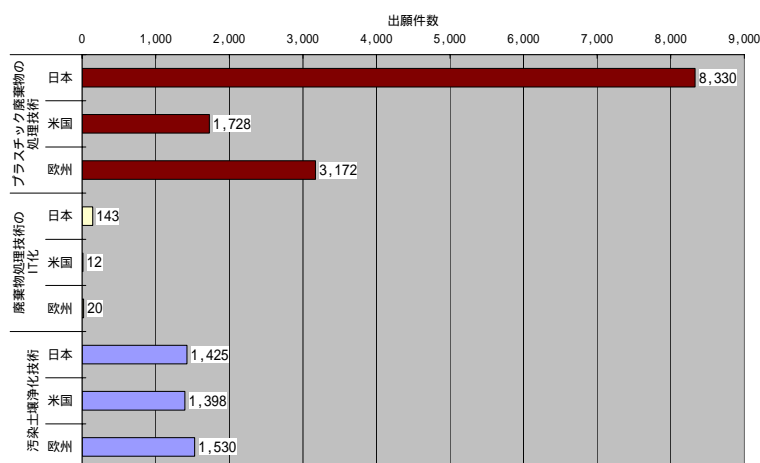


2. 日米欧における出願動向

() 三極の状況

当該テーマにおける特許出願件数は、下図のようにになっている。日米欧ともに、プラスチック廃棄物の処理技術に関する出願件数が最も多く、一方、廃棄物処理技術のIT化が最も少なくなっている。汚染土壌の処理技術に関しては、三極の出願件数が約 1500 件となっており、ほぼ同じ件数となっている。

図-2 テーマ別地域別にみた出願件数(1971-1999年)

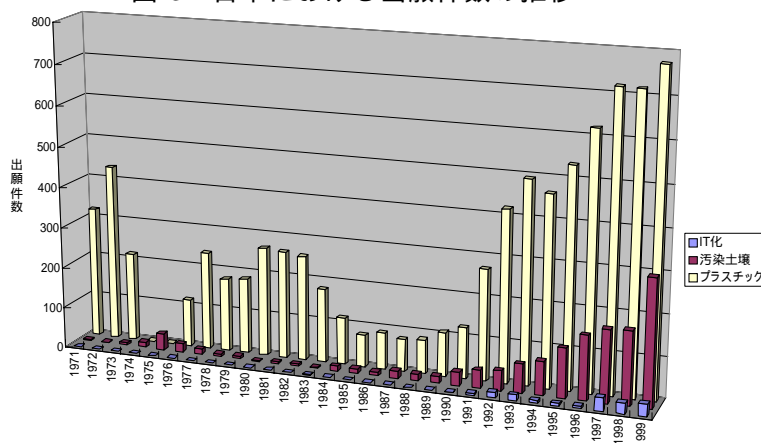


出典：PATOLIS 及び WPI（特許の抽出方法は末尾参照）

() 日本の状況

日本における出願件数の動向を時系列でみると（図-3）、1970年代においてプラスチック廃棄物の処理技術と汚染土壌浄化の処理技術の出願が増加し、1980年代前半まではプラスチック廃棄物の処理技術を中心に、出願件数が維持されるものの、1980年代後半には出願件数が減少することがわかる。一方、1990年代に入ると、廃棄物処理技術のIT化を含め、3テーマとも出願件数が増加していることがわかる。そして1999年における出願件数が、3テーマとも調査対象範囲においてほぼ最も多いといえる。

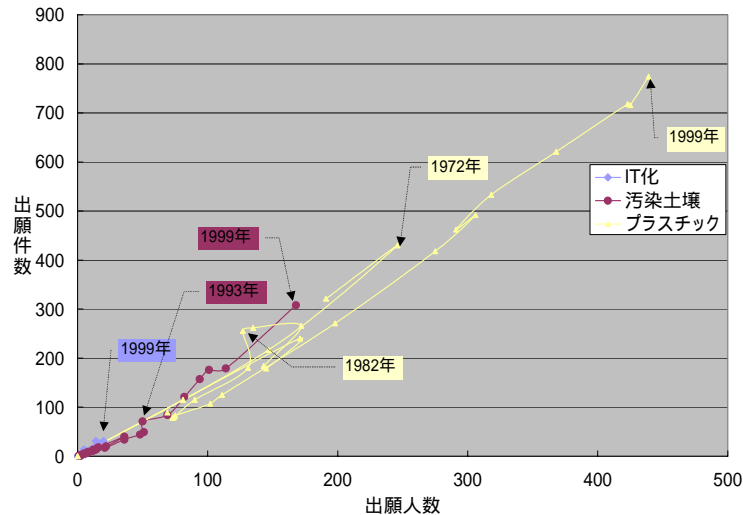
図-3 日本における出願件数の推移



出典：PATOLIS（特許の抽出方法は末尾参照）

出願件数と出願人数をXY軸にプロットし時系列でその推移(図-4)を見てみると、特許から捉えた技術開発の変遷を把握することができる。日本の状況をみてみると、3テーマともに1999年のデータがグラフ上の右上にプロットされており、出願件数ばかりでなく出願人数も最も高い値を示していることがわかる。つまり日本では1999年における当該テーマに対する関心度が、非常に高いことがわかる。

図-4 日本における出願人数と出願件数の推移



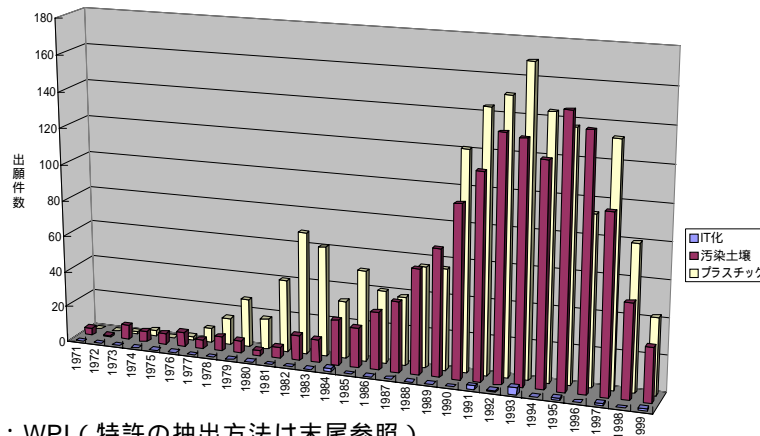
出典：PATOLIS (特許の抽出方法は末尾参照)

() 米欧の状況

米欧における出願件数の動向(図-5、図-6)をみると、米国、欧州とも1980年代後半から増加し始め、1990年代前半において出願件数のピークを迎えていることがわかる。一方、1990年代の後半においては出願件数が減少傾向にある。1999年における出願件数は、米国では1980年代後半の件数まで減少し、欧州では1990年代前半の件数まで減少している。

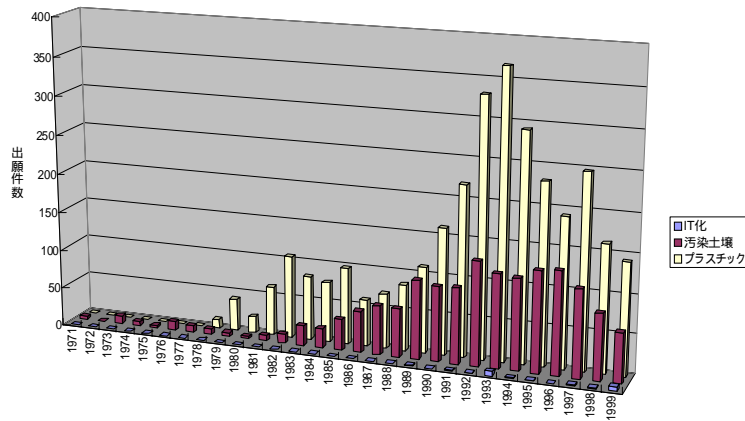
日本の動向と比較すれば、米欧では出願件数のピーク時期が日本よりも先行したが、1990年代後半においては減少傾向にあり、日本に出願件数を抜かれている。

図-5 米国における出願件数の推移



出典：WPI (特許の抽出方法は末尾参照)

図-6 欧州における出願件数の推移



出典： WPI (特許の抽出方法は末尾参照)

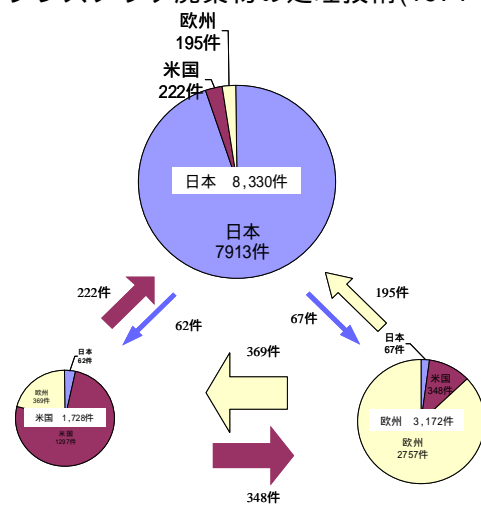
() 三極間の出願動向

日米欧における他地域への出願動向を三つの調査テーマ別にみると(図-7、図-8、図-9)、米欧間における出願件数は各テーマとも同じ程度となっていることがわかる。ただし、出願件数は欧州と比較して米国が少ないことを考慮すれば、米国は欧州よりも先方への出願比率が高いといえる。

一方、日本からの特許出願、日本に向けた特許出願の動向をみてみると、プラスチック廃棄物の処理技術や汚染土壌浄化の処理技術においては、常に、日本からの出願件数よりも日本に向けた出願件数が多いことがわかる。つまり、日本の特許出願の特色は、出願件数では米欧地域よりも同等若しくは多いものの、他地域への出願件数では、他地域よりも少ない状況にあることがわかる。この傾向は、出願件数が多いプラスチック廃棄物の処理技術で著しく、日本に出願される特許の約95%が国内からの出願となっている。

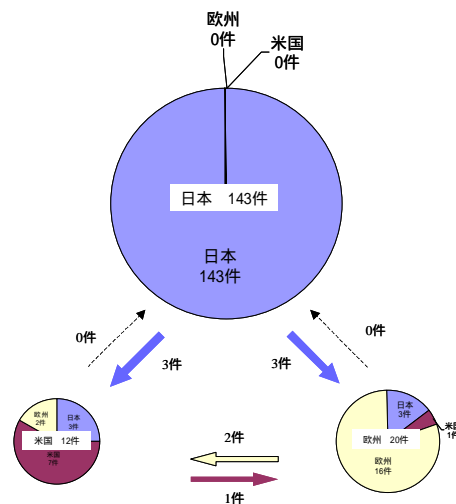
なお、廃棄物処理技術のIT化については、出願件数が少ないため考察をすることが難しいが、現況として判断すれば日本における出願件数が他地域よりも多い。

