

平成 1 9 年度
特許出願技術動向調査報告書

固体廃棄物及び土壌汚染の処理技術
(要約版)

< 目次 >

| | | |
|-------|--------------------------------|-----|
| 第 1 章 | 固体廃棄物と土壌汚染の処理技術の調査の概要..... | 1 |
| 第 2 章 | プラスチック廃棄物の処理技術..... | 3 |
| 第 3 章 | 廃棄物処理技術の IT 化..... | 1 4 |
| 第 4 章 | 汚染土壌の処理技術..... | 2 2 |
| 第 5 章 | 固体廃棄物及び土壌処理の技術の今後の報告性..... | 3 4 |
| 第 6 章 | 固体廃棄物と土壌汚染の処理技術を含んだ環境産業の方向性... | 3 7 |

平成 2 0 年 4 月

特 許 庁

問い合わせ先

特許庁総務部企画調査課 技術動向班

電話：0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 (内線 2 1 5 5)

第1章 固体廃棄物と汚染土壌の処理技術の調査の概要

第1節 調査の背景と目的

本調査は、平成13年度に実施された特許出願技術動向調査の更新調査である。

我が国の産業が持続的に発展していくためには新規事業の創出が不可欠であるが、特許情報は企業や大学、研究機関等が研究開発動向を把握し、技術開発の方向性を決定していく上で重要なものとなっている。

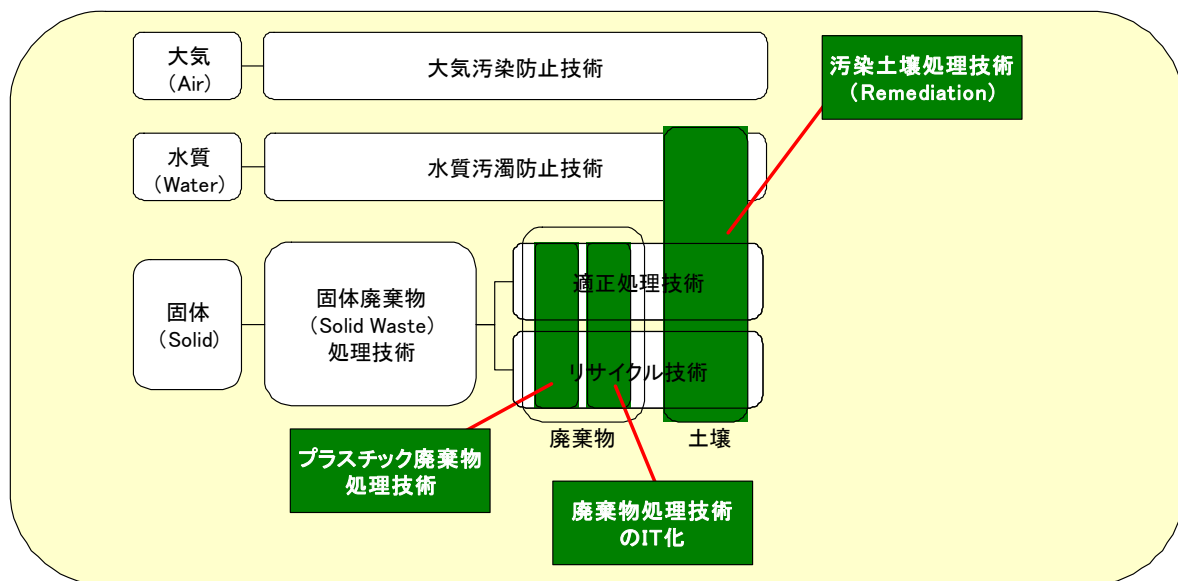
ところで、全世界的に進行している環境汚染を防止し、循環型社会を確立するべく各国が技術開発に取り組む中で、環境技術の最新の動向をフォローしておくことは、環境問題に関して我が国がリーダーシップを発揮していくために極めて重要である。特に、調査範囲のサブテーマである①プラスチック廃棄物の処理技術、②廃棄物処理技術のIT化、③汚染土壌の処理技術に係わる課題に関しては、いずれも平成13年度の調査時期に比べてその重要性が増している。

本調査は、このような背景のもと、前回の動向調査を更新しつつ、技術革新の状況、技術競争力の状況と今後の展望について検討するために行われるものである。

第2節 技術俯瞰図

本調査のサブテーマの環境技術全般に対する全体俯瞰図は、以下に示すようになる。

第1-1図 固体廃棄物及び汚染土壌の処理技術の全体技術俯瞰図



固体廃棄物の処理は、適正処理技術とリサイクル技術が並行して行われている。ここで、適正処理技術は、廃棄物処理における中間処理と最終処分を含むものと解釈できる。

プラスチック廃棄物の処理は、従来、適正処理技術の1つである廃棄物の焼却が中心であったが、最近では、リサイクル技術が大きなウェイトを占めるようになってきている。

廃棄物処理技術のIT化は、廃棄物の処理を効率的に行う上で近年急速に発展している。特に、情報の多方向のやりとりを迅速に行うためのIT化が進んでいる。

土壌汚染の主要な汚染物質である重金属、揮発性有機化合物、油類、農薬、硝酸・亜硝酸性窒素などは、使用後に廃棄され、土壌中に蓄積したものである。また、土壌汚染には、土壌の他に地下水の汚染も含まれている。すなわち、土壌汚染処理技術には、固体のみならず

水質汚染に関する処理技術が用いられている。

第3節 調査の範囲と調査方法

1. 調査の対象期間と対象地域

(1) 調査対象期間

特許文献 2000-2006年（優先権主張年）

非特許文献 2000-2006年（発行年）

ただし、2006年データのデータベースへの収録の遅れの状況等を考慮し、グラフや表などで表示する範囲としては、2000-2005年とした。

(2) 特許文献の調査対象地域

日本、米国、欧州、中国、韓国（以上を五極とする）および追加対象国として、ロシア、カナダにおける特許出願および登録特許を対象とした。なお、欧州への出願とは、オーストリア、ベルギー、スイス、チェコ、ドイツ、デンマーク、スペイン、フィンランド、フランス、イギリス、アイルランド、イタリア、ルクセンブルグ、オランダ、ポルトガル、ルーマニア、スウェーデン、スロバキアへの出願、及びEPC出願とした。

2. 情報の収集方法および解析方法

国内特許、海外特許、非特許文献の収集及び解析に関しては、以下のような手法により実施した。

①商用データベース検索：国内特許についてはPATOLISを、海外特許についてはWPIを使用した。論文・学会誌などの非特許文献を調査するためのデータベースとしては、JSTPlusを使用した。

②分類付与：上記特許文献について、要約（抄録）とクレームを精読し、本テーマと関係のないノイズを除去した後、技術区分別および注目研究開発テーマ別に分類を付与した。非特許文献についても抄録を精読し、同様に分類を付与した。

③データ処理：技術区分別および注目研究開発テーマ別に、分析軸について各々解析用データを得て、これらのデータを基に表、グラフを作成した。

④重要特許の抽出：抄録の精読により技術区分別或いは注目研究開発テーマ別に重要特許を抽出した。

出願件数、及び登録件数のカウントは、各国（地域）への出願の公報1つ1つを個別にカウントする「公報単位」によるカウントと、(WPIにおける)ファミリー単位でカウントする「発明単位」によるカウントとの2通りの方法で行い、分析を行っている。発明単位の集計による表・グラフについてはその旨を特記した。特にことわりのない限り公報単位による集計であるが、出願件数のうち、優先権主張年が2005年のデータについては、データベースへの収録遅れ等のため実数を反映していない可能性がある。登録件数について、審査請求前や審査中の出願が存在するため、近年のデータについては今後増加する可能性がある。米国への出願については、2000年11月29日に公開制度が開始された関係で、それ以前の出願については登録件数のみがカウントされている。

以上のプロセスにより解析した結果に基づき、(1)プラスチック廃棄物の処理技術、(2)廃棄物処理技術のIT化、(3)汚染土壌の処理技術の3サブテーマについて個別に対象技術と調査の対象範囲、調査結果を以下説明する。

第2章 プラスチック廃棄物の処理技術

第1節 プラスチック廃棄物の処理技術の概要

プラスチック廃棄物の処理技術については、様々な方法が用いられている。リユースやリサイクルにおいては、素材の違いや製品・用途の違いに応じて、有用資源として再資源化する種々の方法が開発されており、日本では、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクルに分類されるリサイクル処理技術が各種開発されている。リサイクル処理などの前段として行われる前処理技術にも様々なものがある。また、リサイクル等に供されない処理技術としては埋立処理や焼却処理技術がある。このように処理技術の範囲は広いが、これは、プラスチックに多くの種類があり、その特性から種々の製品・用途に用いられているためである。プラスチックは、2005年には、世界で2億3千万トン、日本で1,451万トンが生産されており、使用済みとなった段階で廃棄物として処理されている。その生産量の多さから、近年では、廃棄物として処理する方向から資源として再利用する方向に移行している。

第2節 対象範囲と調査項目

1. 技術俯瞰図

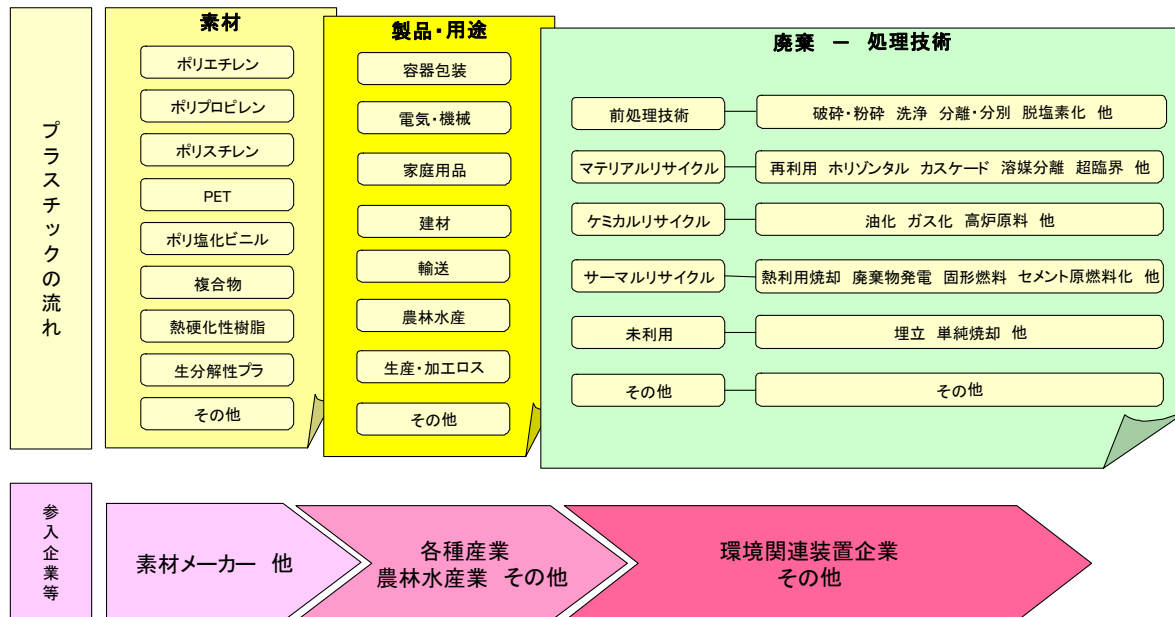
プラスチック廃棄物の処理技術について、技術俯瞰図を図2-1に示す。

素材に関する項目、製品・用途に関する項目、廃棄—処理技術に関する項目に区分されている。

素材については、各種素材の化学的性質、物理的性質にもとづき処理技術が開発されている傾向にあるから、主な素材ごとに区分した。また、各種プラスチックが各種製品・用途に応じて加工・使用されているため、主な製品・用途ごとの区分を設けた。廃棄—処理技術としては、前処理技術、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクル、未利用、その他の技術に区分した。

また、応用産業分野としては、素材→製品・用途→廃棄—処理技術の流れにおいて、メーカー、各種産業、環境関連装置企業などがそれぞれに関連している。

第 2-1 図 プラスチック廃棄物処理の技術俯瞰図



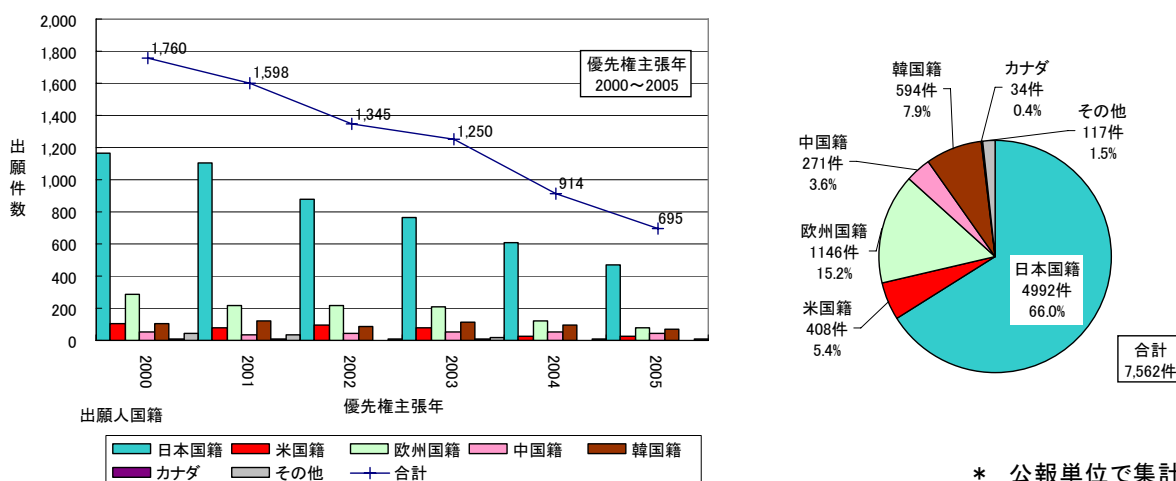
第 3 節 調査結果

1. 特許の出願動向

(1) 全体の出願動向

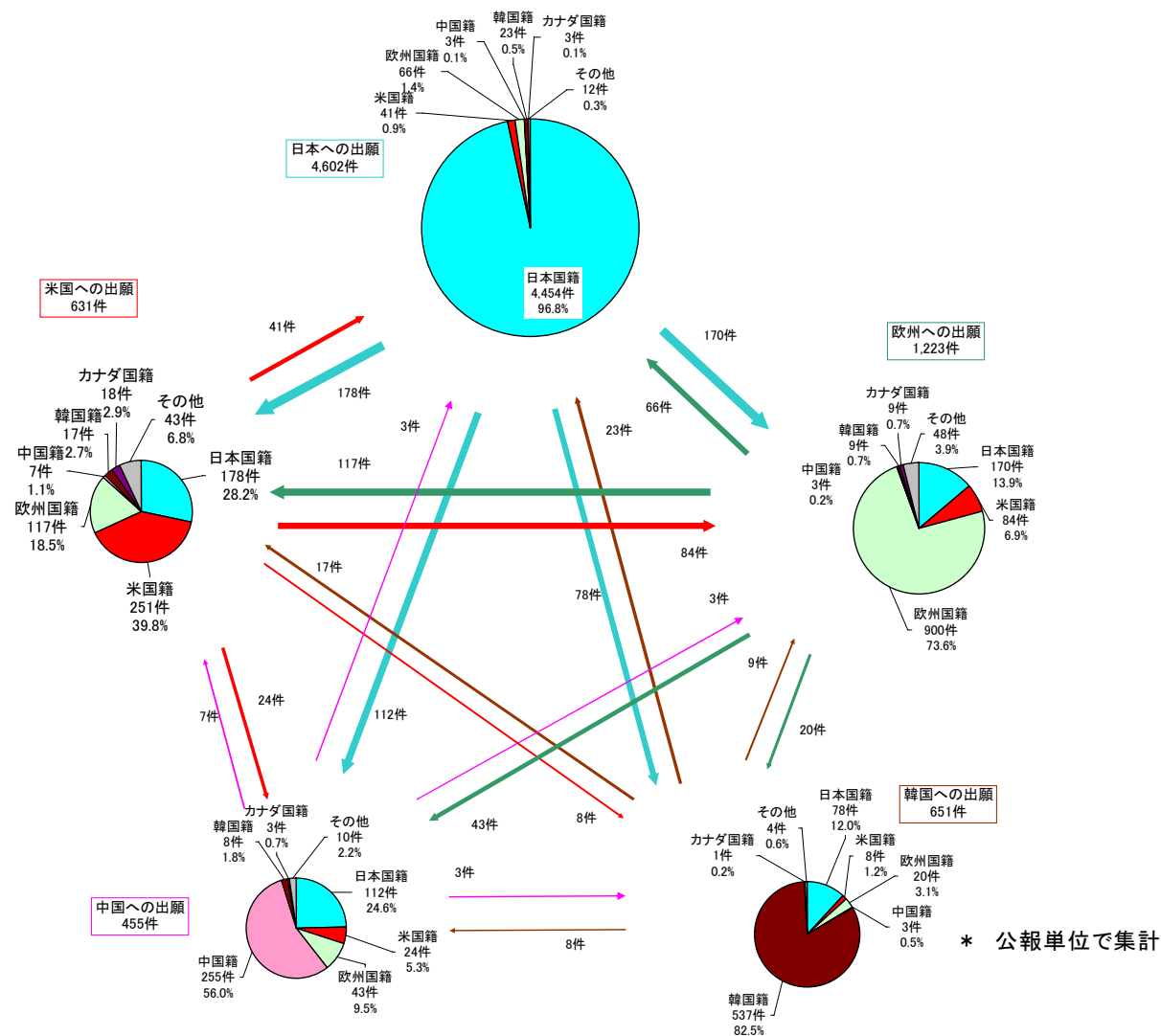
日本、米国、欧州、中国、韓国における出願人国籍別出願件数推移（第 2-2 図）を以下に示す。五極全体でみると、日本国籍の出願が多く、次に欧州、米国、韓国、中国、カナダの順番になっている。

第 2-2 図 出願人国籍別出願件数推移(出願先：五極全体)



日本、米国、欧州、中国、韓国の五極による出願先国別一出願人国別出願件数収支を以下に示す（第 2-3 図）。全体としてみると、日本国籍の出願が多く、海外への日本国籍出願人の出願も多い。欧州、韓国においては、本国出願人による出願人の割合が高い傾向となっている。一方、海外からの日本への出願は相対的に低いことがわかる。