図-7 プラスチック廃棄物の処理技術(1971-1999年)



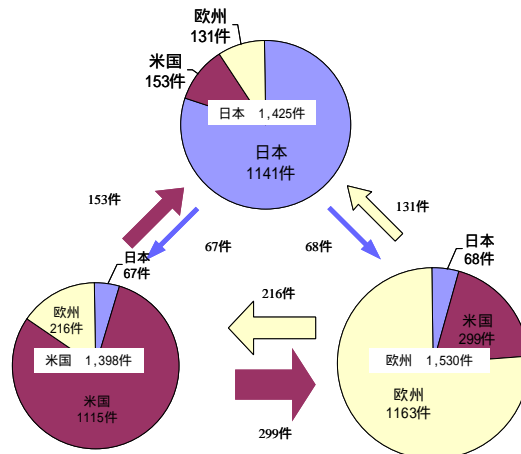
出典： PATOLIS 及び WPI (特許の抽出方法は末尾参照)

図-8 廃棄物処理技術の IT 化(1971-1999 年)



出典：PATOLIS 及び WPI（特許の抽出方法は末尾参照）

図-9 汚染土壌浄化の処理技術(1971-1999 年)



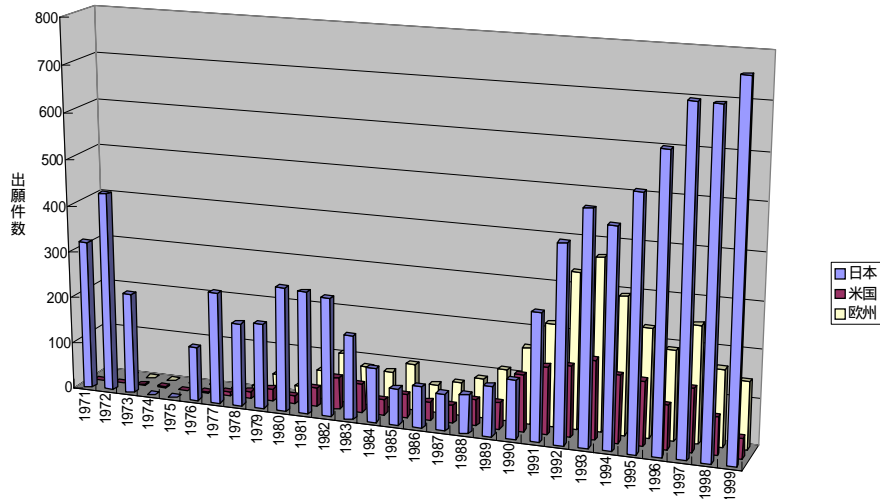
出典：PATOLIS 及び WPI（特許の抽出方法は末尾参照）

3 . プラスチック廃棄物の処理技術の動向

() 三極における出願動向

プラスチック廃棄物の処理技術に関する三極の出願件数（図-10）は、他のテーマと比べ非常に多い。中でも、日本における特許出願件数は約 8,000 件あり、米国の約 4.8 倍、欧州の 2.6 倍となっている。日本における特許出願件数の動向を見ると、1970 年代前半にピークがあり、1980 年代の閑散期を経て、1990 年代に入って再び増加傾向となり 1999 年に至るまで増加が続いている。一方、米欧は 1990 年代において出願件数が増加し 1993 年頃にピークを迎えたものの、その後は 1999 年に至るまで減少傾向にある。出願件数で見れば、日本における出願件数は 1990 年代初頭から常に欧米を上回っている。

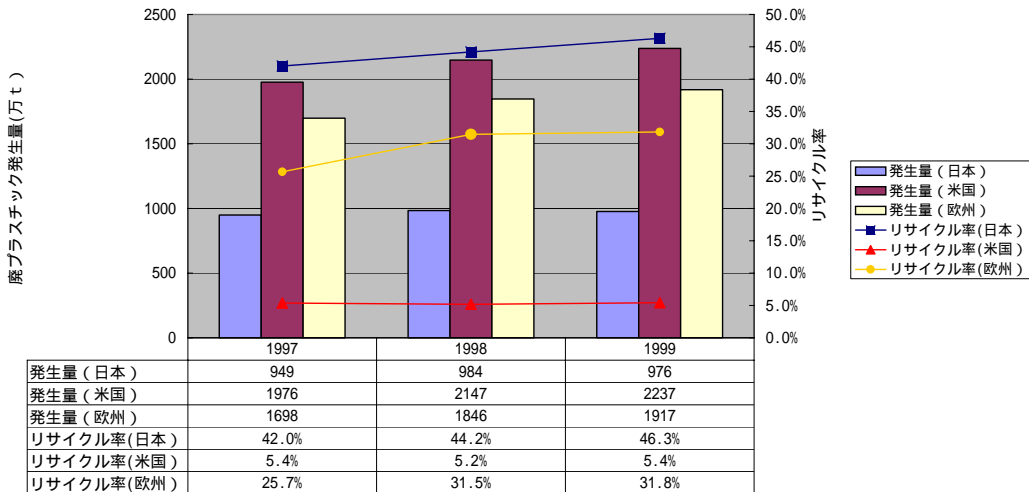
図-10 プラスチック廃棄物の処理技術の出願件数の推移



出典：PATOLIS 及び WPI (特許の抽出方法は末尾参照)

一方、1997 年以降におけるプラスチック廃棄物のリサイクル率の推移 (図-11) を見ると、日本におけるリサイクル率が最も高く 40%を超えているのに対し、欧州では約 30%、米国に至っては約 5%にすぎない。一般に、廃棄物問題は多数要素が絡み合ったものであり、リサイクル率を向上させるためには、政策を多様化し、技術開発をする必要がある。つまり、リサイクル率が高い日本では、政策・技術が米欧よりも先行・高度化している可能性が高いといえる。

図-11 プラスチック廃棄物発生量とリサイクル率の推移



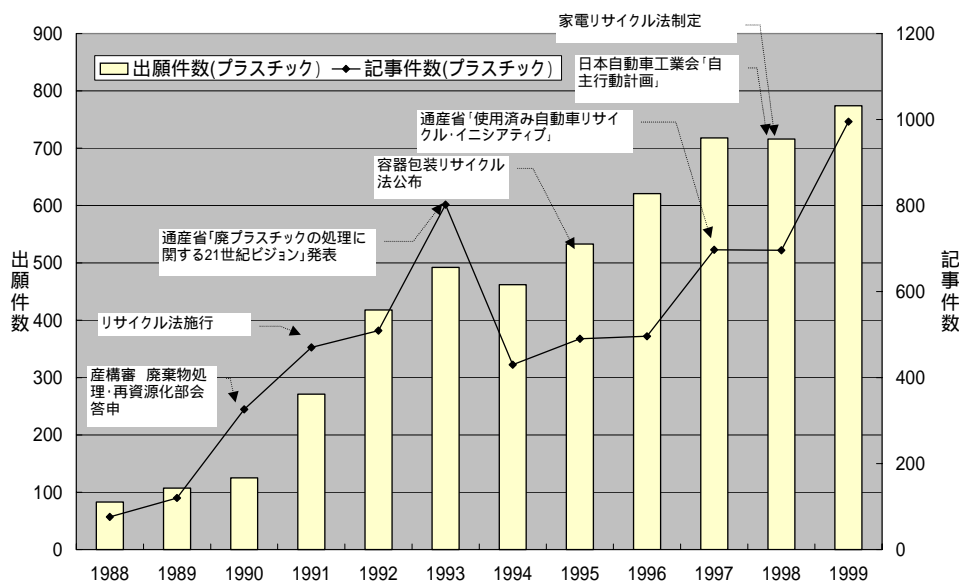
出典：プラスチック処理促進協会 (日本)、EPA(米国)、APME(欧州)の各公表資料より野村総合研究所作成

このように日本におけるプラスチック廃棄物の処理技術の技術開発は、米欧に対して劣ることは少なく、特許出願が活性化している近年においては、技術が多様化し、むしろ優位な点が多いと思われる。

()日本の状況

日本におけるプラスチック廃棄物の処理技術に関する特許の出願件数は、1970年代前半にピークがあるが、これはオイルショックによる影響からプラスチックの有効利用が一時的に盛んになった結果だと思われる。特許の出願件数が大きく増加するのは1990年代に入ってからのものであり、同じ時期には様々な政策の強化が行われている(図-12)。リサイクル率の高さからも見られるように、プラスチック廃棄物に関する政策は既に世界でも最も進んでいる状況にある。また、関連する新聞記事の件数も増加しており、社会からの注目も高まっていることも伺える。このように日本では、政策や社会からの注目を反映し、特許の出願件数は増加しているといえる。

図-12 日本における政策の変遷と特許出願件数



注) 記事件数は、日経テレコムを利用し、日経4紙、朝日、毎日、読売の各紙を対象として、キーワード検索を実施

出典：各種資料より野村総合研究所作成

技術別の出願動向(図-13)をみると、1990年代に入ると、様々な技術開発が進んでいることが伺える。特に、1990年代後半には様々な政策によって広範囲にわたる開発が進んでいる。例えば、1991年から1992年にかけて破碎・分離などの前処理技術¹の特許出願件数が増加すると、次いで1995、1996年にはRDFなどの固形燃料技術、固化・造粒・減容などの技術がそれぞれ増加している。一方、油化・ガス化技術の出願件数は、1993年から1996年までが継続的に増加したが、1997年以降は減少している。最近では1998年に再び前処理技術および高炉還元・コークス炉化学原料化技術増加しており、また相溶化剤も常に増加傾向にある。

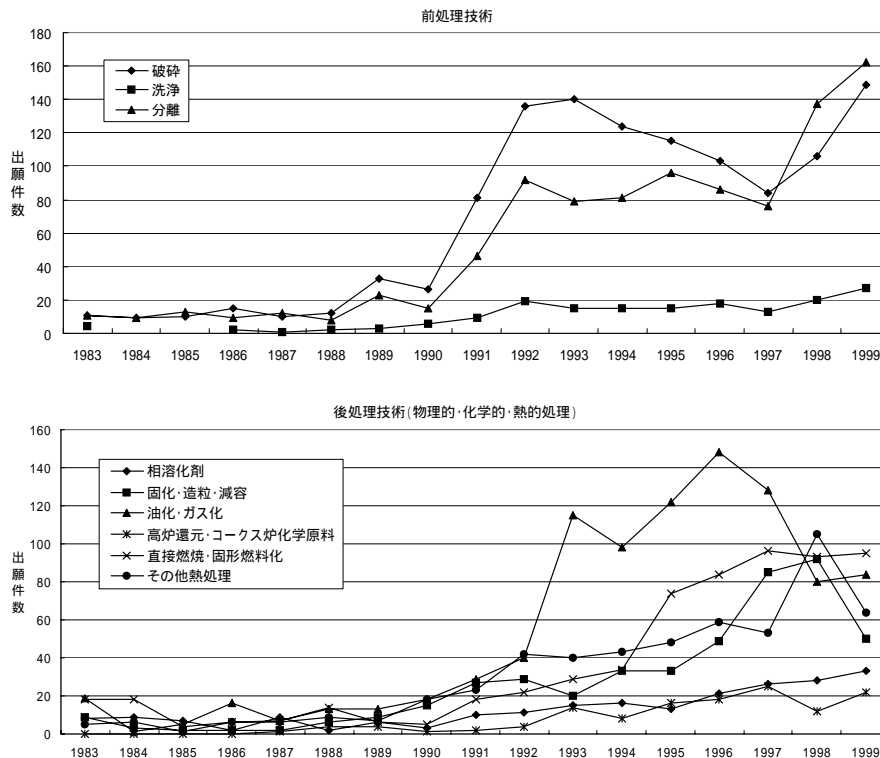
このように、1990年代の我が国の特許出願は、先ずプラスチックの分別技術が開発され、次いでサーマルリサイクル²等の用途技術へと注力が移ったのち、近年では、多様な

¹ プラスチックを再利用する前段階として実施する技術。

² プラスチックを熱として再利用する技術。

技術へ展開していることがわかる。また、近年では、再び前処理技術が重要視され、相溶化剤の特許が増加している。このように、1990年代のプラスチック廃棄物の処理技術は、用途を拡大しつつ、マテリアルリサイクル³ サーマルリサイクル マテリアルリサイクルと変化していることが伺える。

図-13 日本の技術別の出願動向



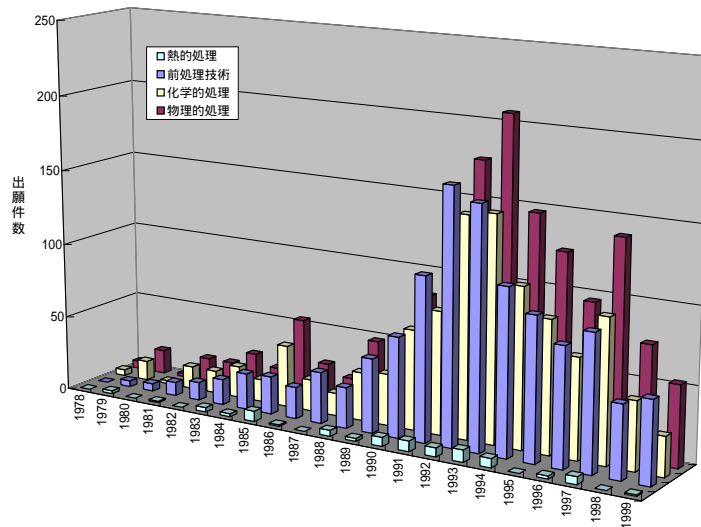
出典：PATOLIS（特許の抽出方法は末尾参照）

（ ）米欧の状況

米欧では、1993年頃が特許出願のピークであるが、全般的に米国における出願件数が少なく、欧州における出願件数が多い（図-14、図-15）。また、米欧ともに熱的処理に関する特許が少ないことが特徴的である。これは第一に、主な出願人が化学・石油メーカーであるため、焼却炉などの処理装置に関する技術開発には注力していなかったためと思われる。そして焼却によるエネルギー回収は、米欧ではリサイクルとみなされにくく技術開発の促進が難しいといわれており、結果として特許の出願件数が少なくなった原因と考えられる。サーマルリサイクルがプラスチックリサイクルとして広く認められている日本とは状況が異なっていた。しかし今後は、欧州においては、サーマルリサイクルをリサイクルの一つの技術としてみなしていく方向に政策が変わりつつあり、熱的処理に関する技術は必要とされてくる可能性があると思われる。これは、サーマルリサイクルは経済的に見合いやすいためである。

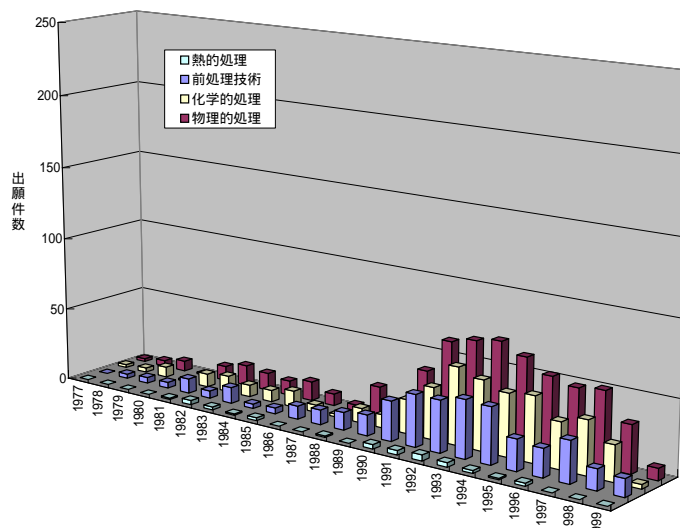
³ プラスチックを材料として再利用する技術。

図-14 欧州の技術分類別の出願動向



出典： WPI (特許の抽出方法は末尾参照)

図-15 米国の技術分類別の出願動向



出典： WPI (特許の抽出方法は末尾参照)

() 主要出願人の動向

三極別の主要出願人(図-16)をみると、日本では公共市場に参入している重工業、重電メーカーが多い。また、家電、自動車などの耐久品メーカーも主要出願人となっている。一方、米欧では化学・石油メーカーが主要出願人となっている。これらの業種からの出願件数が多い背景には、拡大生産者責任者の概念が米欧を発端に広がり、生産者による自社製品への環境配慮が、プラスチック廃棄物の処理技術の開発にまで拡大したと考えるのが妥当であろう。ただし、米欧では素材・エネルギーメーカーが主に特許を出願し、日本で機械・耐久品などのメーカーが主に特許を出願している点が、大きく異なっている。

図-16 三極別の主要出願人

日本			米国			欧州				
出願人名称	件数	業種	出願人名称	件数	国籍	業種	出願人名称	件数	国籍	業種
1 三菱重工業 (株)	277	輸送用機器	DU PONT DE NEMOURS & CO E I (DUPO)	35	米	化学	BASF AG (BADI)	61	独	化学
2 日本鋼管 (株)	182	鉄鋼	DOW CHEM CO (DOWC)	30	米	化学	BAYER AG (FARB)	54	独	化学
3 松下電器グループ	178	電気機器	BASF AG (BADI)	19	米	化学	PARAFFINWERK WEBAU GMBH (PARA-N)	32	独	化学
4 日立造船 (株)	169	輸送用機器	GENERAL ELECTRIC CO (GENE)	19	米	総合	HOECHST AG (FARH)	25	独	化学
5 日立製作所 (株)	168	電気機器	PHILLIPS PETROLEUM CO (PHIP)	17	米	エネルギー	DAIMLER-CHRYSLER AG (DAIM)	15	独	自動車
6 トヨタ自動車グループ	159	輸送用機器	BAYER AG (FARB)	16	独	化学	LEUNA-WERKE GMBH (VELW)	15	独	独
7 東芝 (株)	156	電気機器	GOODYEAR TIRE & RUBBER CO (GOOD)	15	米	タイヤ	KLOECKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG (KLOH)	14	独	機械
8 神戸製鋼所 (株)	149	鉄鋼	MOBIL OIL CORP (MOBI)	14	米	エネルギー	LINDE AG (LINM)	12	独	機械
9 新日本製鉄 (株)	110	鉄鋼	BASF CORP (BADI)	12	米	化学	CHEM WERKE KLUTHE GMBH & CO (CHKL-N)	12	米	化学
10 古河電気工業 (株)	107	非鉄金属	EASTMAN CHEM CO (EACH)	12	米	化学	DOW CHEM CO (DOWC)	12	米	化学
11 住友ゴム工業 (株)	92	ゴム製品								
12 三井石油化学工業 (株)	76	化学								
13 工業技術院長	75	公共研究所								
14 旭化成工業 (株)	70	繊維製品								
15 三菱化成 (株)	68	化学								
16 日本製鋼所 (株)	67	鉄鋼								
17 積水化成工業 (株)	66	化学								
18 宇部興産 (株)	62	化学								
19 藤倉電線 (株)	62	非鉄金属								
20 横浜ゴム (株)	61	ゴム製品								

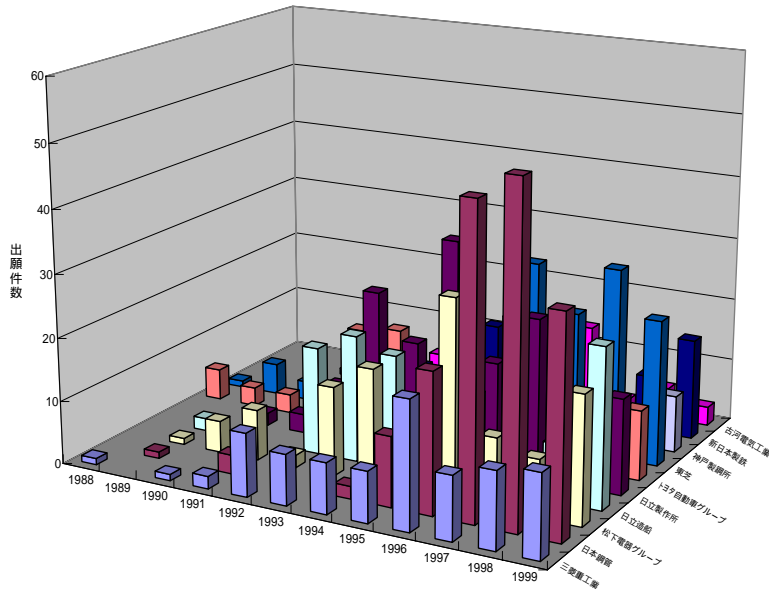
注1) 着色企業は、米国、欧州双方にランキングされている企業
 注2) 松下電器グループは、松下電器産業、松下電工の合計
 トヨタ自動車グループは、トヨタ自動車、豊田中央研究所、豊田合成の合計