第 2-3 図 出願先国別－出願人国別出願件数収支(出願先：五極)



(2) 技術区分(素材、製品・用途、処理技術)別の出願動向

1) 素材； 技術区分のうち樹脂素材別の五極全体の出願件数推移(第2-4図)をみると、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、PET、塩化ビニルが多く、次いで熱硬化性樹脂であり、複合材と生分解性プラスチックの件数は少ない。

各素材の年次推移で見ると、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、PET、塩化ビニルは漸減傾向にあるが、熱硬化性樹脂は漸減程度が少なく、複合材と生分解性プラスチックの件数はほぼ一定である。

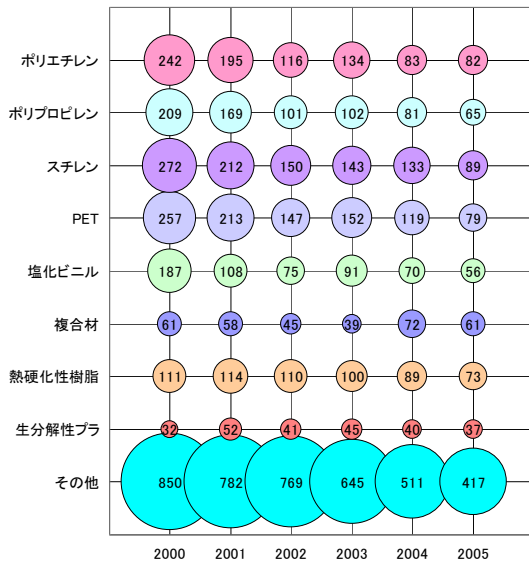
「その他」に含まれる内容としては、廃プラスチックとして記載されたもの、プラスチック全般に関する記載のもの、合成ゴムに関するもの、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリアセタールなどのエンジニアリングプラスチック、フッ素系樹脂、アクリル系樹脂に関するもの、熱可塑性樹脂、イオン交換樹脂などの記載がみられた。全体としては、素材としての例示を行わないで廃プラスチックと記載している例と合成ゴムと記載した例が多かった。

2) 製品・用途； 技術区分のうち製品・用途別の五極全体の出願件数推移(第2-5図)をみると、包装容器、電気機械、輸送(自動車)が多く、家庭用品、建材、農林水産などの件数は少ない。

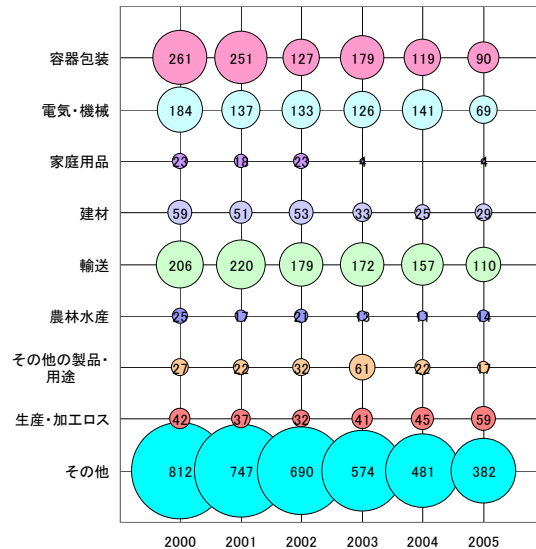
各製品・用途の年次推移で見ると、包装容器、電気機械、家庭用品、建材、農林水産はいずれも漸減傾向にある。

3) 処理技術； 技術区分のうち処理技術別の五極全体の出願件数推移（第2-6図）をみると、前処理技術、マテリアルリサイクルが多く、次いでケミカルリサイクル、サーマルリサイクル、未利用の順番である。各処理技術の年次推移で見ると、いずれも漸減傾向にあるが、未利用の件数推移はその漸減の程度は小さい。

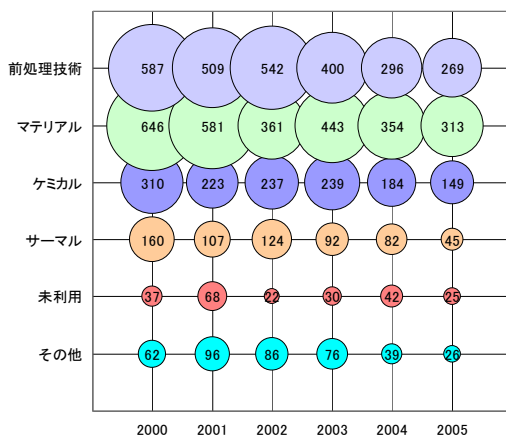
第2-4図 技術区分別－出願件数推移
(素材, 出願先: 五極全体)



第2-5図 技術区分別－出願件数推移
(製品用途, 出願先: 五極全体)



第2-6図 技術区分別－出願件数推移
(処理技術, 出願先: 五極全体)

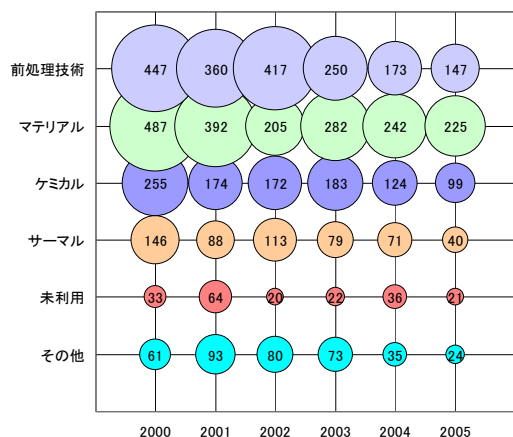


* 発明単位で集計

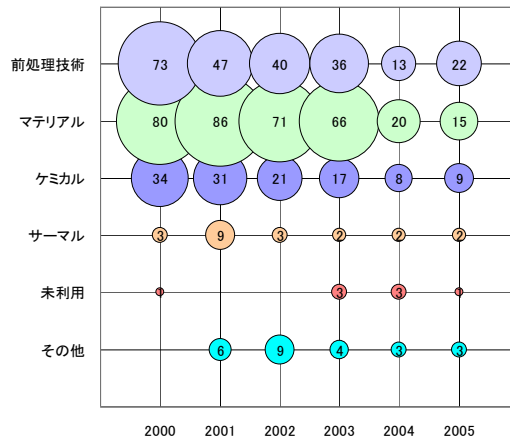
また、第2-6図に示した処理技術について、各国への出願件数推移を第2-7図～第2-12図に示す。

日本、米国、欧州、カナダへの出願では、2000年をピークに減少する傾向にある。一方、中国や韓国への出願をみると、横ばいないしは微増の傾向にある。サーマルリサイクルや未利用については、相対的に日本への出願が多い。日本への出願は、他国、地域への出願に比較して、それぞれの技術について、まんべんなく出願が行われているのが特徴である。

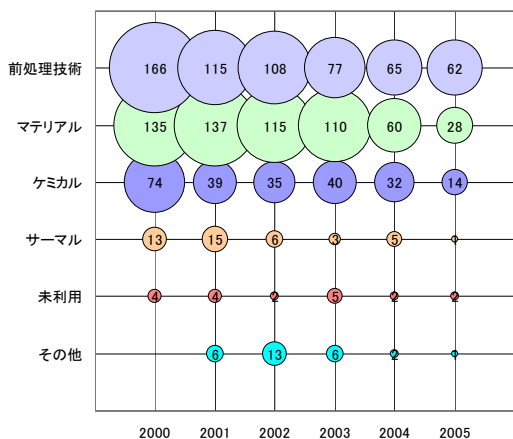
第 2-7 図 技術区分別－出願件数推移
(処理技術 日本への出願)



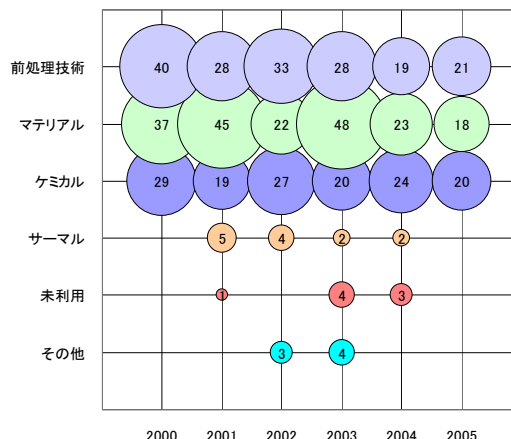
第 2-8 図 技術区分別－出願件数推移
(処理技術 米国への出願)



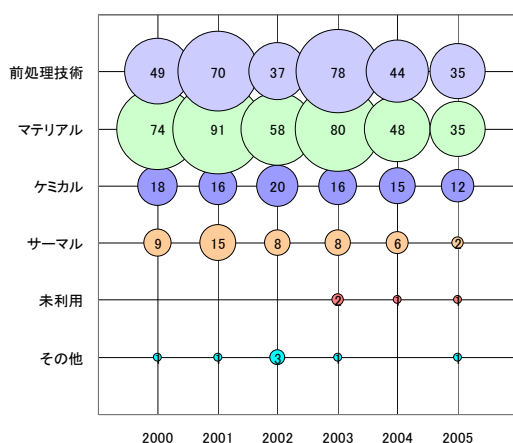
第 2-9 図 技術区分別－出願件数推移
(処理技術 欧州への出願)



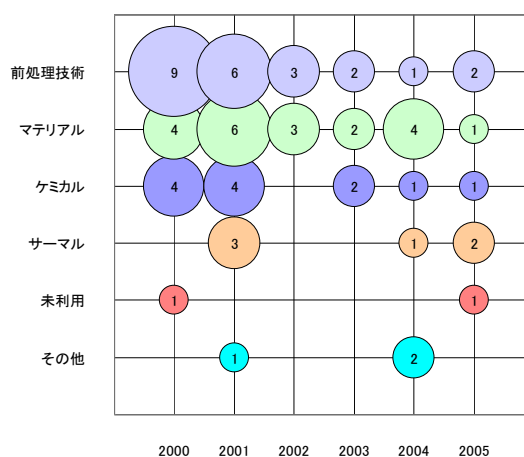
第 2-10 図 技術区分別－出願件数推移
(処理技術 中国への出願)



第 2-11 図 技術区分別－出願件数推移
(処理技術 韓国への出願)



第 2-12 図 技術区分別－出願件数推移
(処理技術 カナダへの出願)



* 公報単位で集計

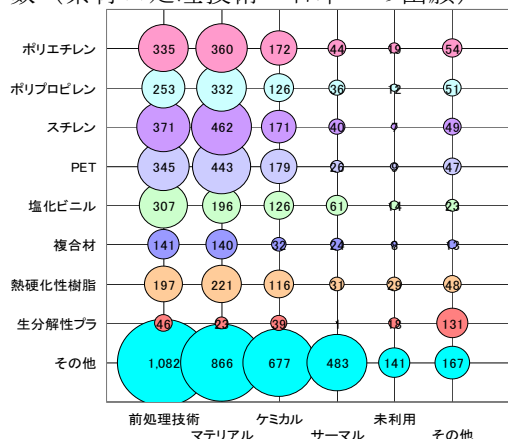
(3) 注目研究開発テーマの出願動向

注目研究開発テーマとして、近年のリサイクル技術の重要性を考慮して、素材に対する処理技術の面（素材×処理技術）から分析を行った（第 2-13 図～第 2-18 図）。

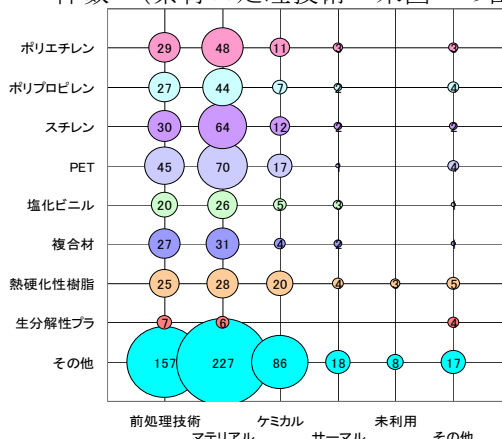
各国への出願についてみると、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、PET など

の素材と、前処理技術やマテリアルリサイクルなどの処理技術との組合せに関するものが多かった。次にケミカルリサイクルが多い結果となっている。素材としては、「その他」が多いが、この中には、単に廃プラスチックと記載されているもの、素材の特定のないもの、合成ゴムなどが含まれている。日本への出願では、生分解性プラスチックに関する出願が多い。

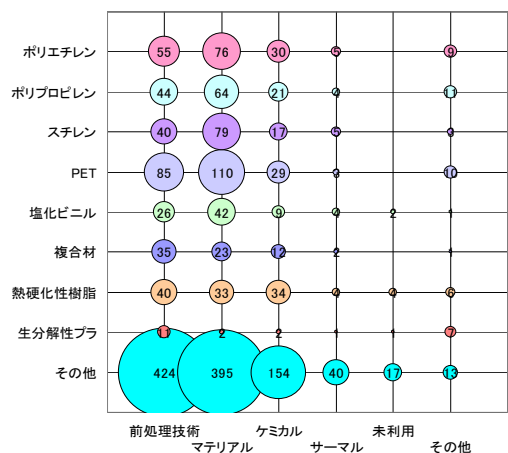
第 2-13 図 注目研究開発テーマ別－出願件数（素材×処理技術 日本への出願）



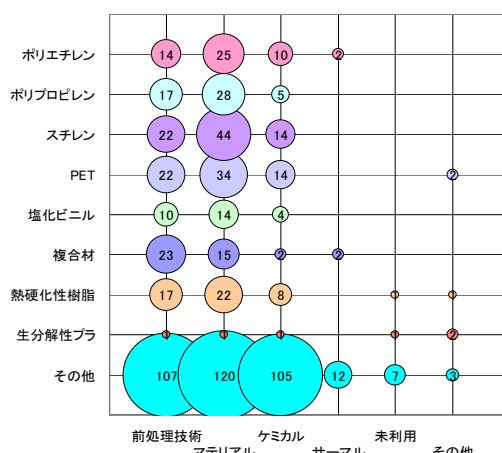
第 2-14 図 注目研究開発テーマ別－出願件数（素材×処理技術 米国への出願）



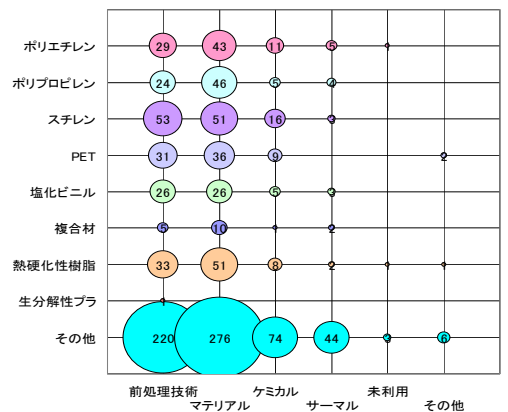
第 2-15 図 注目研究開発テーマ別－出願件数（素材×処理技術 欧州への出願）



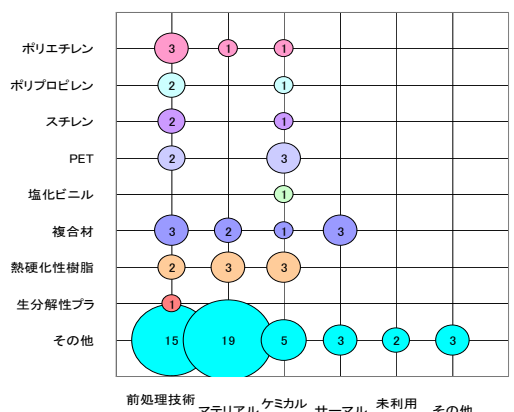
第 2-16 図 注目研究開発テーマ別－出願件数（素材×処理技術 中国への出願）



第 2-17 図 注目研究開発テーマ別－出願件数（素材×処理技術 韓国への出願）



第 2-18 図 注目研究開発テーマ別－出願件数（素材×処理技術 カナダへの出願）



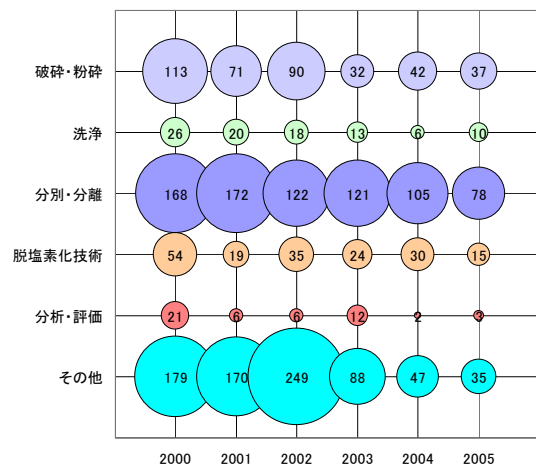
* 公報単位で集計

また、注目研究開発テーマとして、新旧の技術を含む、前処理技術についても分析した。日本への出願（第 2-19 図）をみると、分別・分離と破碎・粉碎の件数が多く、次いで脱塩素化技術、洗浄の件数の順である。

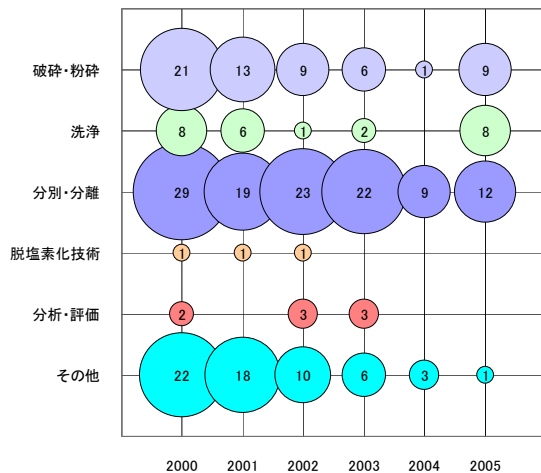
米国（第 2-20 図）、欧州（第 2-21 図）、中国（第 2-22 図）、カナダ（第 2-24 図）への出願では、分別・分離の件数が最も多く、次いで、破碎・粉碎の順である。韓国（第 2-23 図）については、破碎・粉碎の件数が最も多く、次いで、分別・分離の順である。