出典：PATOLIS 及び WPI (特許の抽出方法は末尾参照)

日本において、特許出願件数上位 10 社の 1988 年以降の出願傾向 (図-17) を見てみると、出願件数が最も多い企業は廃棄物処理装置を製造している三菱重工業であるが、近年の出願件数は横ばいであり、リーディング企業の動向とは言いにくい。一方で、自社製品が廃棄物となる松下電器やトヨタ自動車のようなメーカーからの特許出願が増加しつつある。

この背景には、プラスチック廃棄物に関する政策が、容器包装といった家庭からの廃棄物全般から、家電・自動車といった商品へと対象を変化している影響があると思われる。また、家電・自動車における処理責任はメーカーにあるため、自治体を対象としていた重機メーカーにとっては既存市場が減少したといえる。このように技術開発の主体と市場が変化したことが、特許出願人の動向に影響を与えたと思われる。

図-17 日本出願件数の上位 10 社の出願動向



出典：PATOLIS (特許の抽出方法は末尾参照)

() プラスチック廃棄物の処理技術の方向性

日本での出願件数は、米欧よりも圧倒的に多く、また耐久品メーカーが特許を出願するなど、社会全体として技術開発が活性化しているといえる。現在でも、日本国内でのリサイクルへの関心が高く、1990年代以降の特許動向が継続し、出願件数が増加する可能性が高い。今後も技術開発は進み、プラスチック廃棄物が様々な用途へと利用される機会は増えるであろう。現在の日本の状況を考えれば、関係者の努力と支援によってあらゆる技術開発が同時に進んでゆくと思われる。

このように、我が国の技術は米欧と比較しても決して劣るものではないが、一方で早急に世界に技術が普及するとは言い切れない。なぜなら、環境問題に対する意識は世界中で高まっているが、その意識の高まりには地域間、国家間で温度差があり、また国・地域ごとの廃棄物処理システムが異なるために、政策の目指すところが違うからである。例えば、プラスチックを廃棄物として取り扱うのは先進国だけであり、中国などでは今でも有価物として人々が回収しており、日本のような機械化された高度な技術を必要としていない。また、欧州で検討されている廃電機・電子機器に関する法律⁴においては、日本の家電リサイクル法とは異なるスキームが作られる可能性もあり、日本の家電メーカーが培った技術がどこまで利用できるのかまだ明確にできない。いずれにせよ、プラスチック廃棄物の処理技術の普及には、政策に依る点が多く、技術力だけで判断することは難しいといえる。

以上より、プラスチック廃棄物の処理技術は、国内向けには社会全体の後押しもあり発展が期待できるが、海外に展開する場合には、技術へのニーズは対象地域・国家における政策に依存する点が非常に大きいといえる。もし政策に依らずに技術が普及するとすれば、それは技術導入によって便益を生み出す場合であり、例えば競合技術や安い人件費と比べてもコスト的に十分に勝る場合、十分な付加価値を生み出してプラスチック廃棄物の回収・処理事業を成功させた場合などが該当するといえる。

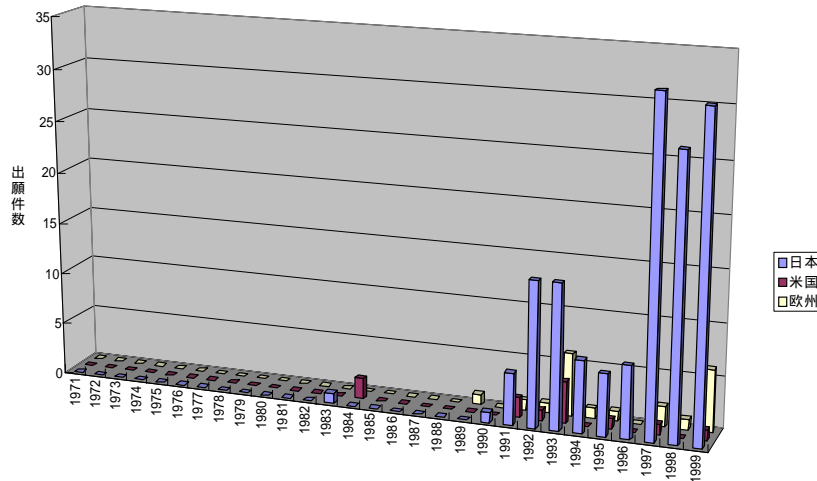
4 . 廃棄物処理技術の IT 化の動向

() 三極の出願動向

廃棄物処理及び IT という視点から特許を抽出した結果、その概念から導き出された特許は日本で約 150 件出願、米欧での出願件数は各々 10-20 件にとどまっている(図-18)。また、日本での出願件数は 1997 年から 1999 年の期間が特に多い。

⁴ WEEE と呼ばれ、1990 年代前半から法制度化に向けた議論がなされているが、関連業界からの反対により実現が遅れている。早くも 2002 年末に成立するという見通しがあるが、さらに遅れる可能性もある。

図-18 廃棄物処理技術の IT 化の出願件数の推移



出典：PATOLIS 及び WPI (抽出方法は末尾参照)

() 分類別出願動向

日本で出願された特許を詳細に解析すると、「回収事業の IT 化」と「製品の構造・構成素材に関する IT 化」に分類することができ、各々の出願件数は前者が 89 件、後者が 54 件となっている (図-19)。

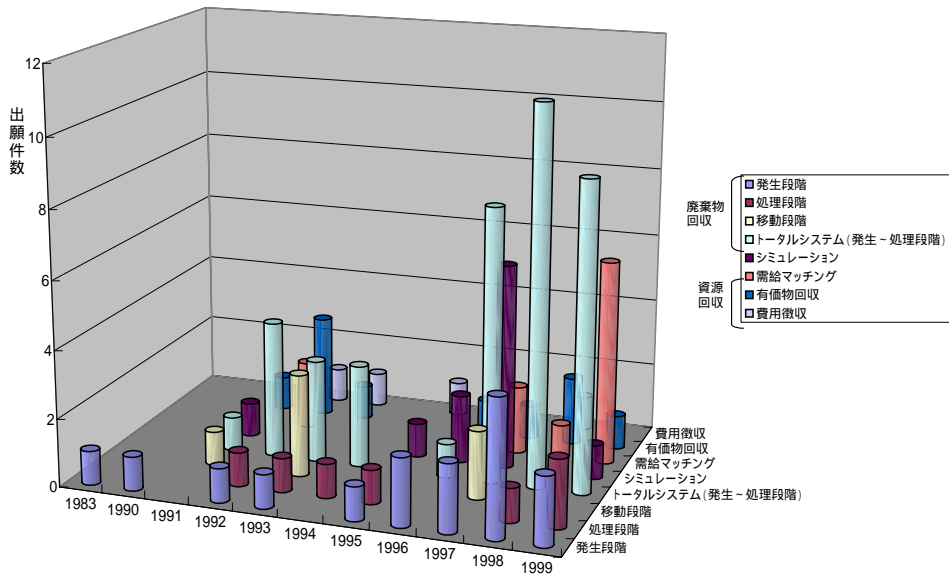
図-19 廃棄物処理技術の IT 化に関する特許の分類

	回収事業の IT 化	製品の構造・構成素材に関する IT 化
特許件数	89件	54件
概要	廃棄物の回収事業において、不法投棄の防止・回収事業の効率化等を図るために開発された技術	廃棄時における適正処理・リサイクルにおいて、効率化やリサイクル率の向上を図るために開発された技術
技術例	容器若しくは車両の移動状況を追尾する技術	製品に含まれる素材や製品設計に関する情報を処理・リサイクル事業者に提供する技術

出典：PATOLIS (抽出方法は末尾参照) より抽出し野村総合研究所作成

回収事業の IT 化技術を細分類 (図-20) すると、資源回収 (有価物回収・費用徴収・需給マッチング)、廃棄物回収 (発生段階・移動段階・処理段階・トータルシステム)、シミュレーションの 3 つの分野に分けられる。中でも廃棄物回収のトータルシステムに関する特許は、1997 年から 1999 年の期間において出願件数が多い。なお、トータルシステムに関する特許は、電子マニフェスト制度や家電リサイクル法に則った内容が多く、政策の影響を強く受けているといえる。

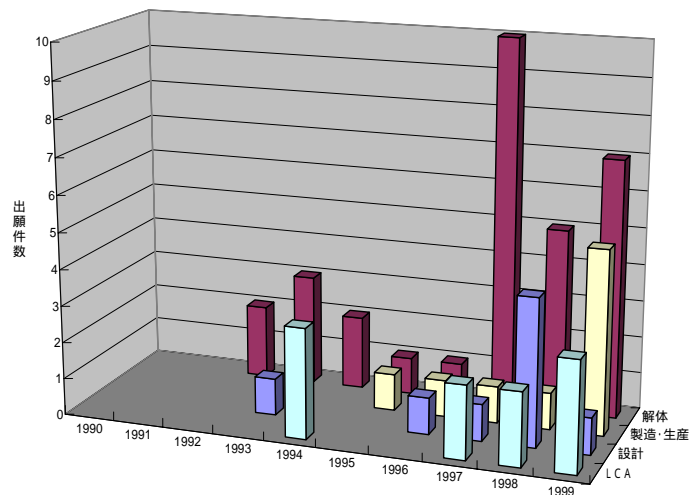
図-20 回収事業の IT 化の出願件数の推移



出典：PATOLIS（抽出方法は末尾参照）

製品の構造・構成素材に関する IT 化は、LCA⁵、設計、製造・生産、解体の 4 つに分類をすることができる（図-21）。解体に関する特許は 1992 年から継続的に最も多く出願され 1997 年には 10 件に急増している。10 件の特許出願人は日立製作所が 2 件、三菱電機が 6 件、富士ゼロックスが 1 件、NEC が 1 件出願をしている。また 1992 年から 1996 年までの解体に関する特許は富士ゼロックスの 1 件を除き、全てを日立製作所が出願している。これらの特許は、家電メーカーからの出願が多く家電リサイクル法の影響が非常に大きいと思われる。

図-21 製品の構造・構成素材に関する IT 化の出願件数の推移



出典：PATOLIS（抽出方法は末尾参照）

⁵ ライフサイクルアセスメントの略。製品が環境に与える負荷を、生産段階から廃棄段階までトータルで評価する手法。

() 主要出願人の動向

主要出願人(図-22)をみると、回収事業のIT化に関する特許は、輸送用機器メーカー、電気機器メーカー、サービス業、鉄鋼メーカー、建設業界など様々な業種が出願している。製品の構造・構成素材に関するIT化の特許は、日立製作所、三菱電機、松下電器、その他東芝、日本電気、日立マクセル、富士ゼロックス等の電気メーカーが上位を占めている。なお、回収事業のIT化と製品の構造・構成素材に関するIT化の両分野において、日立製作所が最も多く出願している。

図-22 主要出願人

回収事業のIT化

製品の構造・構成素材に関するIT化

出願人名	出願件数	業種	出願人名	出願件数	業種
日立製作所:(株)	16	電気機器	日立製作所:(株)	27	電気機器
東急車両製造 (株)	12	輸送用機器	三菱電機 (株)	10	電気機器
ニスコム:(株)	8	サービス	松下電器産業 (株)	5	電気機器
熊谷組:(株)	4	建設	東芝:(株)	3	電気機器
三菱電機 (株)	4	電気機器	日本電気 (株)	2	電気機器
新日本製鉄 (株)	3	鉄鋼	日立マクセル (株)	2	電気機器
積水ハウス (株)	3	建設	富士ゼロックス (株)	2	電気機器
東芝:(株)	3	電気機器			
日本安全保障警備 (株)	3	サービス			

出典：PATOLIS（抽出方法は末尾参照）

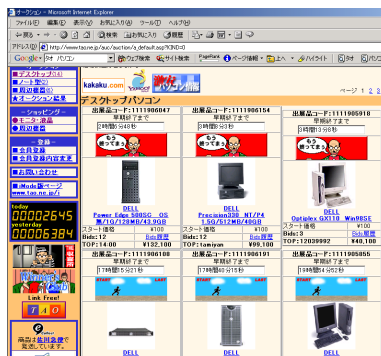
() ビジネス方法の特許(ビジネスモデル特許)

ITを利用したビジネス方法の特許は、廃棄物処理分野においても出願例がある。以下の2社の特許はその代表的なものであり、各々の企業が実際に行っているビジネスを特許として出願している。両社に共通することは、環境保全を目的とした事業を実施するにあたり、政策によってつくられた市場に参入するのではなく、むしろ政策よりも先行し、市場そのものを生み出している点にある。例えば、タオはパソコンリサイクル市場を政策に先行して開拓し、ニスコムにおいては不法投棄を防止する事業を法律の枠組みの外⁶で成り立たせようとしている。

廃棄物処理システム（特願平 11-247302）

- ホームページ上での中古パソコンオークションシステム

図-23 タオのオークション HP

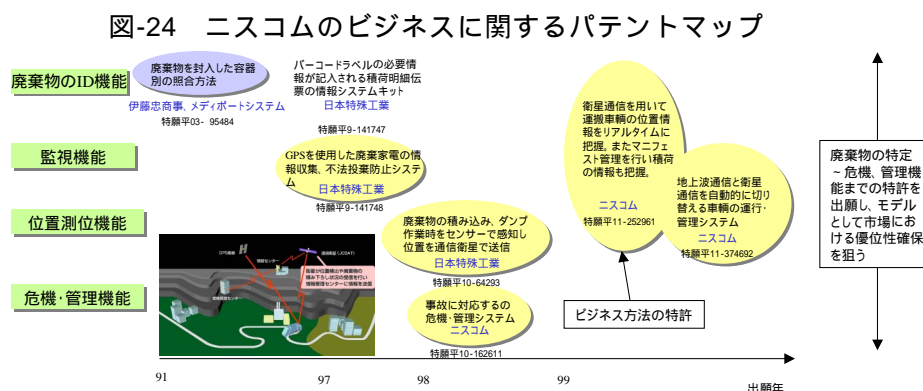


出典：タオ < <http://www.tao.ne.jp> >

⁶ 我が国では、産業廃棄物の不法投棄を防止する手法としてマニフェスト制度の実施が義務付けられているが、排出事業者が廃棄物の移動を追尾する義務はない。

廃棄物搬送車両の作業・運行支援システム

- 衛星通信もしくは携帯電話通信を用いた車両追尾システム(特願平 11-252961 など)



出典：各種資料より野村総合研究所作成

() 廃棄物処理技術の IT 化の方向性

米欧に比べて日本における特許出願が多い背景には、電子マニフェスト制度によって IT 化と廃棄物処理政策が融合したこと、家電リサイクル法により生産者（家電メーカー）に処理が義務付けられたことがあげられる。また法制度と同時期に IT ブームが広がった影響も技術開発には大きな影響を与えたと考えられる。一方米欧では、リサイクルへの取り組みも IT 化も日本より先行してきたが、IT 化と廃棄物処理政策の組み合わせや、生産者に処理を義務付ける政策がないために、特許出願が少ないと考えられる。

廃棄物処理技術の IT 化に関する特許は、日本だけでの注目範囲であり、今後も様々な視点から技術が生まれ、米欧より先行する可能性は大きい。また、タオやニスコム等のビジネスモデル特許は、法制度にとらわれない事業モデルであるため、海外に技術を展開できる可能性がある。一方で、国内の法制度に則った技術は、海外に普及する可能性は少ないと思われる。例えば、日本の電子マニフェスト制度に則った特許は、海外で同じルールがない限り普及しにくい。

このように考えると、廃棄物処理技術の IT 化に関する技術開発は、プラスチック廃棄物の処理技術と同様に、日本と同じような政策が実施される地域・国においては強いニーズがあるかもしれないが、その政策が異なれば逆にニーズは少ないといえる。一方、ビジネスモデル特許などの政策に依らない技術は、海外へと普及する可能性があるといえる。

5 . 汚染土壌の処理技術の動向

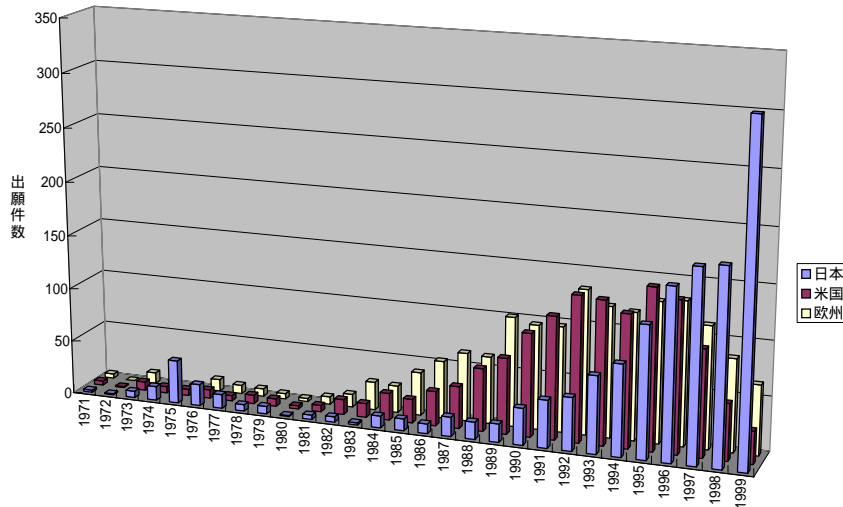
() 三極の出願動向

汚染土壌の処理技術に関する出願特許件数（図-25）は、日米欧ともに約 1,500 件となっているが、出願時期は異なっている。出願動向を時系列でみてみると、日本が 1975 年付近において一時的に出願をしているが、実際に出願件数が増加したのは 1980 年代における米欧の動向からである。

米欧の出願件数は 1990 年代前半にピークを迎え 1999 年においては減少傾向にある。一方、日本における出願動向は、1980 年代においては殆んど出願が見られず、1990 年

代に入ってから急速に増加し、1996年以降には米欧を上回っている。特に、1999年の出願件数の増加は著しい。

図-25 汚染土壌の処理技術の出願件数の推移



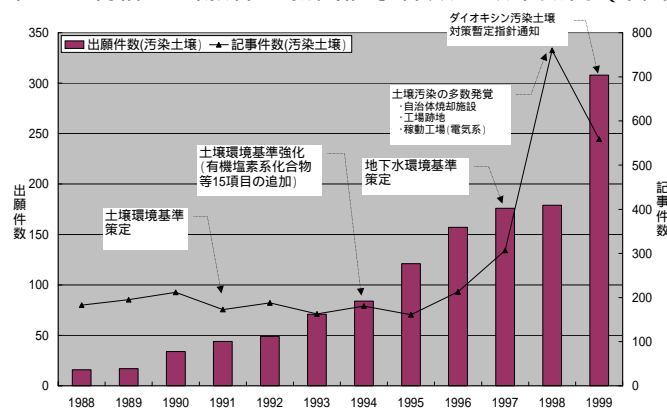
出典：PATOLIS 及び WPI (特許の抽出方法は末尾参照)

() 日本の状況

1970年代に日本における特許出願が増加した理由は、六価クロムによる汚染が発覚し、その対策が行われたためと思われる。特許出願が本格的に増加するのは、1990年代に入ってからのものであり、この時期からは、環境基準の策定など政策面でも変更も多い。また、関連する新聞記事も増加しており、社会からの注目も集まっていることが伺える。つまり、特許の出願件数はこれらの影響を受けて増加しているといえる(図-26)。