全体でみると、脱塩素技術などの新しい技術は日本への出願件数が多かった。

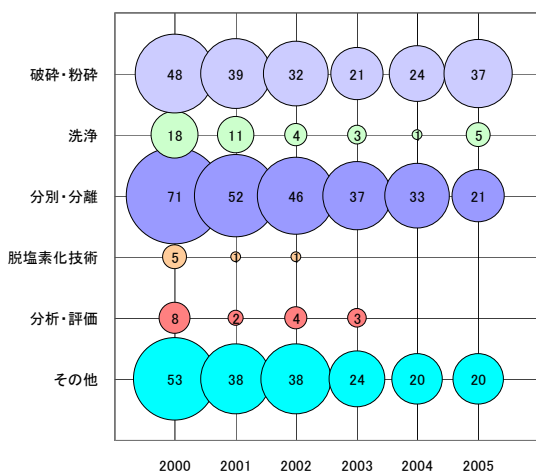
第 2-19 図 注目研究開発テーマ別—出願件数推移（前処理技術 日本への出願）



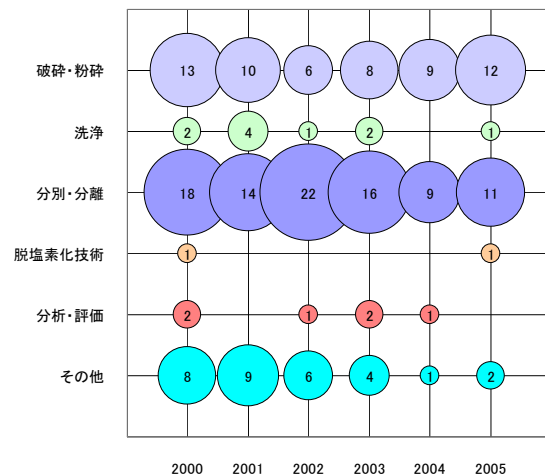
第 2-20 図 注目研究開発テーマ別—出願件数推移（前処理技術 米国への出願）



第 2-21 図 注目研究開発テーマ別—出願件数推移（前処理技術 欧州への出願）

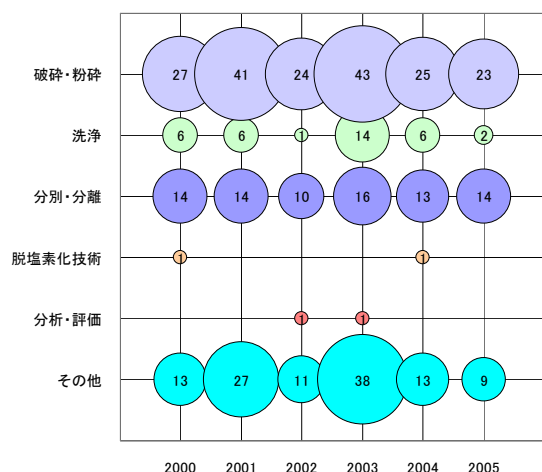


第 2-22 図 注目研究開発テーマ別—出願件数推移（前処理技術 中国への出願）

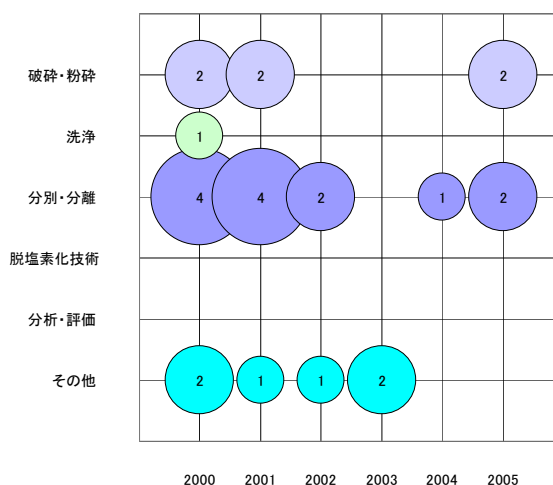


* 公報単位で集計

第 2-23 図 注目研究開発テーマ別一出願件数推移（前処理技術 韓国への出願）



第 2-24 図 注目研究開発テーマ別一出願件数推移（前処理技術 カナダへの出願）



* 公報単位で集計

(4) 出願件数ランキング

プラスチック廃棄物の処理技術に関する出願先国別一出願人別出願件数ランキングを第 2-25 図に示す。

日本への出願では、上位を国内企業が占めている。JFE スチール、新日本製鉄などの製鉄会社、東芝、松下電器産業、ソニーなどの家電製品メーカー、積水化学工業、旭化成ケミカルズなどの素材乃至は素材加工メーカー、荏原製作所、JFE エンジニアリング、三菱重工業などの環境関連のエンジニアリング会社など種々の企業がランクしている。米国、中国への出願においても、上位に日本企業がランクしている。欧州、韓国への出願においては、自国企業が上位を占めているが、一方で日本企業もランクしている。

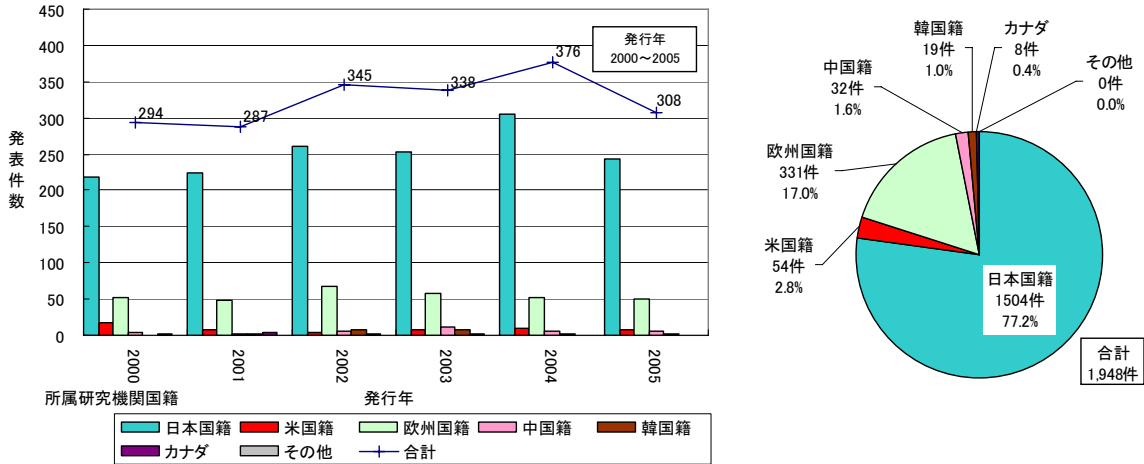
第 2-25 表 出願先国別一出願人別出願件数ランキング

| 順位 | 日本への出願 | | 米国への出願 | | 欧州への出願 | | 中国への出願 | | 韓国への出願 | |
|----|----------------|-----|--|----|-----------------------------------|----|--|----|-----------------------------------|----|
| | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 |
| 1 | JFEスチール(日) | 188 | 松下電器産業(日) | 13 | SOLVAY(欧) | 25 | 松下電器産業(日) | 10 | HYUNDAI MOTOR CO LTD(韓) | 10 |
| 2 | 東芝(日) | 105 | キャノン(日) | 11 | Der Gruene Punkt Duales System(欧) | 18 | ソニー(日) | 8 | KOREA RES INST CHEM TECHNOLOGY(韓) | 8 |
| 3 | 新日本製鉄(日) | 89 | DU PONT(米) | 9 | FRAUNHOFER GES FORSCHUNG(欧) | 18 | 帝人ファイバー(日) | 6 | KIM J K(韓) | 7 |
| 4 | 積水化学工業(日) | 83 | ソニー(日) | 8 | DU PONT(米) | 13 | Der Gruene Punkt Duales System Deutschland AG(欧) | 5 | KOREA INST ENERGY RES(韓) | 7 |
| 5 | 松下電器産業(日) | 77 | Der Gruene Punkt Duales System Deutschland AG(欧) | 6 | ZIMMER AG(欧) | 11 | LIU M(中) | 5 | RES INST IND SCI & TECHNOLOGY(韓) | 6 |
| 6 | ソニー(日) | 65 | Phoenix Technologies International, LLC(米) | 5 | 松下電器産業(日) | 10 | 日本製鋼所(日) | 5 | ソニー(日) | 6 |
| 7 | 旭化成ケミカルズ(日) | 62 | SOLVAY(欧) | 5 | BACHER H(欧) | 9 | | | 帝人ファイバー(日) | 6 |
| 8 | 荏原製作所(日) | 55 | ZIMMER AG(欧) | 5 | | | | | | |
| 9 | JFEエンジニアリング(日) | 54 | 帝人ファイバー(日) | 5 | | | | | | |
| 10 | 三菱重工業(日) | 51 | 東芝(日) | 5 | | | | | | |

2. 研究開発動向

プラスチック廃棄物の処理技術に関する論文の発表件数を第 2-26 図に示す。全体として、2000 年以降、発表件数がコンスタント或いは微増傾向にある。日本国籍の発表件数が全体の 77.2%を占めており、次に欧州国籍、米国籍、中国籍、韓国籍、カナダ籍と続いている。

第 2-26 図 論文発表件数推移



3. 政策動向と市場環境

日本におけるプラスチック廃棄物の再資源化の状況について、プラスチック促進協会が調査した 2005 年のプラスチック製品の消費・廃棄・再資源化の流れを第 2-27 図に示す。

また、プラスチック製品の消費・廃棄・再資源化の推移を第 2-28 図に示す。日本で 2005 年に消費されたプラスチック製品の量は 1,159 万トンであった。その内、52%が容器包装や家庭用品等の比較的短期で廃棄物になりやすい分野で消費され、48%が電気・電子、自動車、建材等の比較的寿命の長い分野で消費された。

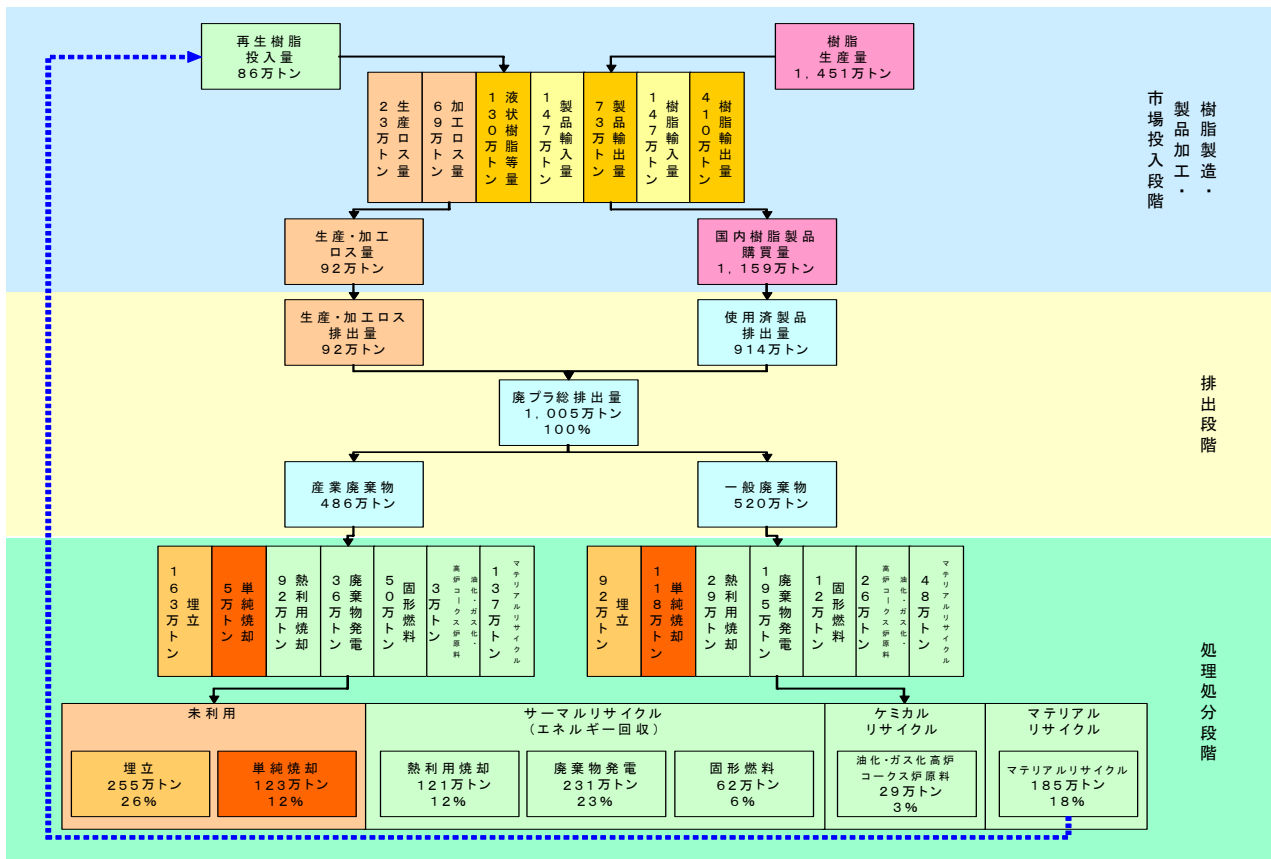
プラスチック廃棄物の有効利用は年々増大しており、2005 年のプラスチック廃棄物の有効利用率は 62%に達した。

再資源化手法の割合は、マテリアルリサイクルが 29%、ケミカルリサイクルが 5%、サーマルリサイクルが 66%（固形燃料 10%、廃棄物発電 37%、熱利用 19%）と、サーマルリサイクルの比率が 7 割弱を占めている。

近年、容器包装リサイクル法や家電リサイクル法などの施行により再資源化が拡大した。2005 年の使用済みプラスチックのマテリアルリサイクル量は 93 万トンで、前年に比べて 3 万トン増加したが、容器包装リサイクル法による増分が 2.7 万トン、家電リサイクル法による増分が 1.8 万トンの寄与をした。

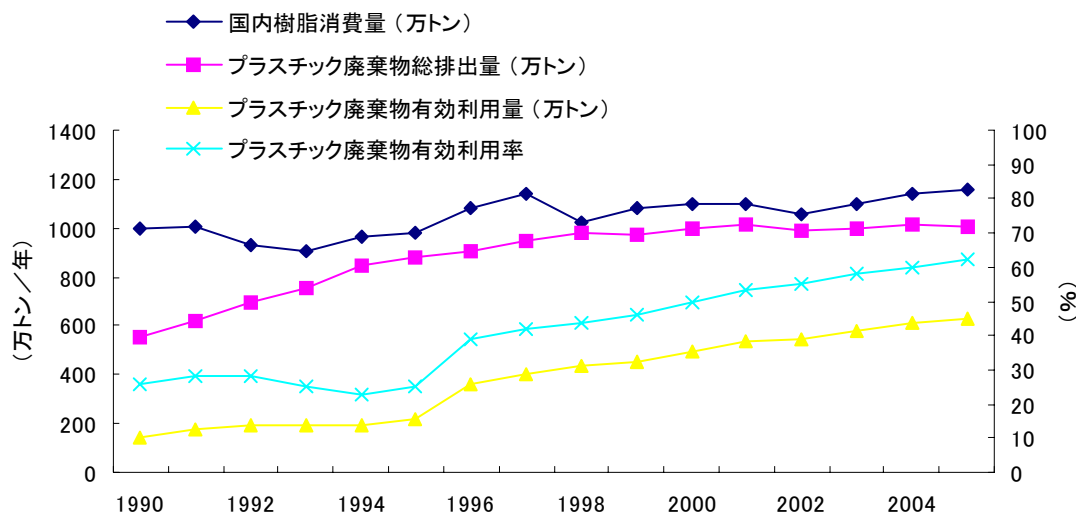
マテリアルリサイクルで再資源化された再生材料の総量は 185 トンであったが、その内、106 トンが中国や香港に輸出されており 6 割弱の割合に達した。この傾向はここ数年続いていると、再生材料の再生利用が国内では十分に確保されていないと言う課題が顕在化していると考えられる。

第 2-27 図 日本におけるプラスチック廃棄物の再資源化の流れ



出典：プラスチック処理促進協会資料をもとに作成

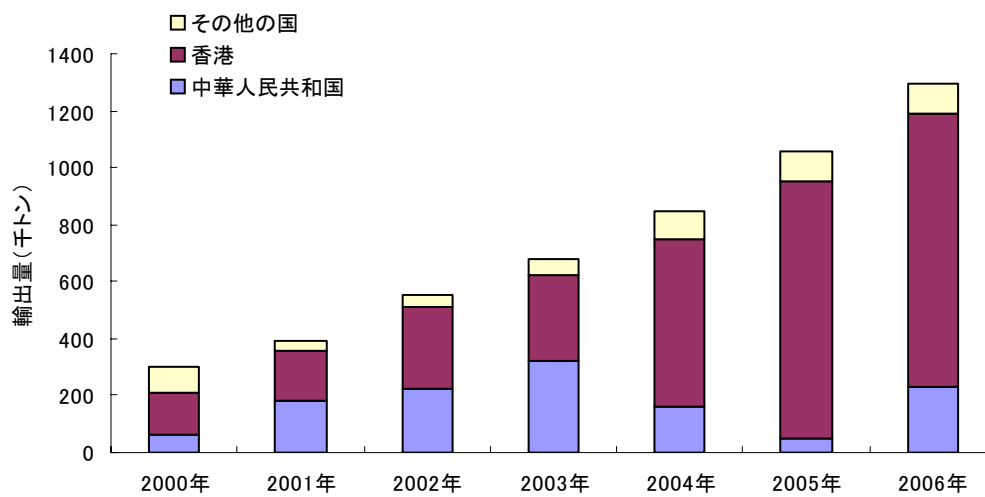
第 2-28 図 プラスチック製品の消費・廃棄・再資源化の推移



出典：プラスチック処理促進協会資料をもとに作成

近年、プラスチック廃棄物を再生資源として輸出する動きがある。輸出量は、2006年には2000年の約5倍と大幅に増加している。輸出先は、中華人民共和国と香港の2国で全体の約9割の輸出量を占めている（第2-29図）。

第 2-29 図 プラスチックくずの輸出動向（国別）



出典：財務省貿易統計をもとに三菱化学テクノリサーチ作成

第3章 廃棄物処理技術のIT化

第1節 廃棄物処理のIT化の概要

廃棄物処理のIT化の技術は、ITによって物流の効率化をはかり、廃棄物処理費用の抑制を図るなどが主な目的であるが、近年では、不法投棄を防止するための利用への検討も行われている。