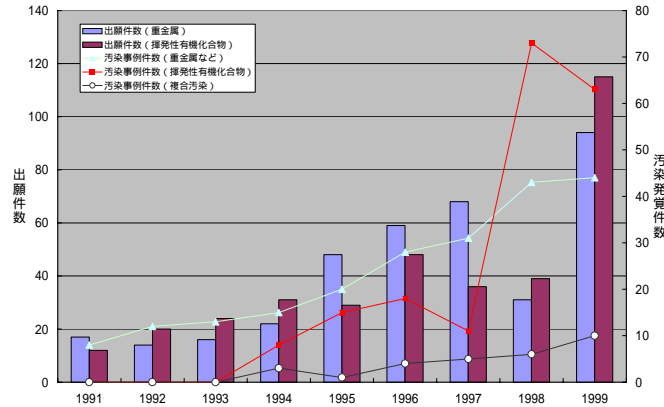
また、環境庁が公表している「土壌汚染調査・対策事例及び対応状況に関する調査結果」と特許出願動向に関する関連性がみられる。汚染物質別にみても、1998年に揮発性有機化合物の汚染が多数発覚すると、その翌年に関連特許が多数出願されている。日本では、現在、汚染土壌の浄化に関する責務を明確化した政策が法制化される段階⁷であり、1980年代から検討が始まった米欧諸国とは政策の状況が異なっている。しかし、汚染の実態を公表することで、特許出願が急増していることは明らかである(図-27)。

図-26 特許の出願件と新聞記事数・政策動向(日本)



⁷ 2001年度に環境省から土壌汚染対策法案が提示されている

図-27 特許の出願件数と汚染発覚件数の推移（日本）



注) 記事件数は、日経4紙、朝日、毎日、読売の各紙を対象としたキーワード検索の結果

出典：平成11年度「土壌汚染調査・対策事例及び対応状況に関する調査結果」等より野村総合研究所作成

() 米欧の状況

特許の出願件数を出願人の国籍別に分類してみると、欧州の中でもドイツからの出願件数が多く、1990年代前半までは米国の出願件数を上回っている。米国は政策面ではスーパーファンド法等で世界を先導しているといわれるが、特許の出願件数においては同様の位置付けにはない。また、米国とともに土壌浄化対策が早くから行われているオランダでは、特許の出願件数が他国よりもかなり少ないことがわかる(図-28)。

一方、政策によっては出願特許の件数に影響を与えるものもある。米国では1986年のスーパーファンド法改正(再授權法)によって汚染土壌の浄化が推奨されたため特許出願件数が増加し、また1990年の基地閉鎖再編法の制定によってDOD(国防省)の技術支援が行われるようになった影響を受けて特許出願件数が増加している。

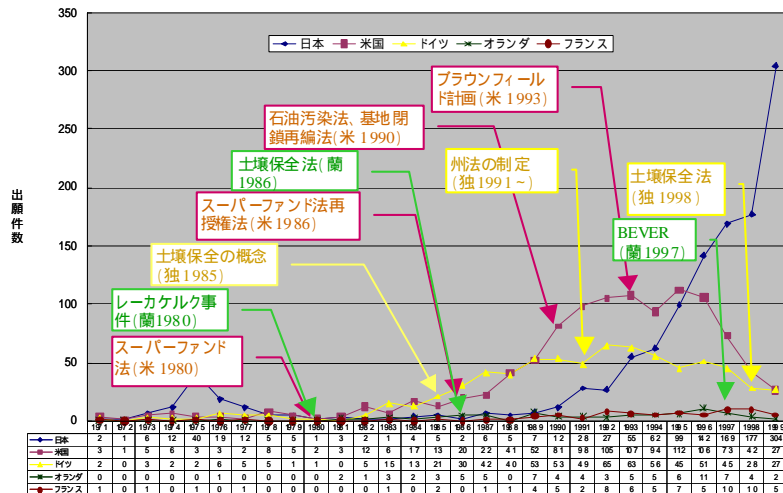
しかしながら、1990年代の後半に入ると、特許の出願件数は減少している。この原因としては、政策主導による技術開発が財政面で縮小したこと、政策が厳しい浄化基準の達成よりも土地の再生利用に重視され始めたこと⁸、浄化技術の差別要素が技術よりも経験則になりつつあること、などが考えられる。

汚染土壌の問題は先行する欧米諸国でさえも未だ解決はしていないが⁹、このように米欧の技術開発は既にピークを過ぎていることがわかる。

⁸ 米国のブラウンフィールド計画、ドイツの土壌保全法、オランダのBEVERなどでは、汚染土壌の浄化基準を再開発の用途によって変化している

⁹ これらの国の中で浄化が完了したと宣言した国はない

図-28 出願元国別出願動向



出典： PATOLIS、 WPI (抽出方法は末尾参照) 及び各種資料より野村総合研究所作成

() 主要出願人の動向

日本における主要出願人とマーケットリーダー(図-29)を対比してみると、双方のリストに同じ企業名が出ていることがわかる。つまり、日本では、特許を出願する主な企業は土壌浄化を実施する企業でもあるといえる。ただし、主要出願人でトップを占めるキヤノンは土壌浄化を事業としては実施していないが、過去に土壌汚染の浄化を実施した経験がある。

図-29 主要出願人とマーケットリーダー(日本)

主要出願人	件数	比率	マーケットリーダー	シェア(市場-1103億円)	売上(億円)
1 キヤノン(株)	110	6.5%	鹿島建設	10.0	110
2 大林組(株)	67	3.9%	清水建設	9.1	100
3 栗田工業(株)	52	3.1%	栗田工業	6.3	70
4 清水建設(株)	45	2.6%	大成建設	5.4	60
5 荏原製作所(株)	38	2.2%	大林組	5.4	60
6 ミヨシ油脂(株)	36	2.1%	スミコンセルテック	3.8	42
7 大成建設(株)	32	1.9%	間組	3.6	40
8 同和鉱業(株)	25	1.5%	同和鉱業	3.6	40
9 三菱重工業(株)	22	1.3%	応用地質	2.7	30
10 東芝(株)	19	1.1%	オルガノ(環境テクノ)	2.7	30
11 ライト工業(株)	18	1.1%	荏原製作所	2.3	25
12 間組(株)	18	1.1%	竹中工務店	2.3	25
13 久保田鉄工(株)	18	1.1%			
14 鐘淵化学工業(株)	18	1.1%			
15 住友金属鉱山(株)	15	0.9%			
16 竹中工務店(株)	15	0.9%			
17 日本鋼管(株)	15	0.9%			
18 日立プラント建設(株)	15	0.9%			
19 千代田化工建設(株)	14	0.8%			
20 日本化薬(株)	13	0.8%			
21 トヨタ自動車(株)	12	0.7%			
22 鹿島建設(株)	12	0.7%			
23 オルガノ(株)	11	0.6%			
24 小野田セメント(株)	11	0.6%			

注) 着色欄は主要出願人とマーケットリーダーの双方に該当することを表す

出典：工業調査研究所/土壌・地下水汚染の調査/修復事業、及び PATOLIS (抽出方法は末尾参照)

一方、米欧における状況(図-30)は日本と異なり、主要出願人とマーケットリーダーが完全には一致しない。浄化事業者としても、IEG インターナショナル(ドイツ)、LINDE(ドイツ)などの企業が含まれているが、上位企業はほとんど出願人には現れない。主要出願人には、米国では GE・CANON・EXSON・SHELL など、欧州では SIEMENS・BAYER・XEROX などがあがっている。これらの企業は、事業内容から判断して、浄化事業者ではなく浄化を依頼する事業者に分類できる。つまり、米欧では浄化を行う事業者ではなく

浄化を依頼する事業者が主要出願人となっていることがわかる。

また、米国では、カルフォルニア大学、DOE(エネルギー省)、ウォータールー大学など、欧州ではUFZ¹⁰といった官・大学・公共機関からの出願もある。

図-30 主要出願人とマーケットリーダー(米国・欧州)

	主要出願人	件数	比率	マーケットリーダー	シェア(市場-6140M\$)	売上(M\$)
1	GENERAL ELECTRIC CO (GENE)	23	1.3%	IT Corporation	15.4%	1,011
2	CANON KK (CANO)	21	1.2%	Bechtel Group Inc.	6.7%	442
3	IEG IND ENG GMBH (IEGI-N)	17	0.9%	Fluor Daniel, Inc.	6.4%	424
4	UNIV CALIFORNIA (REGC)	17	0.9%	URS Corp	4.4%	292
5	US DEPT ENERGY (USAT)	15	0.8%	Foster Wheeler Environmental Services	4.4%	288
6	WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP (WESE)	15	0.8%	Kaiser Group International Inc.	3.2%	214
7	EXXON RES & ENG CO (ESSO)	14	0.8%	Raytheon Engineers & Constructors	3.2%	212
8	SHELL OIL CO (SHEL)	14	0.8%	Westinghouse Government Services (WGI)	3.0%	200
9	BATTELLE MEMORIAL INST (BATT)	11	0.6%	Earth Tech	2.7%	179
10	UNIV WATERLOO (UYWA-N)	11	0.6%	Jacobs Engineering Group	2.3%	151
11	DU PONT DE NEMOURS & CO E I (DUPO)	10	0.5%	Roy F. Weston, Inc.	2.2%	146
12	XEROX CORP (XERO)	10	0.5%	Washington Group (Morrison Knudsen Corp.)	2.1%	140

	主要出願人	件数	比率	マーケットリーダー	シェア(市場-1100M\$)	国籍
1	CANON KK (CANO)	25	1.1%	HBG Group	8.8%	(オランダ)
2	IEG IND ENG GMBH (IEGI-N)	22	1.0%	VHE	8.6%	(イギリス)
3	LINDE AG (LINM)	17	0.8%	Umweltschutz Nord	7.2%	(ドイツ)
4	UFZ-UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG-HALL (UFZU-N)	13	0.6%	Biffinger+Berger	5.6%	(ドイツ)
5	ZUEBLIN AG ED (ZUEB-N)	13	0.6%	Mourik Groot-Ammers	5.0%	(オランダ)
6	BRITISH NUCLEAR FUELS PLC (BRNR)	12	0.5%	Hochtief	4.4%	(ドイツ)
7	WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP (WESE)	12	0.5%	Arcadis Heidemij Realisatie	3.7%	(オランダ)
8	SIEMENS AG (SIEI)	10	0.4%	Heijmans Milieutechnik	3.0%	(オランダ)
9	XEROX CORP (XERO)	9	0.4%	ATM	2.9%	(オランダ)
10	BAYER AG (FARB)	8	0.4%	Dames and Moore	2.8%	(イギリス)
11	DEGUSSA AG (DEGS)	8	0.4%			

出典：Environmental Business International/Remediation business(米国)、Frost & Sullivan/European Contaminated Site Remediation Services (欧州) 及び WPI (抽出方法は末尾参照)

このように、日本では主に土壌の浄化事業者が特許を出願し、米欧では主に浄化を依頼する事業者と公共機関が特許を出願している。この理由は、日本では土壌汚染を公表する義務がなかったために、浄化を依頼する事業者が土壌浄化の重要性とその技術開発の必要性を認識しなかったことがあげられる。一方、米欧では汚染状況が公表され浄化の義務も明示されたため、浄化を依頼する事業者における土壌浄化に向けた技術開発が実施されたこと、公共機関への技術開発要請が公に行えたことなどが、特許出願の違いに現れたと考えられる。また、米欧の浄化事業者の特色として、技術の供給者と需要者があり、大企業は主に後者となる傾向があること¹¹も、マーケットリーダーと主要出願人が異なる理由といえる。

つまり、汚染された土壌は誰の責任で浄化するのか、日本と米欧では考え方に違いがあり、また、浄化事業者の技術に対する考え方も異なり、これらが主要出願人として、日本と米欧の違いに現れてきているといえる。

¹⁰ ドイツにおける環境分野を対象とした研究機関。連邦政府と州政府の財源で運営されている。

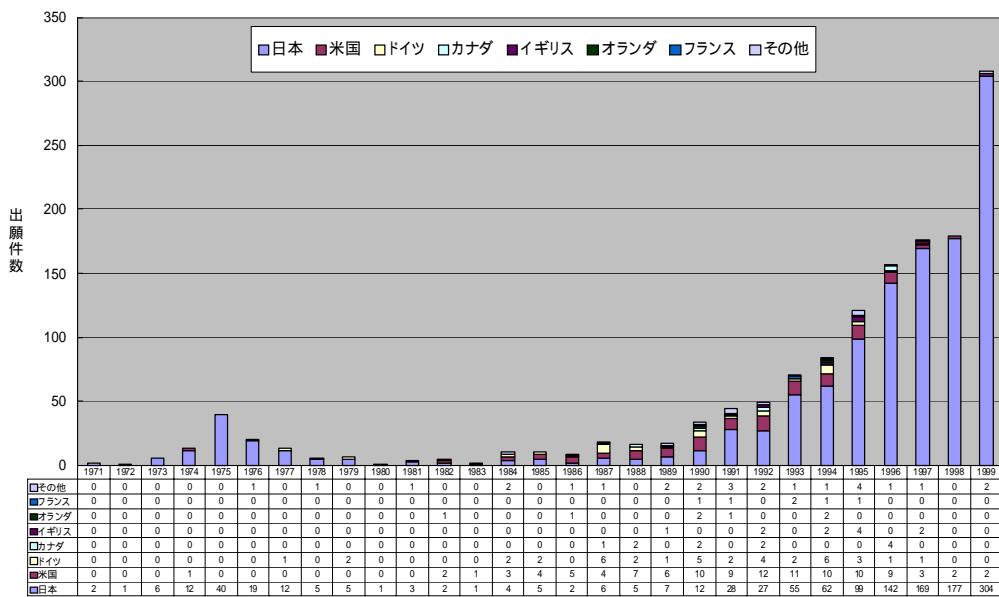
¹¹ 主要特許出願人である IEG インターナショナルは、大企業に対して要素技術の売り込みや浄化手法の提供を行う事業を行っており、浄化事業そのものは主要事業ではない。

() 海外からの技術導入

土壌浄化対策は米欧が日本よりも先行しており、米欧の特許出願は現在では既にピークを過ぎている。海外から日本への特許出願においても、1980年代前半から1990年代前半までの出願件数が多い(図-31)。一方日本では、現在、技術開発が頻繁に行われており、海外からの技術導入も盛んに行われている。日本の主要各社では米欧企業から技術供与を受け、国内向けの技術へと発展させてきている(図-32)。

一方、国内から海外へと特許出願を行う企業は非常に少なく、キヤノンを除き、数件にとどまっていることがわかる。つまり、技術開発の多くは国内市場をターゲットとしていることがわかる(図-33)。

図-31 海外から日本への特許出願件数の推移



出典：PATOLIS (特許の抽出方法は末尾参照)

図-32 企業間の技術供与状況

技術供与	技術導入	対象技術・特許	調査技術を含むもの	
キャノン	日本	大林組	日本	汚染土壌を掘り起こさずに短期間で浄化できる技術
AGA	日本	大林組	日本	地中の微生物を使い、浄化期間を従来に比べ半減できるバイオスター工法
栗田工業	日本	新日鉄	日本	微生物の分解能力を生かした生物的分解法とオゾン酸化の処理技術
NERI	米国	栗田工業	日本	フィンガープリント法という調査技術
GTI(ITグループ)	米国	栗田工業	日本	土壌浄化技術全般
パーソンス	米国	三井物産 三井造船	日本 日本	微生物分解作用などの浄化技術
テラクリーン	米国	三菱重工	日本	土壌から汚染物質を溶剤で抽出・分離する技術
ツープリン	ドイツ	ドリコ	日本	水を汲み上げずに井戸内で濃流・ばっ気させることによってVOCを分離・捕集するハイドロエアリフト技術
アースマテリアル	日本	三和銅器	日本	農業を中心とする環境保護技術
グレッグ・ユーンテック・インターナショナルLLC	米国	ライト工業	日本	土壌、地下水、土壌ガスのサンプリング技術に土壌への貫入試験を組み合わせた技術
エクセルシア	日本	飛鳥建設	日本	ダイオキシン類やPCBなどの難分解性物質による汚染土壌を効果的に処理するDCR工法
在原製作所	日本	サン・ビック	日本	熱処理技術
アキュテック	米国	同和鉱業	日本	真空吸引技術を用いた有機塩素系汚染物質除去技術
ジオメット	オランダ	清水建設	日本	蛍光反射分析検出器を持つ試験装置を、貫入筒によって地中に貫入しながらリアルタイムに油及びVOCの汚染状況を把握する調査技術(FDD)
AVR	オランダ	清水建設	日本	高効率土壌洗浄システム
国立オランダ応用科学研究所	オランダ	清水建設	日本	バイオスクリーン(バイオ地下浄化室)技術
CH	米国	大成建設	日本	土壌ガス吸引法
三井金属資源開発	日本	オルガノ	日本	土壌表面ガス分析法
NEEP	米国	オルガノ	日本	排水曝気処理装置
BAT	スウェーデン	基礎地盤コンサルタント	日本	BAT地下水モニターシステム
パーソンス	米国	アジア航測	日本	油の浄化技術
DOE(エネルギー省)	米国	アイエスブイ・ジャパン 間組 宇部興産 日本総研 鴻池組	日本	汚染技術をその場で電気的に加熱溶解し、無害なガラス質に固化するジオメット工法
EPA(環境保護局)	米国	在原製作所	日本	アルカリ触媒分解法(BCDプロセス)
バイオジェネス	米国	NKK	日本	高性能土壌浄化法
片山化学工業研究所	日本	環境エンジニアリング	日本	ホットソイル工法
エコウエスト 現クマチュア・エンジニアリング	米国 スウェーデン	神綱バンテック	日本	超臨海水酸化技術
ツープリン	ドイツ	ハイメック	日本	ストリップングタワー方式の地下水排水、活性炭処理技術
MWR/エンバイロジエン	米国	前澤工業	日本	土壌・地下水浄化技術

出典：各種資料より野村総合研究所作成

図-33 海外出願を行っている主な出願人

出願人	件数
CANDN_KK (CANO)	23
AGENCY OF IND SCI & TECHNOLOGY (AGEN)	5
EBARA CORP (EBAR)	5
CENTRAL GLASS CO LTD (CENG)	4
TOYOTA JI DOSHA KK (TOYT)	4
IDEMITSU KOSAN CO LTD (IDEK)	3
KURITA WATER IND LTD (KURK)	3
RAITO KOGYO KK (RAIT-N)	3

出典：WPI(特許の抽出方法は末尾参照)

() 処理物質別出願動向

日本における出願動向(図-34)を見ると、1970年代においては重金属に関する特許が出願されている。1980年代前半からは揮発性有機化合物に関連する出願件数が増加しており、難分解性有害物質に関連する特許の出願件数は1999年になって急増している。一方で、油類に関する出願件数の増加は僅かであり、非常に特許が多い米国と比べると、日本と米国の出願状況が異なることがわかる。

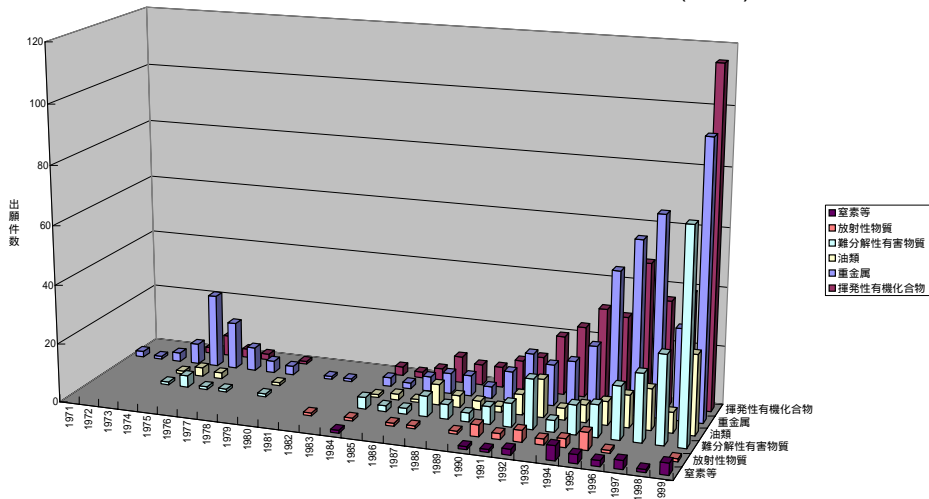
なお、これらの一連の出願動向は、1970年代の六価クロム対策、1990年代に入って継続的に実施されている揮発性有機化合物対策、1999年のダイオキシン土壌汚染対策と、政策動向と非常に関連性が深いことがわかる。また、我が国では油汚染に向けた政策が進んでいない点も、出願件数に現れている。

米国における出願動向(図-35)は、日本と比較して油類に関する出願件数が多いことが特徴である。また、日本や欧州と比較してみると、物質別の偏りが少なく、いずれの物質も1990年代前半において多く出願され、1990年代後半には急速に減少しているこ