具体的には、電子マニフェストの導入や、トレーサビリティの利用、費用徴収、需給マッチングなど廃棄物処理における代表的な利用例から、機密保護、グリーン購買、環境影響評価などへ、その利用範囲が広がっている。ネットワーク社会の進展にともない、物流にともなう各種情報の多方向での授受が期待されている。より多くの情報を迅速に伝達するためのソフトウェアやハードウェアなどのインフラ開発も重要な課題とされている。

この分野への参入企業もIT企業のみならず、企業の情報処理部門やさらには部門が独立したスピンアウト企業、カーブアウト企業などであり、それぞれの参入企業の目的意識も異なると考えられる。出願特許も様々な分野に出願されている。

第2節 対象範囲と調査項目

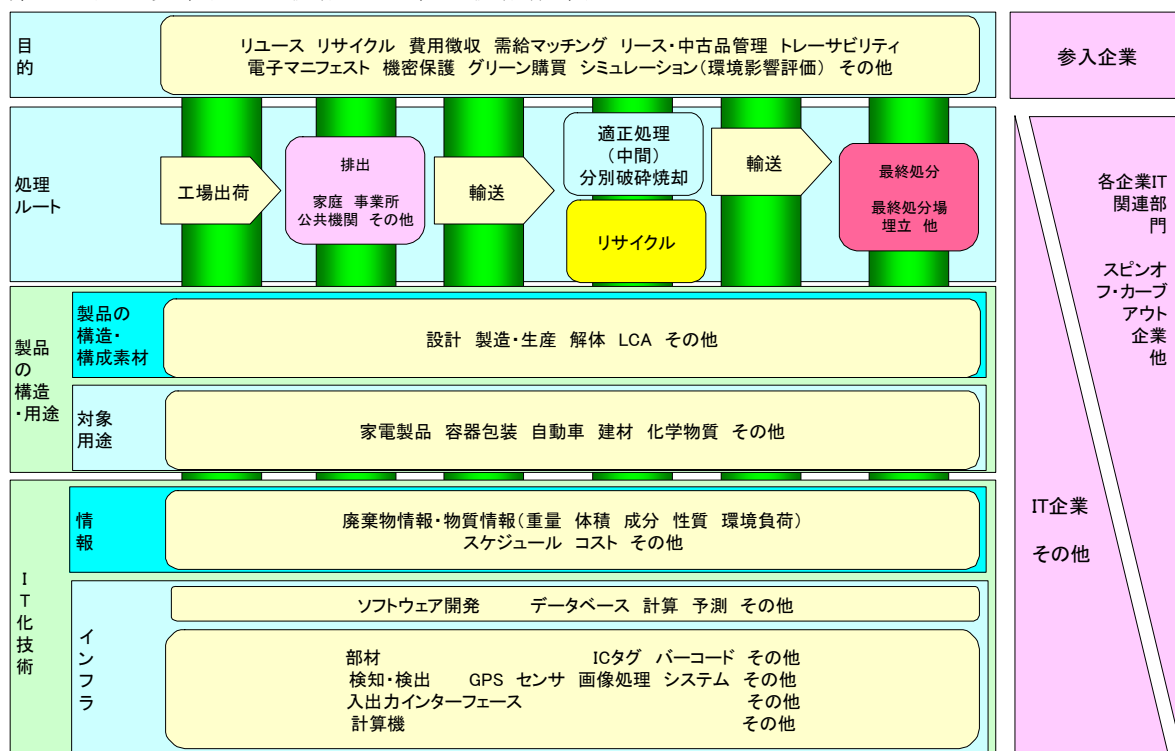
1. 技術俯瞰図

廃棄物処理技術のIT化の技術俯瞰図を第3-1図に示す。

目的、処理ルート、製品の構造・構成素材、対象用途、情報、インフラの項目に区分した。

さらに、目的は、ITを利用する目的別に区分した。処理ルートは、廃棄物の処理ルートどの段階に関するものであるかにより区分した。製品の構造・構成素材は、設計から解体に至るまでのどの段階に関するものかにより区分した。対象用途については、対象とする用途別の区分を行った。情報は、IT利用で取り扱う情報により区分した。インフラは、ソフトウェア、ハードウェアなどのIT利用におけるインフラにより区分した。

第3-1図 廃棄物処理技術のIT化の技術俯瞰図



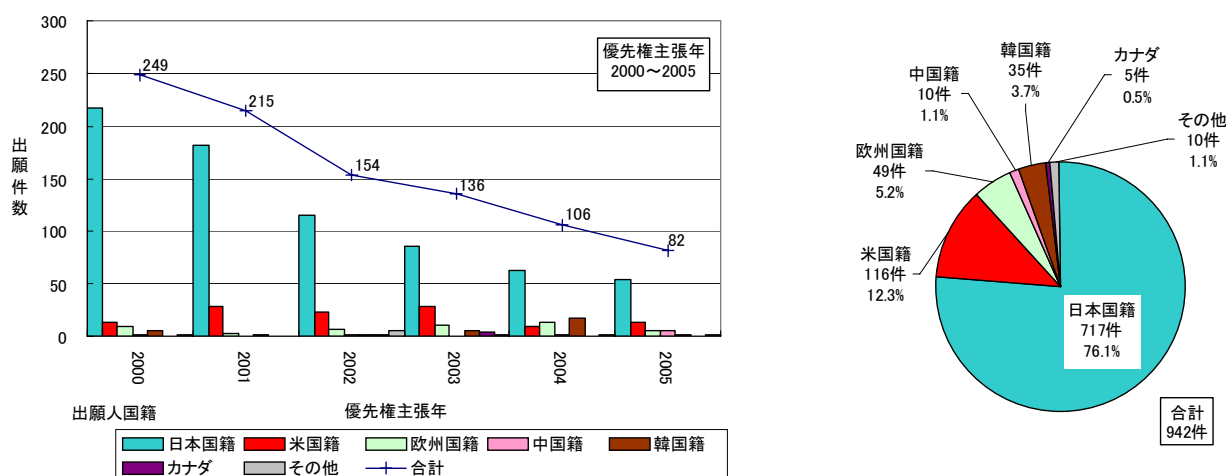
第3節 調査結果

1. 特許の出願動向

(1) 全体の出願動向

日本、米国、欧州、中国、韓国における出願人国籍別出願件数推移(第3-2図)を以下に示す。五極全体でみると、日本国籍の出願が多く、次に米国、欧州、韓国、中国、カナダの順番になっている。五極全体の出願件数としては、減少しており、特に、日本国籍の出願件数は減少傾向にあるが、中国籍、韓国籍の出願件数は、増加する傾向にある。

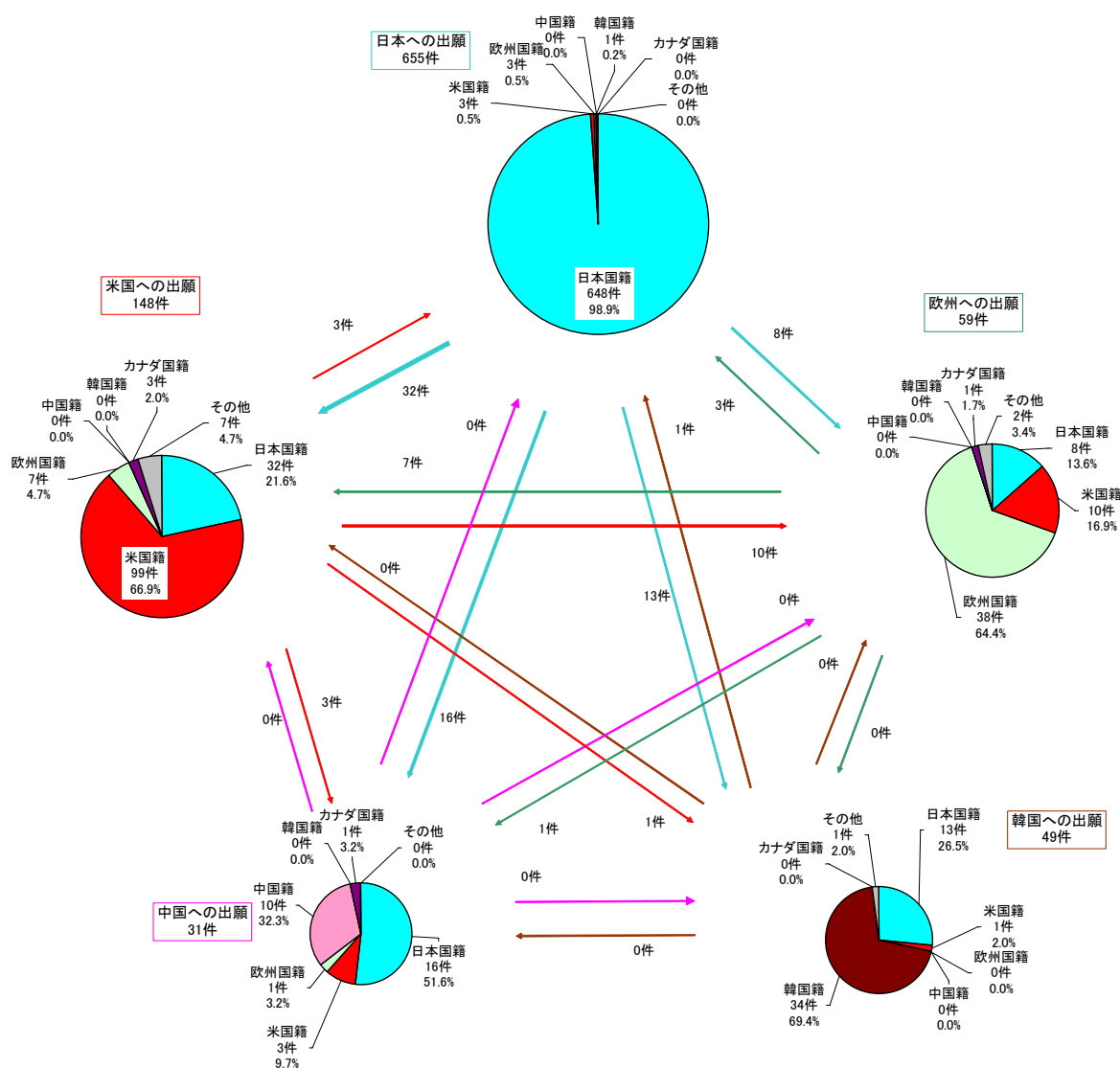
第3-2図 出願人国籍別出願件数推移(出願先：五極全体)



* 公報単位で集計

日本、米国、欧州、中国、韓国の五極による出願先国別一出願人国別出願件数収支を以下に示す(第3-3図)。五極全体でみると、日本国籍の出願が多く、海外への日本国籍出願人の出願も多い。米国、欧州、韓国においては、それぞれの地域、国における出願の割合が高い傾向となっている。一方、海外からの日本への出願は相対的に低いことがわかる。

第 3-3 図 出願先国別－出願人国別出願件数収支(出願先：五極)



* 公報単位で集計

(2) 技術区分別の出願動向

利用目的について、技術区分別の出願件数推移(第 3-4 図)をみると、リサイクルに関する出願が最も多く、需給マッチング、リユース、費用徴収、環境影響評価、トレーサビリティに関する出願が続いている。総じて経年とともに減少傾向にあるが、トレーサビリティ、電子マニフェストは横ばい状況にある。また、その他はこれらに分類されない利用目的を含んでいる。

処理ルートについてみると(第 3-5 図)、出願件数は適正処理、排出、トータルシステムの順になっているがいずれも減少傾向にある。

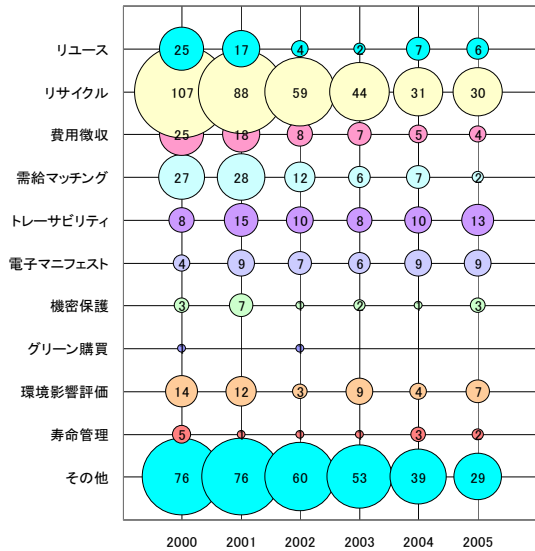
製品の構造・構成素材についてみると、解体に関する出願が最も多く、製造・生産、LCAがこれに続くが、これらに分類されないものが多い(第 3-6 図)。

対象用途についてみると、家電製品、事務用品、生ごみ、自動車に関する出願件数が多く、容器包装、化学物質がこれに続いている(第 3-7 図)。

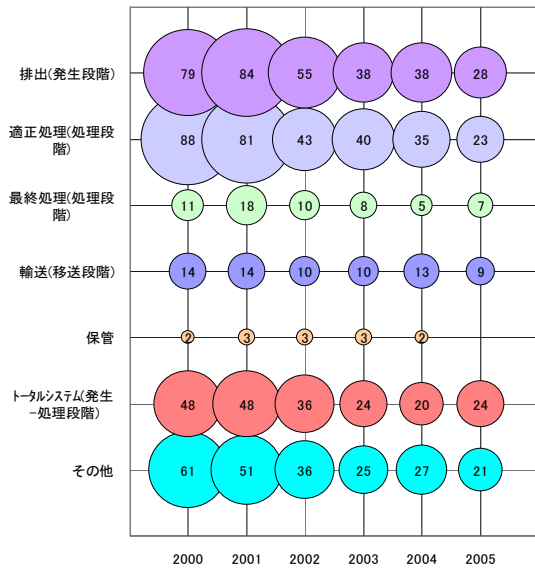
情報についてみると、廃棄物情報・物質情報に関する出願が最多となっており、これに、コスト、スケジュールが続いている(第 3-8 図)。

インフラについてみると、ネットワーク、ソフトウェアに関する出願件数が多い。総じて減少傾向にあるが、部材、検知・検出、入力インターフェースは減少程度が少ないといえる。また、計算機は数が少ないものの増加傾向にある（第3-9図）。

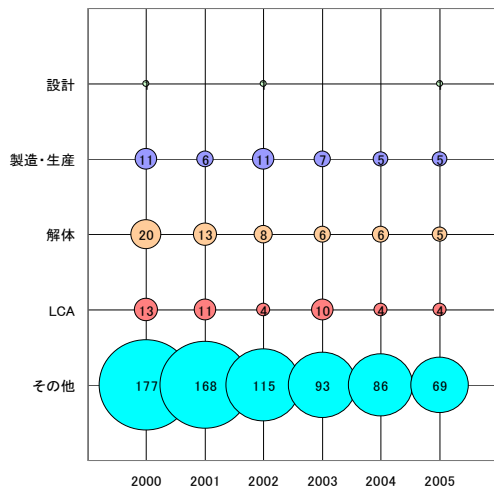
第3-4図 技術区分別—出願件数推移
(利用目的, 出願先: 五極全体)



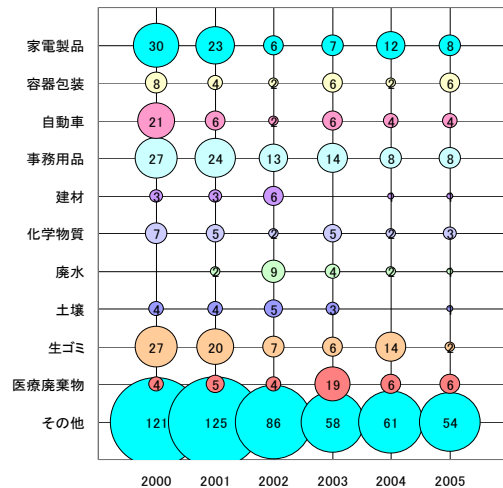
第3-5図 技術区分別—出願件数推移
(処理ルート, 出願先: 五極全体)



第3-6図 技術区分別—出願件数推移
(製品の構造・構成素材, 出願先: 五極全体)

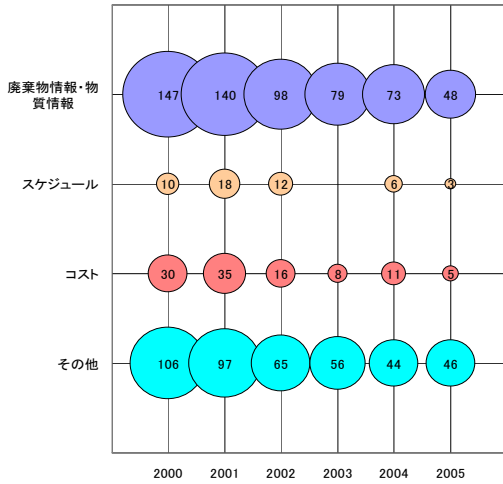


第3-7図 技術区分別—出願件数推移
(対象用途, 出願先: 五極全体)

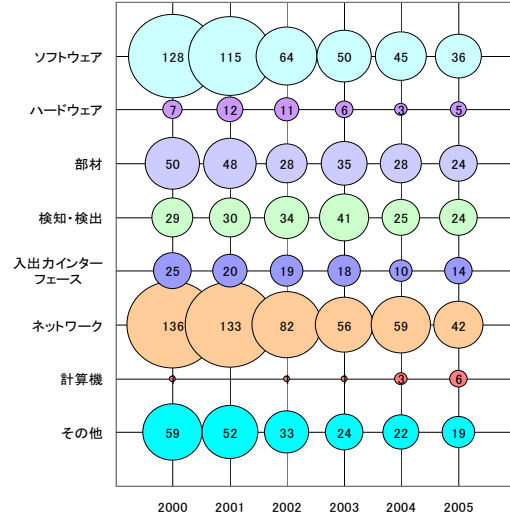


* 発明単位で集計

第 3-8 図 技術区分別—出願件数推移
(情報, 出願先: 五極全体)



第 3-9 図 技術区分別—出願件数推移
(インフラ, 出願先: 五極全体)



* 発明単位で集計

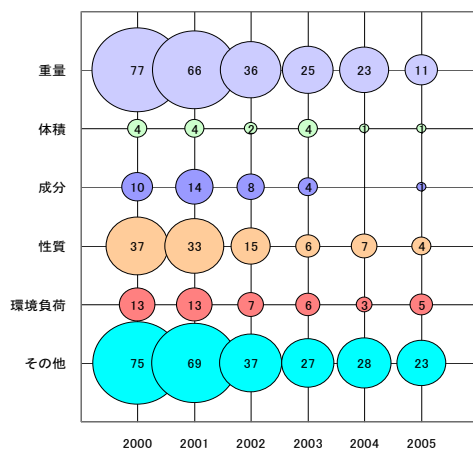
(3) 注目研究開発テーマ別の出願動向

廃棄物処理技術の IT 化における注目研究開発テーマとして、「廃棄物情報・物質情報」に関する各国への出願件数推移を以下に示す(第 3-10 図～第 3-15 図)。

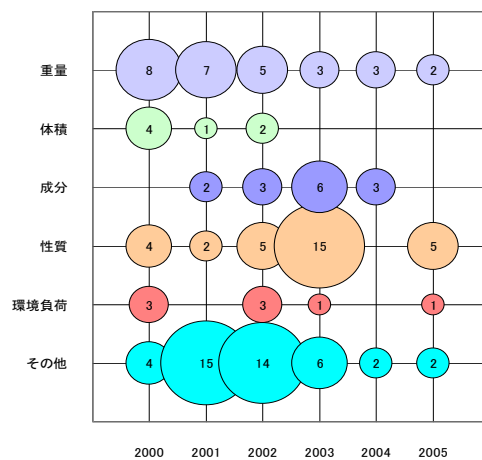
日本へ出願されている廃棄物情報・物質情報のための技術は、重量に関するもの、性質に関するもの、環境負荷に関するもの、成分に関するものの順に出願件数が多い。

米国への出願では、性質に関するものが最も多く、重量に関するもの、成分に関するものと続いている。欧州、中国、韓国へ出願では、重量に関するもの、性質に関するものの順であった。カナダへの出願では、性質と環境負荷に関するものがあった。

第 3-10 図 注目研究開発テーマ別—出願人国籍別出願件数推移 (廃棄物情報・物質情報 日本への出願)

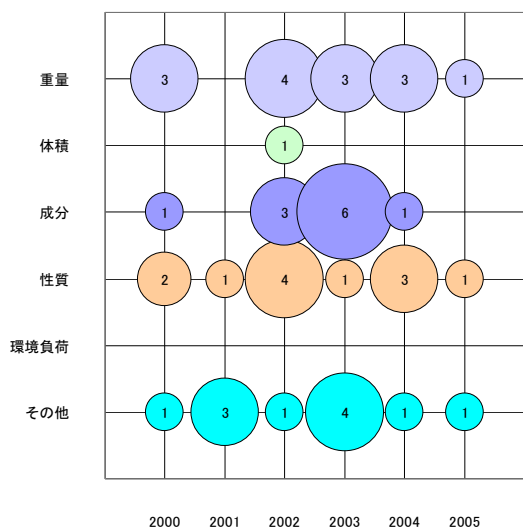


第 3-11 図 注目研究開発テーマ別—出願人国籍別出願件数推移 (廃棄物情報・物質情報 米国への出願)

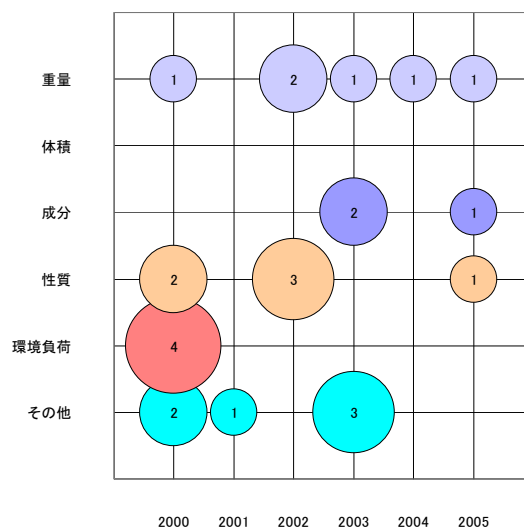


* 公報単位で集計

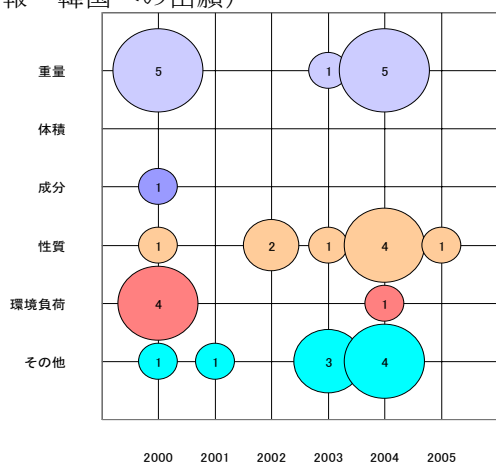
第 3-12 図 注目研究開発テーマ別—出願人国籍別出願件数推移（廃棄物情報・物質情報 欧州への出願）



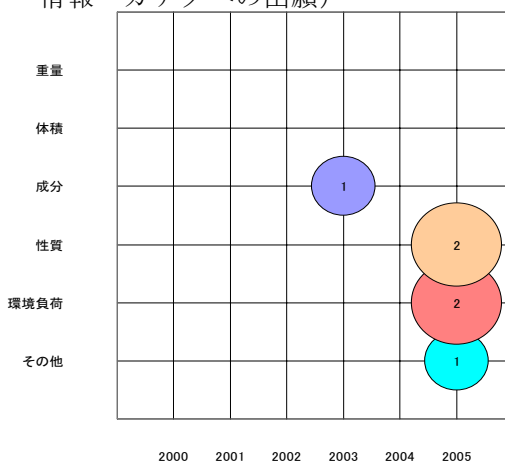
第 3-13 図 注目研究開発テーマ別—出願人国籍別出願件数推移（廃棄物情報・物質情報 中国への出願）



第 3-14 図 注目研究開発テーマ別—出願人国籍別出願件数推移（廃棄物情報・物質情報 韓国への出願）



第 3-15 図 注目研究開発テーマ別—出願人国籍別出願件数推移（廃棄物情報・物質情報 カナダへの出願）



* 公報単位で集計

(4) 出願件数ランキング

廃棄物処理の IT 化に関する出願先国別—出願人別出願件数ランキングを第 3-16 表に示す。全体的に日本企業が上位にランクされている。

日本への出願においては、リコー、松下電器産業、日立製作所、セイコーエプソン、東芝が上位にランクされている。米国においては、上位を占める米国企業の他にリコー、キャノン、エキシー総合研究所、セイコーエプソンなどの日本企業が入っている。

欧州においては、欧州企業の他にリコー、キャノン、エキシー総合研究所などの日本企業が上位にランクされている。中国においては、1 位はリコーであり、キャノン、シンコーフレックス、三菱電機などの日本企業などが入っている。韓国においては、日本企業からの出願も多くエキシー総合研究所、リコーなどが入っている。

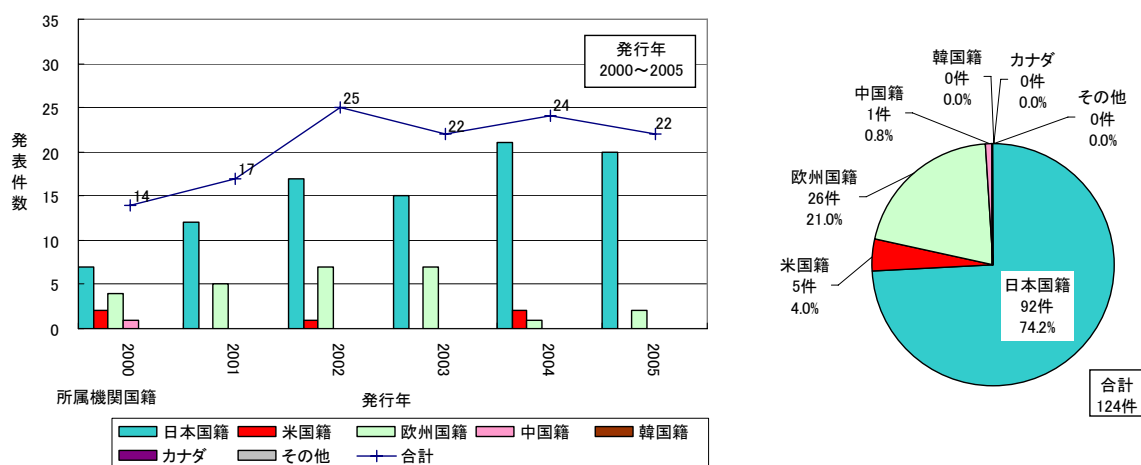
第 3-16 表 出願先国別－出願人別出願件数ランキング

| 順位 | 日本への出願 | | 米国への出願 | | 欧州への出願 | | 中国への出願 | | 韓国への出願 | |
|----|-------------|----|---|----|--------------------------------|----|--------------|----|--------------------------------|----|
| | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 |
| 1 | リコー(日) | 50 | ITRASH INC (米) | 6 | リコー(日) | 2 | リコー(日) | 7 | エキシー総合研究所(日) | 4 |
| 2 | 松下電器産業(日) | 26 | One Plus Corp. (米) | 6 | キャノン(日) | 2 | キャノン(日) | 2 | リコー(日) | 3 |
| 3 | 日立製作所(日) | 21 | リコー(日) | 5 | エキシー総合研究所(日) | 2 | シンコーフレックス(日) | 2 | Envac Centralsug Aktiebolag(欧) | 2 |
| 4 | セイコーエプソン(日) | 20 | Vesta Medical, LLC(米) | 4 | ZIMMER AG(欧) | 2 | 三菱電機(日) | 2 | LEE H G(韓) | 2 |
| 5 | 東芝(日) | 20 | キャノン(日) | 4 | Sistema Ecodeco S.p.A.(欧) | 2 | 本田技研工業(日) | 2 | SMT CO LTD(韓) | 2 |
| 6 | キャノン(日) | 15 | Complete Recycling Systems, LLC(米) | 3 | SCHLEICHER & CO INTERNAT AG(欧) | 2 | 清華大学(中) | 2 | 塚本 英樹(日) | 2 |
| 7 | 日本電信電話(日) | 11 | Hill Rom Services, Inc.(米) | 2 | One Plus Corp. (米) | 2 | | | 帝人ファイバー(日) | 2 |
| 8 | 三菱重工業(日) | 10 | Sanitec Industries, Inc., a California Corporation(米) | 2 | Loskotova, Jarmila(欧) | 2 | | | | |
| 9 | 荏原製作所(日) | 9 | エキシー総合研究所(日) | 2 | Hitech Chemicals Oy(欧) | 2 | | | | |
| 10 | 三菱電機(日) | 9 | セイコーエプソン(日) | 2 | Fortex AGS, a.s.(欧) | 2 | | | | |
| 11 | 本田技研工業(日) | 9 | ニスコム(日) | 2 | Bil Solutions Limited(欧) | 2 | | | | |
| 12 | ソニー(日) | 8 | 三菱電機(日) | 2 | | | | | | |
| 13 | 清水建設(日) | 8 | 富士通(日) | 2 | | | | | | |
| 14 | 日本電気(日) | 8 | 本田技研工業(日) | 2 | | | | | | |
| 15 | 日立建機(日) | 8 | | | | | | | | |

2. 研究開発動向

廃棄物処理の IT 化に関する論文の発表件数を以下に示す。2000 年以降、論文の発表件数は、増加する傾向にある。全体の発表件数のうち、日本国籍が 74.2%を占めている。次に欧州国籍、米国籍、中国籍が続いている（第 3-17 図）。

第 3-17 図 論文発表件数推移



3. 政策動向と市場環境

廃棄物処理・リサイクル分野での IT 技術の活用は、電子マニフェストシステムに基礎をおいている。日本における電子マニフェストの普及への政策等の主な動きを第 3-18 図に示す。

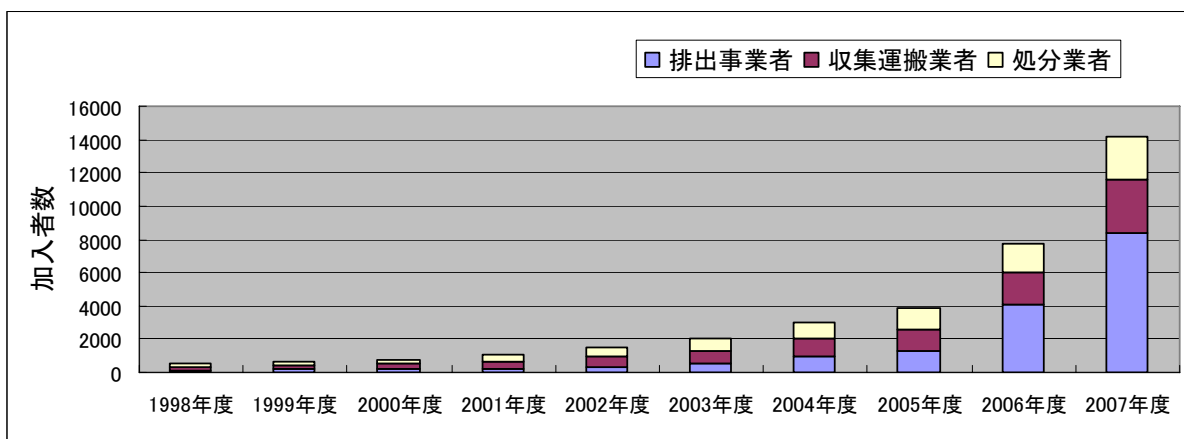
第 3-18 図 電子 manifests の普及への政策等の主な動き

| 1997年 | 1998年 | 1999年 | 2000年 | 2001年 | 2002年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 |
|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|---------------------------|-------|-------|
| 6月 | | | | | | | | 3月 | | | |
| 電子 manifests 制度創設 | | | | | | | | 電子 manifests 普及促進方策制定 | | | |
| | 12月 | | | | | | | | 1月 | | |
| | 電子 manifests 運用開始 | | | | | | | | 電子 manifests 普及目標2010年50% | | |

1997年6月の廃棄物処理法の改正により電子 manifests 制度が創設され、(財)日本産業廃棄物処理振興センターが唯一の電子 manifests 運営を担当する情報処理センターに指定された。その後、1998年12月に実際の運用が開始された。当初、急速に進歩してきた IT 技術を活用することにより、紙 manifests の運用における事務処理の煩雑さの解消、伝票管理の合理化を主な目的として電子 manifests の導入が図られた。しかし、その後、廃棄物処理の現場における、例えば岩手県内での多量の廃棄物不法投棄など社会的にも大きな問題が発生した状況を受けて、2003年、2004年、2005年の廃棄物処理法改正の国会審議の過程において、「産業廃棄物の不適正処理事案に対応するため、電子 manifests の義務化も視野に入れつつ、その普及拡大を図る方策を検討すること」が附帯決議として採択された。この結果を受け、環境省は、2005年3月に、2008年度電子 manifests 普及率を30%とする「電子 manifests 普及促進方策」を定めた。これに従い、重点普及対象、普及促進の基本戦略、普及促進の具体的方策からなる、「普及促進方策」が定められた。さらに、2006年1月に IT 戦略本部の作成した「IT 新改革戦略」では、2010年度電子 manifests 利用率50%が普及目標として掲げられた。

電子 manifests 制度の運用が開始された1998年度から2007年度(4~12月)までの制度への参加数の推移を第3-19図に示す。2005年度以降、加入者数は顕著に増加している。特に排出事業者の加入増は年率100%以上に達している。

第 3-19 図 電子 manifests 加入状況の推移



出典：日本産業廃棄物処理振興センター資料をもとに作成

第4章 汚染土壌の処理技術

第1節 汚染土壌の処理技術の概要

汚染土壌の処理技術は、有害物質で汚染された土壌、地下水の浄化・修復に関する処理技術である。汚染土壌の多くは、重金属や揮発性有機化合物などの有害物質が土壌中に漏洩したり、廃棄されたことに起因している。処理技術としては、拡散防止技術、除去技術、分解・無害化技術に大別される。有害物質の種類により、また、処理期間や処理コストなど土地取引きともなう経済的な要因によって処理技術が選択されている。

汚染土壌の処理に関しては、平成15年の土壌汚染対策法の施行後、工場跡地の再開発等ともなう土壌汚染の判明など汚染事例が増加したため、汚染土壌の処理技術が求められている。この処理分野には、環境関連装置企業、ゼネコン、各種製造業などが参入しており、汚染土壌の浄化・修復を行っている。

第2節 対象範囲と調査項目

1. 技術俯瞰図

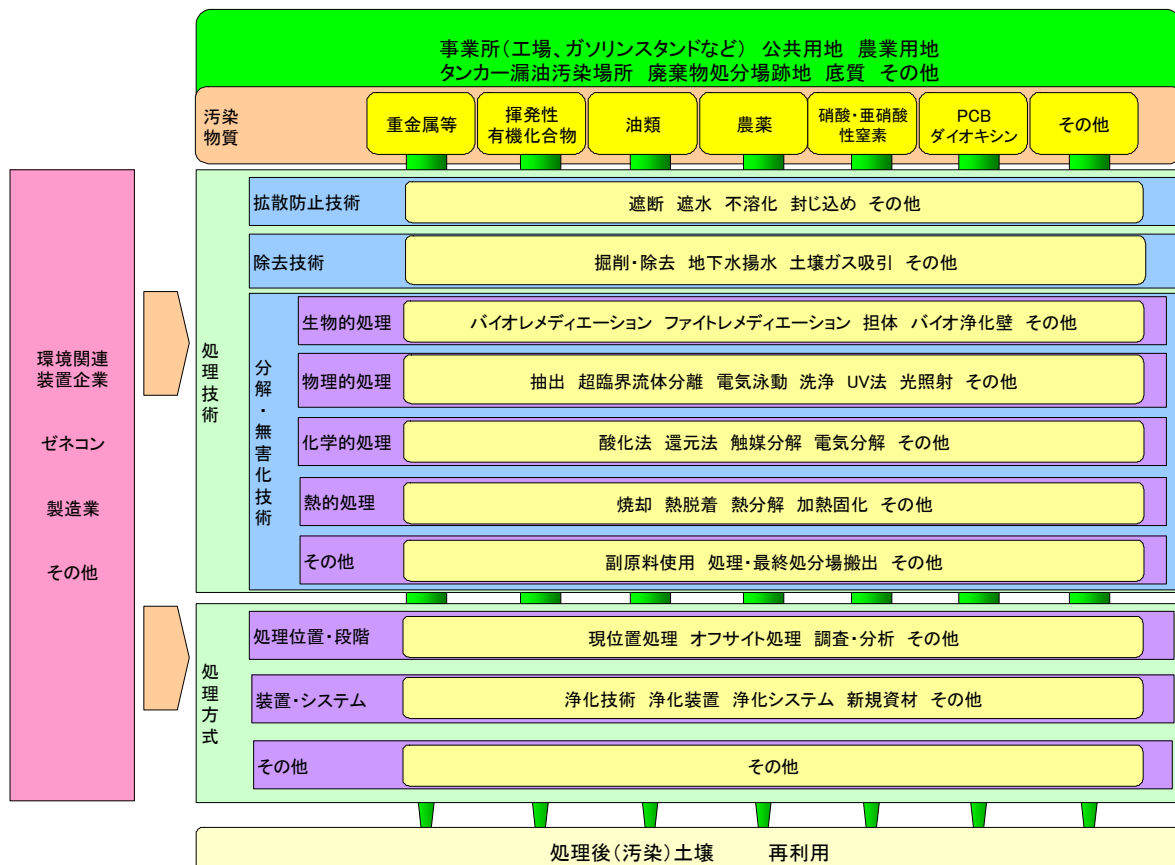
汚染土壌の処理技術の技術俯瞰図を第4-1図に示す。

汚染物質、処理技術、処理方式の項目で区分を行った。

さらに、処理技術は、拡散防止、除去、分解・無害化の3つの処理技術に区分した。さらに、分解・無害化処理は、生物的処理、物理的処理、化学的処理、熱的処理、その他に区分した。なお、汚染土壌に関する技術、地下水汚染に関する技術、両者に共通する技術があるが、ここでは、これらの技術について特別な区分は行わなかった。