とがわかる。油類に関する出願件数が多い背景には、USTs¹²によって、油によって汚染された土壌の浄化が実施されたことが影響していると考えられる。

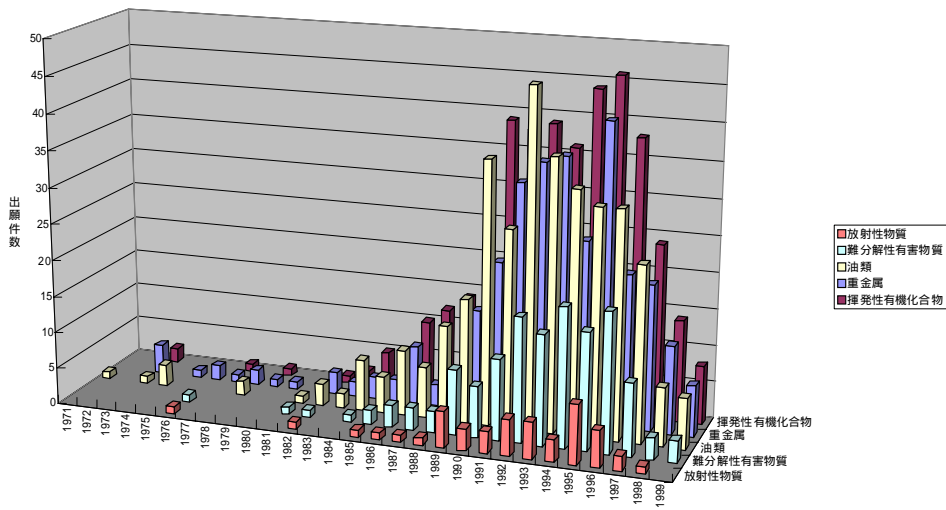
一方、欧州における出願動向（図-36）は、揮発性有機化合物に関する特許が1970年代から常に多く出願されていることがわかる。1999年においても揮発性有機化合物の出願件数は減少していない。この背景としては、人口密集地域における地下水汚染問題が、未だ解決していないことがあげられる。また、難分解性有害物質に関する出願件数は、日米と比べれば少ないことがわかる。

図-34 処理対象別にみた出願件数の推移(日本)



出典：PATOLIS（特許の抽出方法は末尾参照）

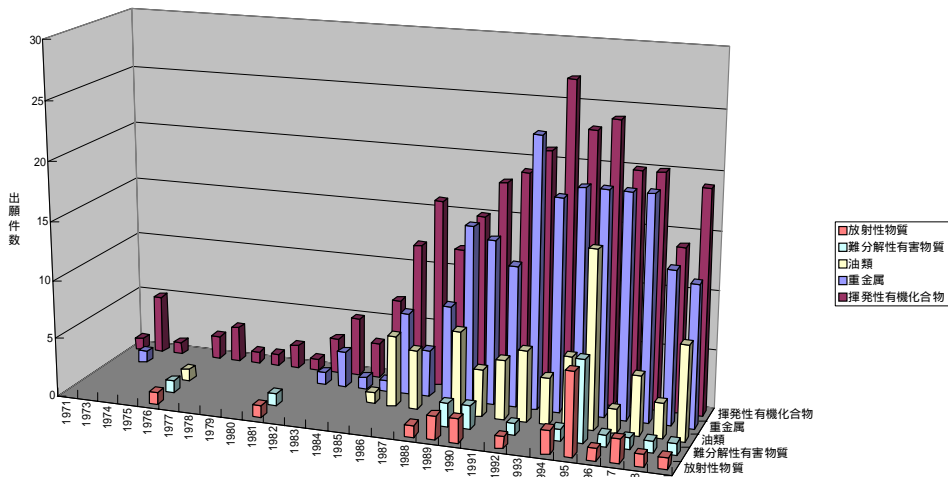
図-35 処理対象別にみた出願件数の推移(米国)



出典：WPI（特許の抽出方法は末尾参照）

¹² EPA:地下貯蔵タンクに対する必要事項

図-36 処理対象別にみた出願件数の推移(欧州)



出典：WPI（特許の抽出方法は末尾参照）

（ ）汚染土壌の処理技術の方向性

政策面や特許出願動向でみる限り、この分野では日本における技術開発は米欧よりも遅れていた。しかし、近年においては、急速にキャッチアップが進み、技術面での差は急速に縮まりつつあるといわれる。著しい特許出願件数の増加や主要企業における海外企業との技術提携実績をから判断しても、その傾向は見られる。

現在の日本では、汚染の実態把握や技術評価が不十分であるため、残された課題が明確にならないが、おそらく、欧米からの導入技術を含め、日本の土壌に合わせた技術カスタマイズは十分に行われていないと思われる。そもそも、米欧と日本は地質が異なっており、また土壌汚染は汚染サイトによって個々に異なるものであるから、開発技術の実証実験は非常に重要である。実証実験の場として、米国では DOD、DOE 等の省庁による汚染サイトの提供があり、ドイツでは VEGAS や UFZ といった公的な大型実験施設がある。一方、現在までの我が国の技術開発は、浄化事業者が汚染サイトを利用して非公開で検討することが多く、決して効率的とは言えない状況にある。我が国の土壌に合わせた技術開発とその評価を早急に行う為には、米欧のように汚染サイトを実証試験の場として積極的に提供する仕組みが望まれるところである。これは、欧米との技術面での差を明確化するためにも、また浄化事業者の技術力を公示するためにも、有効な手段だと考えられる。

一方、現在開発されている技術が、海外へと移転する可能性を考えると、米欧では既に技術開発のピークが過ぎており、後発の日本の技術が必要とされる場面は少ないと思われる。しかしながら、米欧以外の第三地域へと進出する可能性はある。土壌浄化事業は技術を単独で販売するものではなく、ノウハウやサービスを組み合わせなければならないため、遠方への移転は難しいが、アジアであれば、いずれ多くのチャンスがあると思われる。

6.まとめ

() 政策による技術開発の牽引

本調査の3テーマ(プラスチック廃棄物の処理技術、廃棄物処理技術のIT化、汚染土壌の処理技術)は、いずれも政策によって技術開発が牽引されており、1990年代以降における我が国の積極的な環境政策が、1999年までの特許出願を促している。米欧と比べれば時期として遅れたものの、継続的な政策が技術開発を牽引し、出願件数では米欧を上回るようになっている。中でも、家電リサイクル法によって生産者に対して処理義務を課した効果は大きく、この政策によって、プラスチック廃棄物の処理技術と廃棄物処理技術のIT化においては、アSEMBリーメーカーによる技術開発が促進され、従来とは異なる産業の技術力が環境技術に付加されている。例えば、解体性などの新たな環境技術が大きく発展している。また、この政策は、生産者が自らの製品に対する環境配慮を本格的に始めた起点ともなっている。

一方、汚染土壌の処理技術に関しては、浄化の責務を明示した政策策定は遅れたものの、1990年代から民間主導での浄化対策と技術開発が進んでおり、政策のトリガーを待たずに技術開発がかなり進んだことが伺える。技術力を欧米と比較することは難しいが、かなりのキャッチアップは進んだと思われる。

このように、環境技術の開発においては、現在までのところ、政策による牽引が非常に効果的であることがわかる。

() 我が国の技術力と海外への政策展開

プラスチック廃棄物の処理技術と廃棄物処理技術のIT化は、米欧と比較しても決して劣ることはなく、海外へと技術が普及する可能性は十分にある。ただし、技術開発の背景には政策があることを考慮すれば、政策が異なる地域で、我が国の技術が必要とは言えない。例えば、容器リサイクル法の制定により我が国のPETボトルリサイクル技術は大きく進歩したが、これは自治体回収によるマスポリユームの確保を前提にした技術であるため、PETボトルを回収する仕組みのない国に普及する可能性は低い。

しかし、政策そのものが世界へと普及すれば、我が国の技術も広く世界に浸透する可能性を持っている。特に、我が国の家電メーカーや自動車メーカーの培った環境技術は、メーカーとしての欧米企業との競争力強化につながる可能性を持っている。つまり、政策とともに発展した技術力を活かす為には、国家政策として、我が国の環境政策そのものを他国へと普及させる取り組みが必要といえる。特にプラスチック廃棄物は、リサイクル率も高く技術力も蓄積されつつあるので、国家として戦略的に取り組むべきテーマである。欧米のルール作りに対して後手に回る事なく、積極的に我が国の環境技術が有効に利用できる環境を整えるべきである。

() 環境産業の方向性

国家政策として他国へとアプローチすることも技術普及の一手段ではあるが、一方で、環境産業自らも世界市場に適した業態へと発展をすることも重要である。そもそも我が国の環境産業は、政策のもとで発展してきており、事業内容は、技術開発と装置の生産・販売までであることが多い。これでは、政策(ルール)が違う場所では事業が成立しないことが多く、海外への事業展開が難しい。特に、廃棄物処理や土壌浄化事業では、環境産業

の中でも、環境保全の目的を全うしつつ最適なソリューション提案力が問われることが多い。欧米の同業他社をみると、その事業内容は、技術オリエンティッドな受託事業ではなく、環境問題を解決するサービス業となっているケースもある。

つまり、我が国が培った技術力を世界で有効に活用するためには、決められた仕様に合った技術を提供する企業ばかりでなく、技術を活かし仕様を提案するサービス事業者が育成される必要もあろう。この発展なくしては、日本企業の主な事業地域は日本ルールの適用できる範囲だけであり、たとえ近隣のアジア地域であっても、事業機会を欧米企業に奪われてしまうかもしれない。我が国の環境技術を世界市場で活用する為には、その利用側となり得る大規模な環境サービス事業者の育成が不可欠といえる。

注：特許抽出の諸条件

抽出における諸条件は以下のように設定した。

・ **利用データベース**

日本出願については PATOLIS を利用し、米欧出願については Derwent World Patent Index (WPI) を利用している。なお、WPI における出願特許件数はパテントファミリーとして集計している。

・ **検索期間**

2001 年 8 月 31 日時点における公開情報に基づいたデータ抽出を行い、抽出特許の中から、1971 年 1 月 1 日から 1999 年 12 月 31 日までに出版された特許を調査対象範囲としている。(この時点で抽出した特許には、2000 年において出版された特許が、一部含まれている)

・ **スクリーニング**

各 DB から抽出した特許は目視による再確認を行い、ノイズ除去を実施している。

【お問い合わせ先】

〒100-8915 東京都千代田区霞ヶ関
3-4-3

特許庁 総務部 技術調査課 技術動向班

TEL : 03-3581-1101 (内線 2155)

FAX : 03-3580-5741