処理方式は、処理位置・段階、装置・システム、その他に区分した。

第4-1図 汚染土壌の処理技術の技術俯瞰図



参入企業は、環境関連装置企業、ゼネコン、各種製造業などであり、汚染土壌を処理することにより、再利用に供する。

現状では、土地取引に伴う土壌の調査・分析が行われるようになり、汚染土壌の土壌環境基準の超過事例が増加している。また、汚染が見つかった土壌に関しては、取引のタイミング、再利用の用途、コストなどの要因により、種々の浄化技術が用いられている。

このように汚染土壌の処理は、経済活動の一部としても位置づけられる。平成 13 年度の調査に加えて、処理方式の項目を加えることにより、実態を反映した経済活動としての新たな切り口も考慮して整理した。

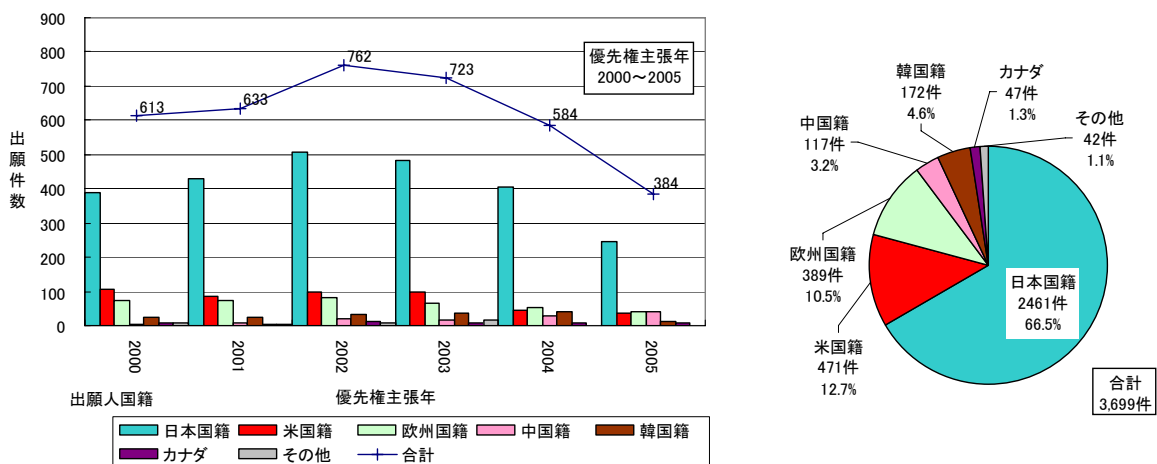
第 3 節 調査結果

1. 特許の出願動向

(1) 全体の出願動向

日本、米国、欧州、中国、韓国における出願人国籍別出願件数推移を第 4-2 図に示す。2000 年から 2002 年にかけて出願件数が増加し、2003 年以降はやや減少している。出願件数の割合は日本国籍が約 7 割と最も多く、次に米国籍、欧州国籍、韓国籍、中国籍、カナダ国籍の順となっている。

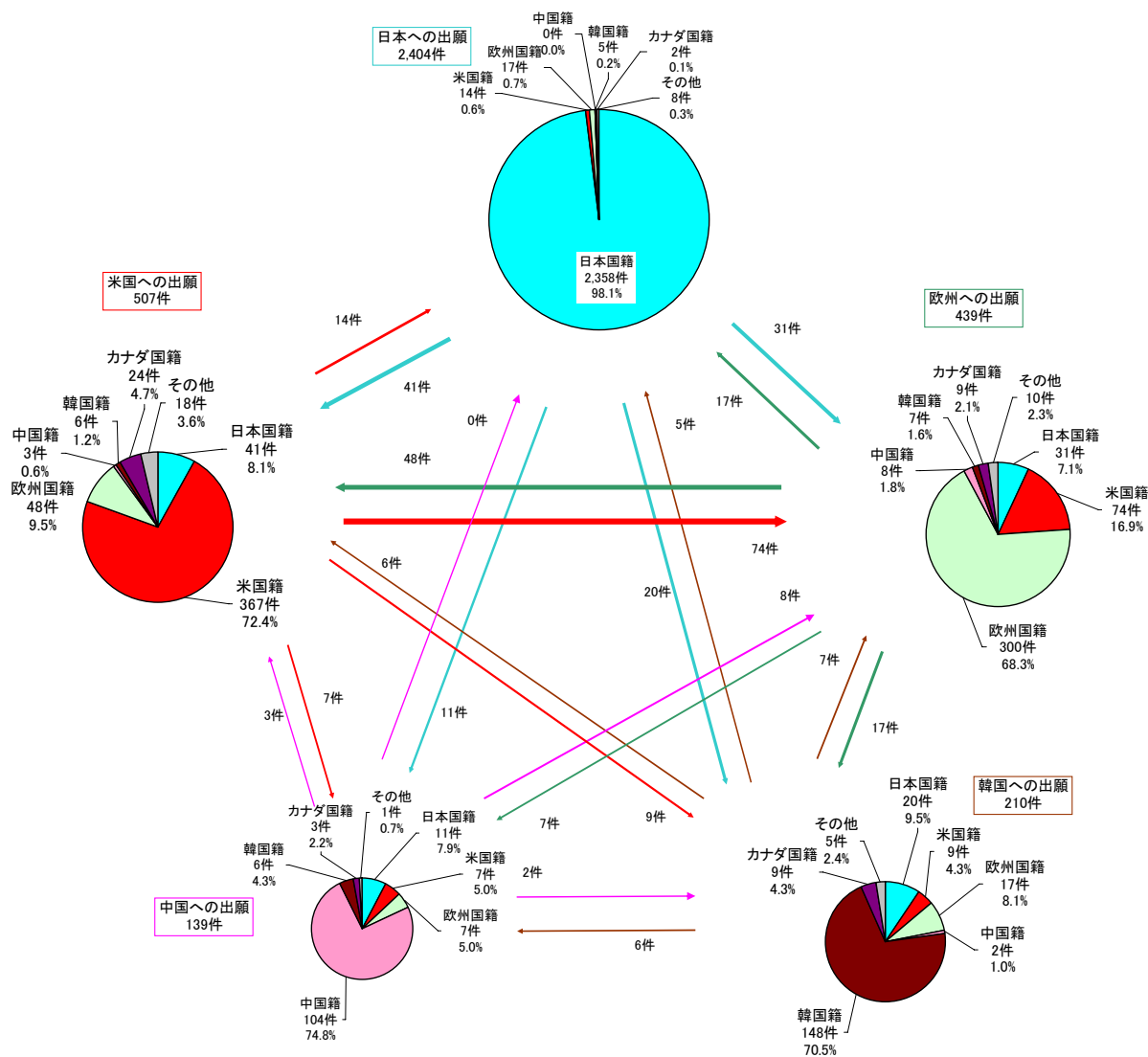
第 4-2 図 出願人国籍別出願件数推移(出願先：五極全体)



* 公報単位で集計

日本、米国、欧州、中国、韓国の五極による出願先国別一出願人国別出願件数収支を以下に示す。五極全体でみると、日本国籍の出願が多く、海外への日本国籍出願人による出願も多い。各国において、それぞれの地域、国における出願の割合が高い傾向となっている。一方、海外からの日本への出願は相対的に低いことがわかる（第 4-3 図）。

第 4-3 図 出願先国別一出願人国別出願件数収支(出願先：五極)



* 公報単位で集計

(2) 技術区分別の出願動向

課題について技術区分別の出願件数推移（第 4-4 図）をみると、迅速処理、低コスト処理とも横ばい傾向にある。

汚染物質について技術区分別の出願件数推移をみると、重金属等、揮発性有機化合物、ダイオキシン、油類に関する出願件数が多い。出願件数は、全体的に横ばいになっている（第 4-5 図）。

処理技術（第 4-6 図）についてみると拡散防止処理と除去処理に関する出願件数が多く、次いで生物処理、物理処理、化学処理、熱処理と続いている。拡散防止処理と除去処理に関

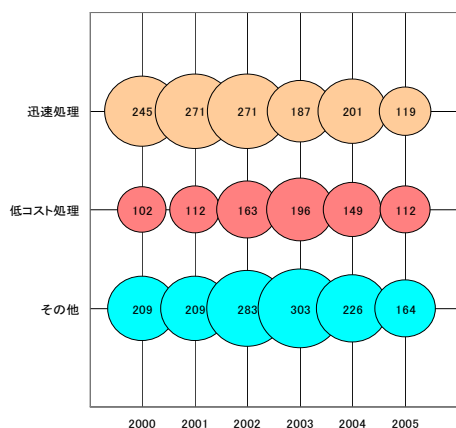
する出願件数は、2001年と2002年をピークに減少している。

処理位置・段階（第4-7図）についてみると、原位置処理に関する出願が最も多く、インサイト処理に関する出願が最も少なくなっている。

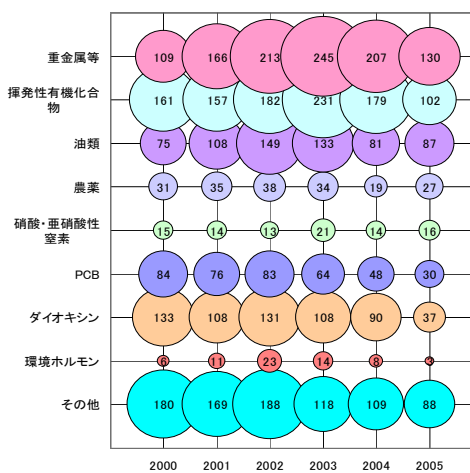
装置・システム（第4-8図）についてみると、浄化技術、浄化システム、浄化装置の順で出願件数が多くなっている。

汚染場所（第4-9図）についてみると、特定された汚染場所では工場跡地が最も多く、2000年の28件から2004年の156件と急速な伸びがみられる。

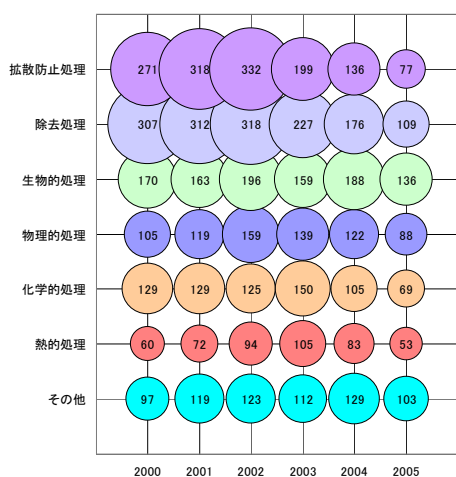
第4-4図 技術区分別—出願件数推移
(課題, 出願先: 五極全体)



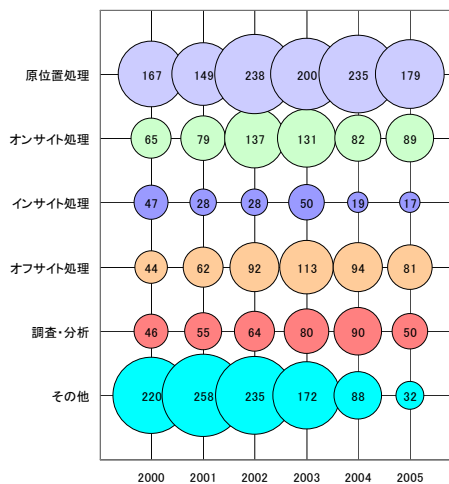
第4-5図 技術区分別—出願件数推移
(汚染物質, 出願先: 五極全体)



第4-6図 技術区分別—出願件数推移
(処理技術, 出願先: 五極全体)

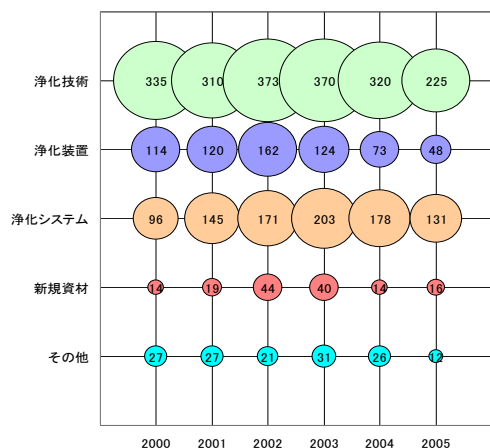


第4-7図 技術区分別—出願件数推移
(処理位置・段階, 出願先: 五極全体)

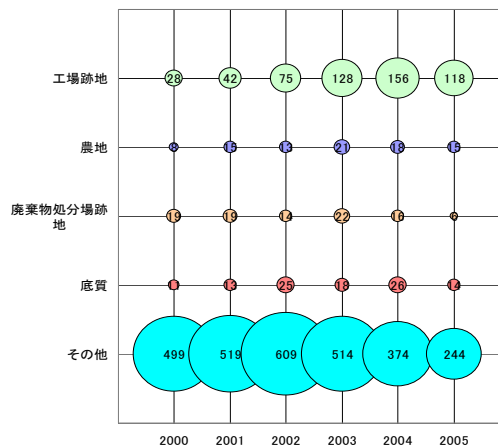


* 発明単位で集計

第 4-8 図 技術区分別－出願件数推移
(装置・システム, 出願先: 五極全体)



第 4-9 図 技術区分別－出願件数推移
(汚染場所, 出願先: 五極全体)



* 発明単位で集計

次に、第 4-5 図に示した汚染物質について、各国への出願件数推移を第 4-10 図～第 4-15 図に示す。

日本への出願（第 4-10 図）についてみると、揮発性有機化合物、重金属等、ダイオキシンに関する出願件数が多く、次に、油類、PCB に関する出願が続いている。硝酸・亜硝酸性窒素や環境ホルモン（内分泌かく乱物質）に関する出願件数は少ない。

「その他」に含まれる具体的な汚染物質としては、トリハロメタン、金属屑、シアン、リン酸、クロルフェノール類、多環式芳香族、有害廃ガス、ウラン、発ガン物質、ベンツピレン、放射性物質、散弾、化学兵器、抗生物質、MTBE、ガソリン添加物（エーテル）、ロケット燃料、トリニトロトルエン、アスベストなどが挙げられるが、「その他」には、汚染物質としての具体的な記載のない出願、或いは逆に網羅的な記載のある出願が多く含まれている。

米国への出願（第 4-11 図）は、2002 年から減少に転じている。揮発性有機化合物、重金属等、油類に関する出願が多い。ダイオキシンと PCB については日本に比べて極めて少ない。

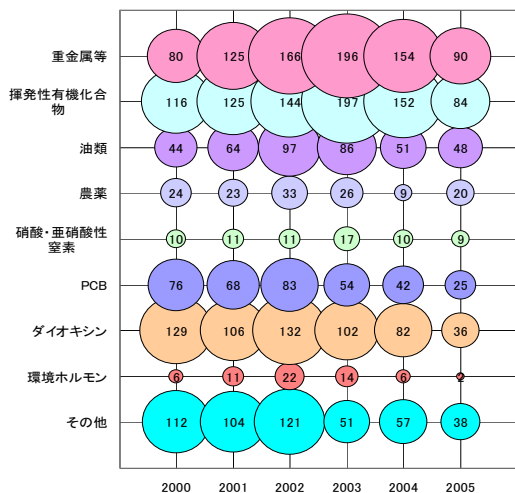
欧州への出願件数（第 4-12 図）は、ほぼ横ばいである。油類、重金属等、揮発性有機化合物の順に出願が多い。油類に関する出願の多さが欧州への出願における特徴と考えられる。環境ホルモンに関する出願は全くみられない。

中国への出願（第 4-13 図）は、全体的に増加傾向にある。重金属等と油類に関する出願が多い。

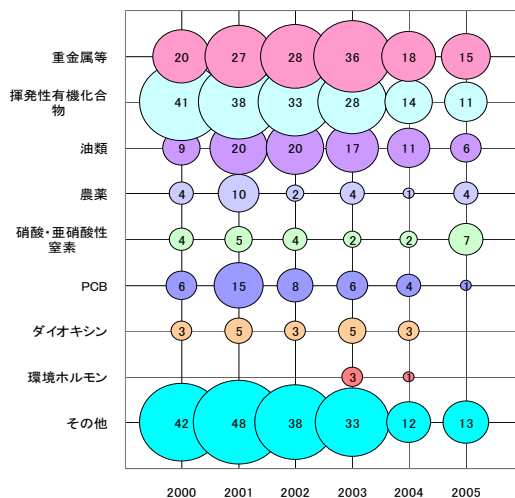
韓国への出願（第 4-14 図）は、重金属等と揮発性有機化合物、油類に関する出願が多く、また、他の国に比べ農薬の比率が多い。

カナダへの出願（第 4-15 図）は、2000 年以降減少傾向にある。

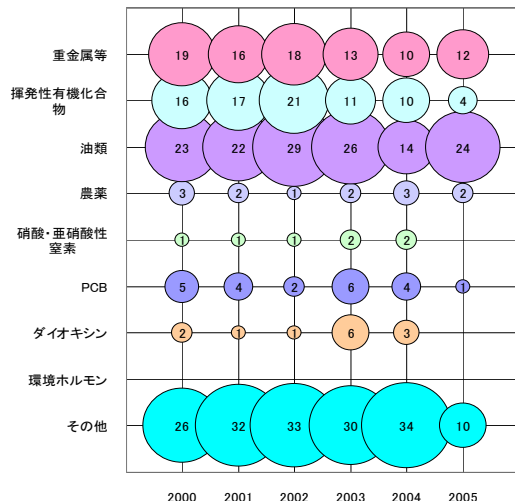
第 4-10 図 出願先国別－出願件数推移
(汚染物質 日本への出願)



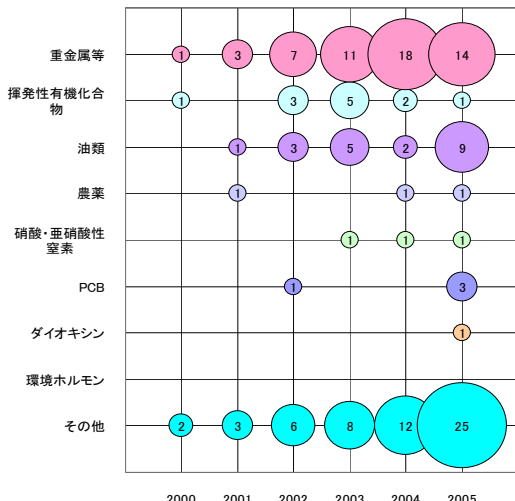
第 4-11 図 出願先国別－出願件数推移
(汚染物質 米国への出願)



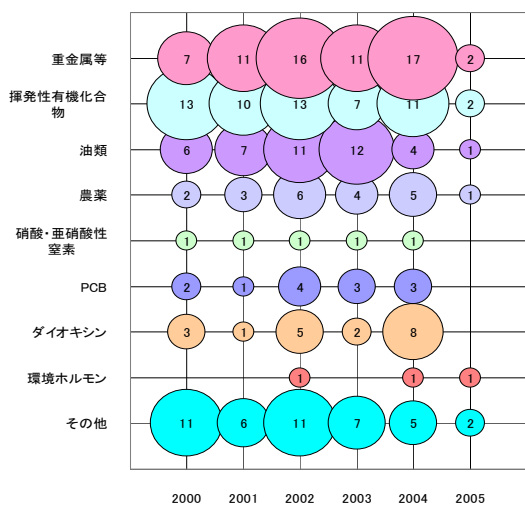
第 4-12 図 出願先国別－出願件数推移
(汚染物質 欧州への出願)



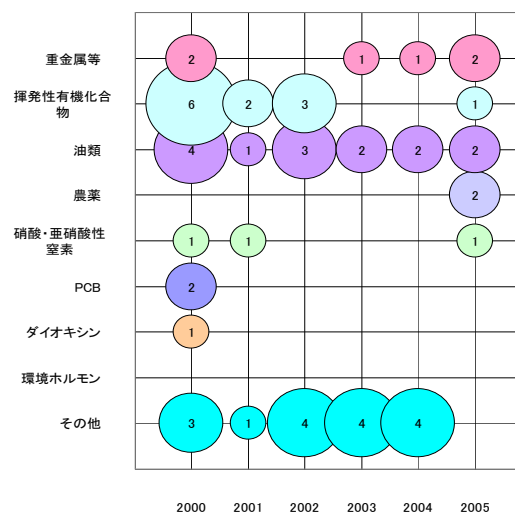
第 4-13 図 出願先国別－出願件数推移
(汚染物質 中国への出願)



第 4-14 図 出願先国別－出願件数推移
(汚染物質 韓国への出願)



第 4-15 図 出願先国別－出願件数推移
(汚染物質 カナダへの出願)



* 公報単位で集計

第 4-6 図に示した処理技術について、各国への出願件数推移を第 4-16 図～第 4-21 図に示す。

日本への出願についてみると、拡散防止処理、土壌ガス吸引、生物的処理、物理的処理、化学的処理などの出願件数が多い（第 4-16 図）。

米国への出願（第 4-17 図）についてみると、化学的処理、生物的処理、除去処理、拡散防止処理、物理的処理、の順に出願が多い。

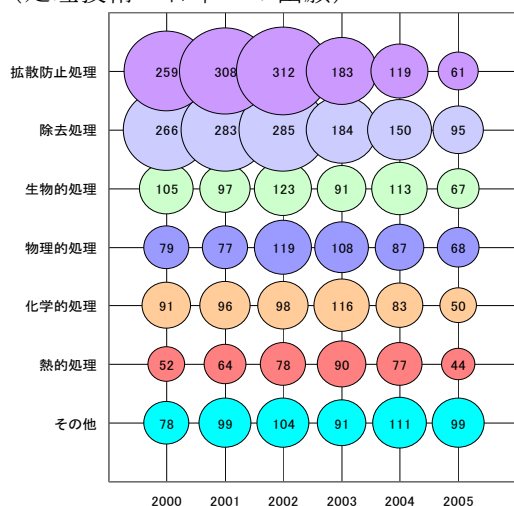
欧州への出願（第 4-18 図）についてみると、生物的処理に関する出願が最も多く、次いで除去処理、化学的処理、物理的処理、拡散防止処理の順になっている。

中国への出願（第 4-19 図）についてみると、2003 年から生物的処理が急増している。

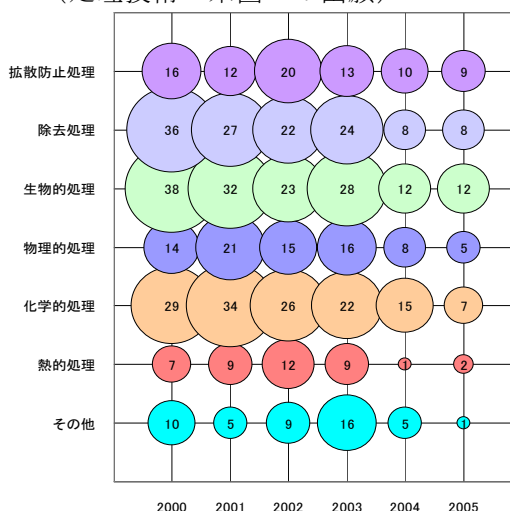
韓国への出願（第 4-20 図）についてみると、生物的処理、物理的処理に関する出願が多い。化学的処理が除去処理よりも少ないのが特徴と考えられる。

カナダへの出願（第 4-21 図）についてみると生物的処理、除去処理に関する出願が多い。

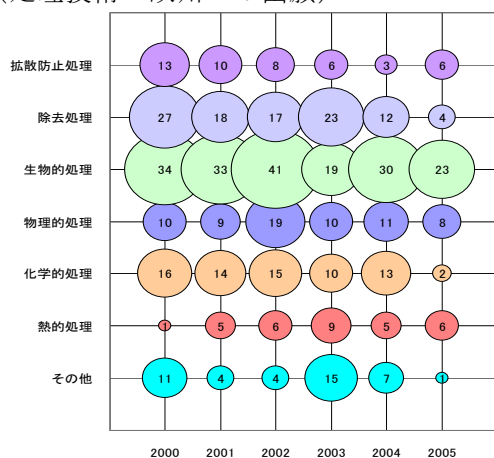
第 4-16 図 出願先国別—出願件数推移
(処理技術 日本への出願)



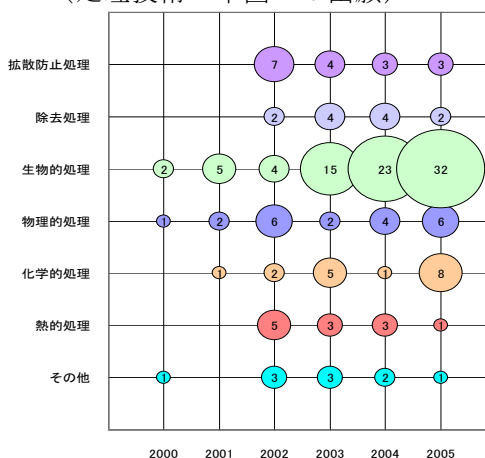
第 4-17 図 出願先国別—出願件数推移
(処理技術 米国への出願)



第 4-18 図 出願先国別—出願件数推移
(処理技術 欧州への出願)

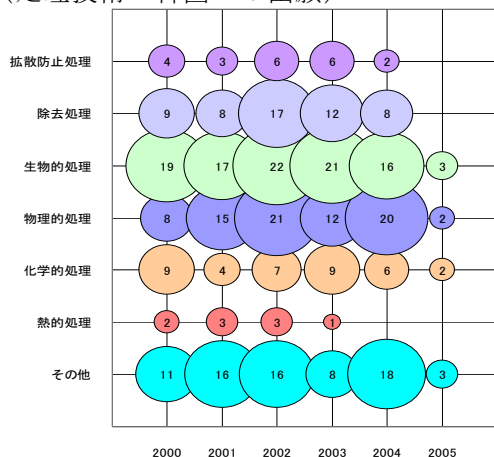


第 4-19 図 出願先国別—出願件数推移
(処理技術 中国への出願)

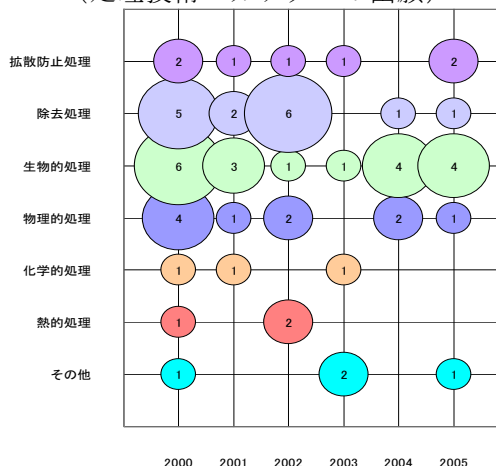


* 公報単位で集計

第 4-20 図 出願先国別—出願件数推移
(処理技術 韓国への出願)



第 4-21 図 出願先国別—出願件数推移
(処理技術 カナダへの出願)



* 公報単位で集計

(3) 注目研究開発テーマの出願動向

注目研究開発テーマとして、汚染物質と対する処理技術の面から解析を実施した。

日本への出願（第 4-22 図）をみると、全体として、各汚染物質に対して各種様々な処理技術について、まんべんなく出願がなされている。しかし出願件数の多い、重金属等、揮発性有機化合物、ダイオキシン、油類に対しては、拡散防止処理、除去処理を用いるものが比較的多い。

米国への出願（第 4-23 図）についてみると、重金属等については拡散防止処理、化学的処理を、揮発性有機化合物については生物的処理、化学的処理を用いる出願が多い。

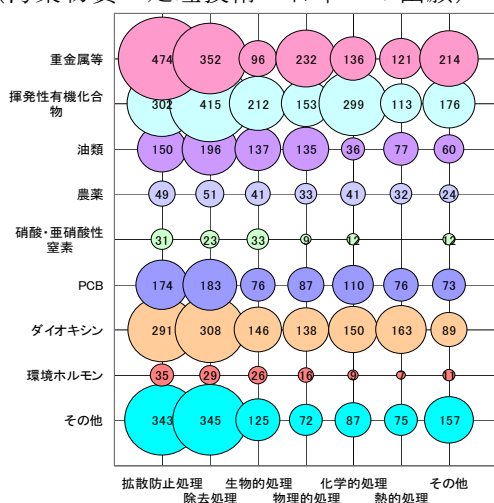
欧州への出願（第 4-24 図）についてみると、油類に対する生物的処理が多い。

中国への出願（第 4-25 図）についてみると、重金属等に対する生物的処理が多い。

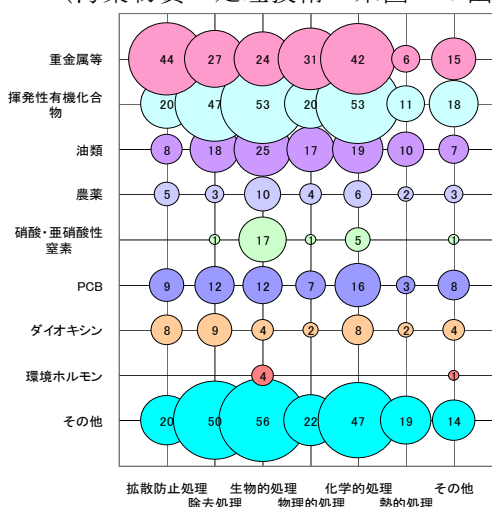
韓国への出願（第 4-26 図）についてみると、重金属等に対する物理的処理が多い。

カナダへの出願（第 4-27 図）についてみると、揮発性有機化合物に対する除去処理、油類に対する物理的処理が多い。

第 4-22 図 出願先国別—出願件数
(汚染物質×処理技術 日本への出願)

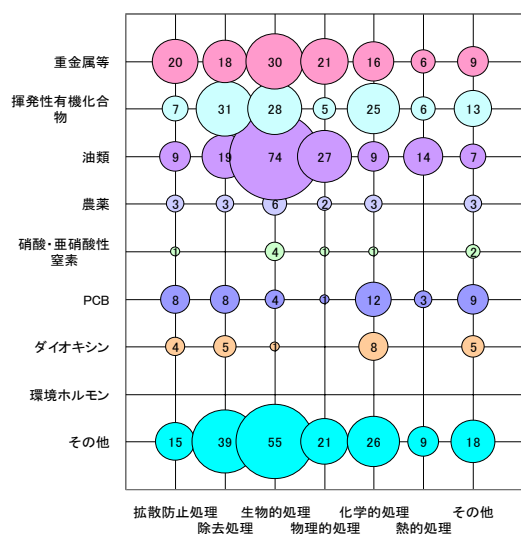


第 4-23 図 出願先国別—出願件数
(汚染物質×処理技術 米国への出願)

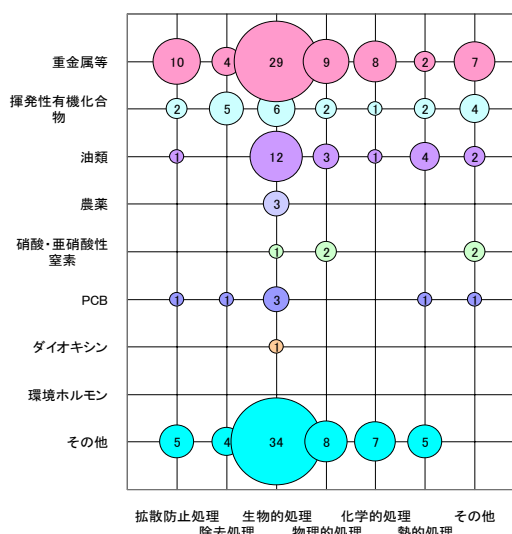


* 公報単位で集計

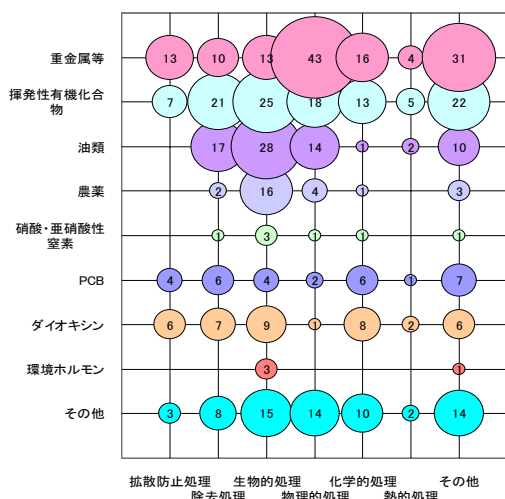
第 4-24 図 出願先国別—出願件数
(汚染物質×処理技術 欧州への出願)



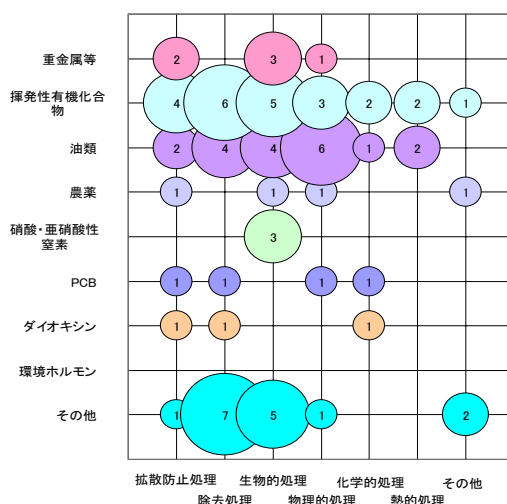
第 4-25 図 出願先国別—出願件数
(汚染物質×処理技術 中国への出願)



第 4-26 図 出願先国別—出願件数
(汚染物質×処理技術 韓国への出願)



第 4-27 図 出願先国別—出願件数
(汚染物質×処理技術 カナダへの出願)



* 公報単位で集計

(4) 出願件数ランキング

汚染土壌の処理技術に関する出願先国別—出願人別出願件数ランキングを第 4-28 表に示す。全体として、自国出願人が出願件数の上位を占めている傾向がある。

日本への出願においては、栗田工業、大林組、太平洋セメント、クボタ、日立建機が上位にランクされている。企業の業種をみると、環境装置関連メーカー、ゼネコン、セメントメーカーなどが上位を占めている。

米国への出願においては、KERFOOT WILLIAM B、Sandia Corporation、Westinghouse Savannah River Company、INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE が上位にランクされている。

欧州においては、INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE、UFZ-UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG-HALL、Electricit・de France が上位にランクされている。

中国においては、SHENYANG APPLIED ECOLOGY INST、浙江大学、清華大学、中山大学が上位

にランクされており、いずれも中国の大学や研究機関である。

韓国においては、HAN S J、SAMSUNG EVERLAND INC、Eco Solution が上位にランクされている。

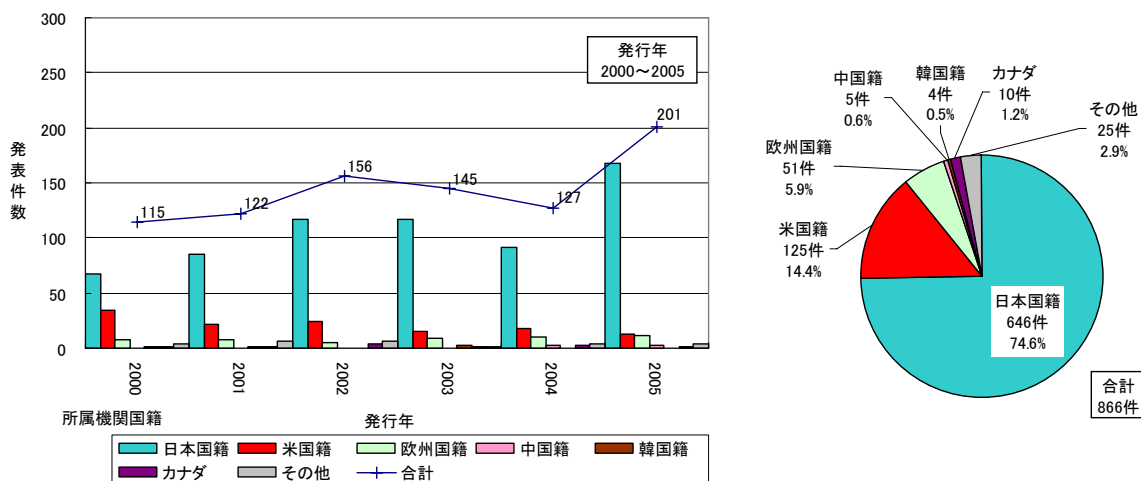
第 4-28 表 出願先国別一出願人別出願件数上位ランキング

| 順位 | 日本への出願 | | 米国への出願 | | 欧州への出願 | | 中国への出願 | | 韓国への出願 | |
|----|------------|----|---|----|---|----|---|----|-----------------------------------|----|
| | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 | 出願人 | 件数 |
| 1 | 栗田工業(日) | 99 | KERFOOT WILLIAM B(米) | 8 | INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE(欧) | 14 | SHENYANG APPLIED ECOLOGY INST(中) | 9 | HAN S J(韓) | 12 |
| 2 | 大林組(日) | 89 | Sandia Corporation(米) | 6 | UFZ-UMWELTF ORSCHUNGSZE NTRUM LEIPZIG-HALL(欧) | 8 | 浙江大学(中) | 8 | SAMSUNG EVERLAND INC(韓) | 10 |
| 3 | 太平洋セメント(日) | 65 | Westinghouse Savannah River Company(米) | 6 | Electricit e de France(欧) | 7 | 清華大学(中) | 7 | Eco Solution(欧) | 9 |
| 4 | クボタ(日) | 55 | INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE(欧) | 6 | BIOL PREPARATIONS TOXICOLOGY & HYGIENE(米) | 5 | 中山大学(中) | 7 | CHUNG W J(韓) | 7 |
| 5 | 日立建機(日) | 49 | The United States of America as represented by the Secretary of the Interior(米) | 5 | LINDE AG(欧) | 5 | RES CENT ECO ENVIRONMEN TAL SCI ACAD SIN(中) | 5 | HALLA ENERGY & ENVIRONMEN T JH(韓) | 7 |
| 6 | 三菱重工業(日) | 46 | キヤノン(日) | 5 | The University of Surrey(欧) | 5 | CHINA PETRO-CHEM CORP(中) | 4 | LEE J W(韓) | 6 |
| 7 | 三菱マテリアル(日) | 45 | 戸田工業(日) | 5 | 戸田工業(日) | 5 | | | PARK B(韓) | 6 |
| 8 | 鹿島建設(日) | 45 | Battelle Energy Alliance, LLC(米) | 4 | | | | | PARK J B(韓) | 6 |
| 9 | 松下電器産業(日) | 45 | Remediation Technoliges, Inc.(米) | 4 | | | | | | |
| 10 | 清水建設(日) | 38 | 栗田工業(日) | 4 | | | | | | |
| 11 | | | 国立中央大学(他) | 4 | | | | | | |

2. 研究開発動向

汚染土壌の処理技術に関する論文の発表件数を第 4-29 図に示す。2000 年以降、全体として発表件数が増加する傾向にある。発表件数の 74.6%を日本国籍が占めている。次に、米国籍、欧州国籍、カナダ国籍、中国籍、韓国籍の順番が続いている。米国籍の発表件数は減少する傾向がみられるが、日本国籍、欧州国籍の発表件数は増加する傾向にあると言える。

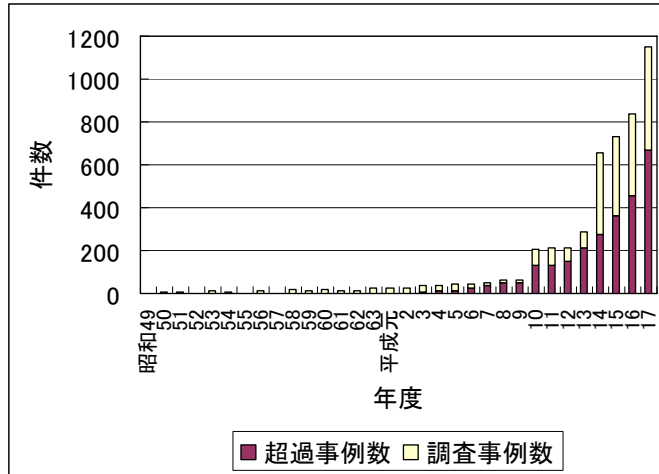
第 4-29 図 論文発表件数推移



3. 政策動向と市場環境

我が国における土壤汚染浄化ビジネスは拡大基調にある。第 4-30 図には、環境省が公表している土壤汚染の「調査事例」と「超過事例」の推移を示した。平成 15 年の土壤汚染対策法の施行前後から汚染土壤の調査事例数、超過事例数ともに急激に増加している。なお、土壤汚染対策法とは、土壤等の汚染を経由して生ずる健康影響の観点から、対象物質及び基準を明記し、有害物質使用特定施設の使用の廃止時或いは、土壤汚染により健康被害が生ずるおそれのあると都道府県が認めるときに、調査・対策を行うことを義務づける法律である。

第 4-30 図 土壤汚染の「調査事例」と「超過事例」の推移

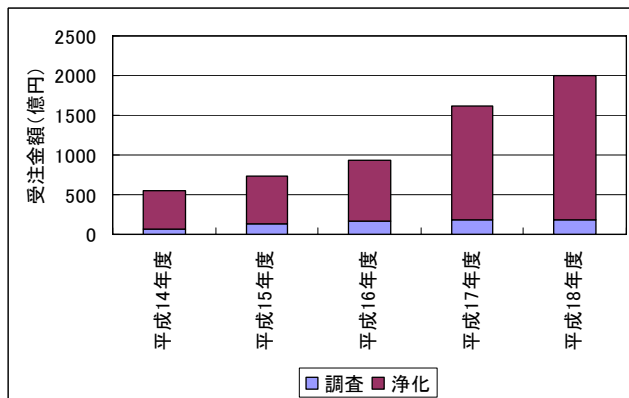


出典：環境省 平成 17 年度 土壤汚染対策法の施行状況及び土壤汚染調査・対策事例等に関する調査結果

また、我が国の汚染土壤修復に関する市場動向として、(社) 土壤環境センターが公表している「土壤汚染状況調査・対策」の実態調査結果を以下に示す(第 4-31 図)。

近年では、大都市圏を中心に土地取引が活発化してきたこともあり、土壤汚染対策の受注金額も増加する傾向にある。

第 4-31 図 土壤汚染状況調査・対策の実態調査結果の推移



出典：土壤汚染状況調査・対策に関する実態調査結果（平成 18 年度） 社団法人 土壤環境センター

また、今回の調査期間における重要なライセンス情報に関して、報道発表資料などをもとに整理して示した（第 4-32 表）。

第 4-32 表 企業間の技術供与状況

| 技術供与 | 技術導入 | 対策技術・特許 |
|---------------------|---------------------------|---|
| 清水建設(日) | ジー・イーテクノス(日) | 汚染土壌を洗浄する。土壌に含まれる小石や砂などを大きさに応じて分別し、埋め戻し材などに再利用する。 |
| 東京大学(日) | ニッポン・ジーン(日) | 土地浄化のために投入した微生物の生存状況を分析できる。バイオレメディエーションにも活用できる。 |
| サーベック社(米) | フジタ(日) | ガソリン、軽油などで汚染された土壌の浄化技術。界面活性剤を含む洗浄液を注入し、土からみついた油分を地下水中に洗い出す。 |
| ハック・ミリオテック社(蘭) | みらい建設、浅沼組、クボタ、富士エンパイロン(日) | 電気修復法。 ヒ素や鉛など重金属類に汚染されている土壌に電極を打ち込んで、通電する。イオン状態の重金属類を電極に引き寄せて回収する。 |
| AMEC(英) | アイエスファイ・ジャパン(日) | ガラス固化体として無害化処理するジオメルト工法。 ダイオキシン類やPCB、塩素系溶剤の汚染固形物を固化する。 |
| アイエスファイ・ジャパン(日) | 宇部興産(日) | ガラス固化体として無害化処理するジオメルト工法。 ダイオキシン類やPCB、塩素系溶剤の汚染固形物を固化する。 |
| バイオソイル社(蘭) | 東和科学(日) | バイオスティムレーション手法 |
| エンバイロメタル・テクノロジー社(加) | 同和鉱業(日) 栗田工業(日) | 透過反応壁法による土壌・地下水浄化技術。 揮発性有機塩素化合物によって汚染された地下水の敷地外流出を防止する |
| AGA社(瑞典) | 大林組(日) | 酸素を添加した空気を地中に吹き込み、自然に生息する微生物の分解活動を活性化させて有機物や油を分解するバイオブスター工法 |

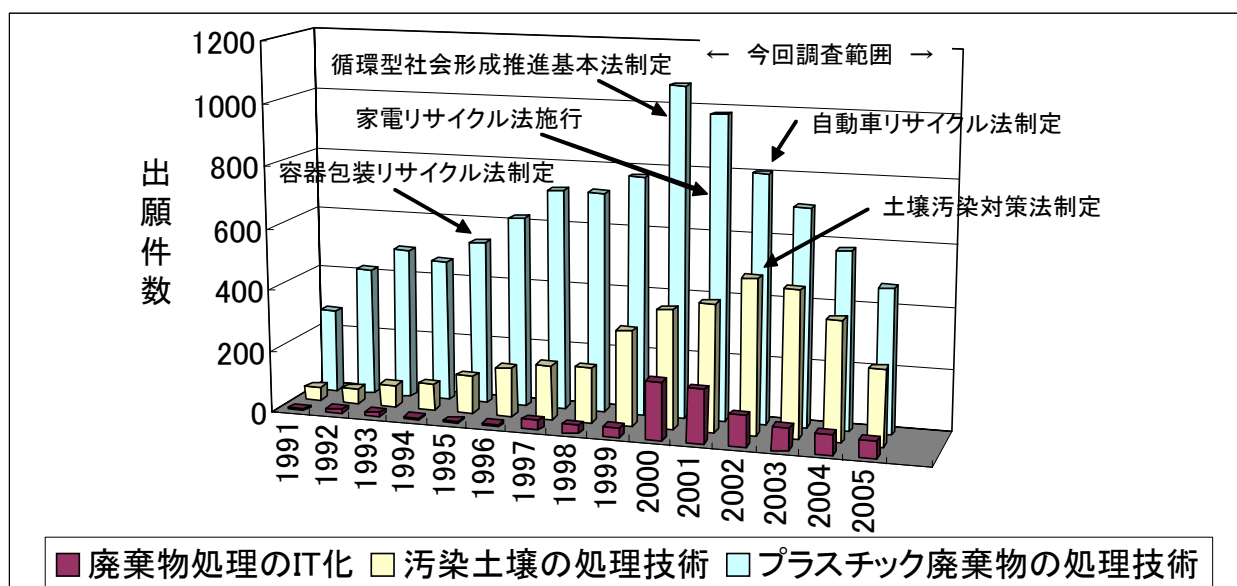
出典：報道発表資料等をもとに三菱化学テクノロジーサーチにて作成

第5章 固体廃棄物及び汚染土壌の処理技術の今後の方向性

第1節 固体廃棄物及び汚染土壌の処置技術に関する特許出願動向

出願状況を俯瞰するために、今回の調査範囲に平成13年度の調査の結果を組み合わせ、グラフにして考察を加える。ここでは、各国への出願のうち、出願件数が多かった日本への特許出願件数を各サブテーマ①プラスチック廃棄物の処理技術、②廃棄物処理のIT化、③汚染土壌の処理技術ごとに、時系列的に示した。また、関連法の制定あるいは施行の年を併記した。なお、平成13年度の調査において用いた検索式は、今回の調査において用いた検索式と一部異なる点に注意が必要である。

第5-1図 日本への出願件数の推移



| 優先権主張年 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 廃棄物処理のIT化 | 5 | 14 | 14 | 7 | 6 | 7 | 32 | 27 | 31 | 187 | 174 | 102 | 73 | 64 | 55 |
| 汚染土壌の処理技術 | 44 | 49 | 71 | 84 | 121 | 157 | 176 | 179 | 308 | 384 | 413 | 500 | 475 | 388 | 244 |
| プラスチック廃棄物の処理技術 | 271 | 418 | 492 | 462 | 533 | 621 | 718 | 716 | 774 | 1068 | 983 | 804 | 704 | 576 | 467 |
| 備考 | 平成13年度調査 | | | | | | | | | 今回調査 | | | | | |

全体の特許出願件数の推移をみると、以下のように整理できる。

プラスチック廃棄物の処理技術に関する特許出願状況は、2000年頃をピークに減少傾向にある。

廃棄物処理のIT化について特許出願状況を見ると2000年、2001年頃をピークに減少する傾向にある。

汚染土壌の処理技術に関しては、2002年、2003年にピークがある。優先権主張年を横軸としていることからみても、増加ないしは、横ばいの傾向にあると考えられる。

いずれのサブテーマともに過去15年間でみると2000年頃あるいは2000年以降に、出願のピークを迎えている。プラスチック廃棄物の処理技術においては、循環型社会形成推進基

本法が制定された 2000 年前後をピークに、また、汚染土壌の処理技術においては、土壌汚染対策法が制定された 2002 年前後をピークとして出願がされている。政策的な牽引が特許の出願に影響を与えている可能性が考えられる。

第 2 節 固体廃棄物と汚染土壌の処理技術の現状

プラスチック廃棄物の処理技術、廃棄物処理の IT 化、汚染土壌の処理技術の各サブテーマに関して、調査結果の要点を以下に整理して記載する。

1. プラスチック廃棄物の処理技術

政策的な技術開発の促進、企業の自主的な取組などにより、我が国のプラスチック廃棄物の処理に関しては、再資源化の利用率は 6 割を超えている。これは、欧州などの地域における利用率 5 割弱よりも高い値となっている。日本国籍の特許出願の件数も多く、技術力の高さを示す結果となっている。

プラスチック廃棄物の処理においては、素材の違いや製品・用途の違いなどが、どの処理技術を選択するかに関係している。日本の特許出願の特徴として、各素材、各製品・用途の違いに応じて、様々な処理技術についてまんべんなく出願が行われていることが挙げられる。

我が国では、政策的にも各種リサイクル法が制定されており、技術開発を牽引する一因となっている。

また、近年、プラスチック廃棄物に関しては、アジア諸国へ輸出される量が増加している。現状は、プラスチック廃棄物そのものの輸出が先行しているが、今後は、廃棄物の処理技術に関しても、国境を越えて技術輸出させて、海外での廃棄物処理の進展を促すことは重要なことであると考えられる。

第 5-2 表 プラスチック廃棄物の処理技術の出願件数、論文件数と現状

| | 日本 | 米国 | 欧州 | 中国 | 韓国 |
|--------------|---|---|---|--|---|
| 出願件数 (割合) | 4,992 件 (66.0%) | 408 件 (5.4%) | 1,146 件 (15.2%) | 271 件 (3.6%) | 594 件 (7.9%) |
| 論文件数 (割合) | 1,504 件 (77.2%) | 54 件 (2.8%) | 331 件 (17.0%) | 32 件 (1.6%) | 19 件 (1.0%) |
| 現状 | <ul style="list-style-type: none"> ・再利用率も高く、技術レベルは高い。 ・素材の違いや製品・用途の違いなどに対応した種々の処理技術が開発されている。 ・各種リサイクル法の制定が技術を牽引している。 | <ul style="list-style-type: none"> ・政策的な主導よりも民間主導の再生品市場が形成されている。 | <ul style="list-style-type: none"> ・技術レベルが高く、再生利用に対する国民的な意識が強い。 ・ただし、国によって、再利用率が異なっている。 | <ul style="list-style-type: none"> ・素材の需要が大きく廃プラスチック類の輸入量が多い。 | <ul style="list-style-type: none"> ・リサイクル対象品目を制定してリサイクルを義務づけている。 |

2. 廃棄物処理の IT 化

日本においては、国としての施策あるいは、企業の自主的な活動により廃棄物処理に関する IT 化技術の開発が行われており、特に、電子マニフェスト技術やトレーサビリティ技術に関する特許出願が多い。また、部材や検知・検出技術などに関する出願も多く、ソフトウェア、ネットワークの出願なども含め、IT 化技術の多岐にわたる要素技術開発の出願がなされている。

海外の動向としては、総じて出願件数は少ない状況にある。米国、欧州では、特許出願件数は少なく、政策的な動きも少ない。一方、アジアの国においては、電子マニフェストの制

度を導入する動きがあり、今後、出願が増加すると思われる。

アジア圏を範囲とする資源循環の流れは、廃プラスチック、金属スクラップのようなものから廃家電製品、中古自動車など種々のものに及んでいる。国境を越えた再生資源の移動に関連する技術要素の1つとして、IT化技術をアジアをはじめとする海外諸国に展開することは環境立国を目指す意味で重要なことであると考えられる。

第 5-3 表 廃棄物処理技術の IT 化の出願件数、論文件数と現状

| | 日本 | 米国 | 欧州 | 中国 | 韓国 |
|--------------|--|-------------------------------|--|--------------------|---------------------|
| 出願件数 (割合) | 710 件 (76.0%) | 116 件 (12.4%) | 48 件 (5.1%) | 10 件 (1.1%) | 35 件 (3.7%) |
| 論文件数 (割合) | 92 件 (74.2%) | 5 件 (4.0%) | 26 件 (21.0%) | 1 件 (0.8%) | 0 件 (0.0%) |
| 現状 | 電子マニフェスト制度の導入やトレーサビリティの利用に関する、特許出願が行われている。 | 電子マニフェストの導入について議論を行っている段階である。 | ドイツを中心として、電子マニフェストの実験が行われた経緯があるが、現状では、目立った動きはない。 | 現状の動きはなく、今後の課題である。 | 電子マニフェスト制度が導入されている。 |

3. 汚染土壌の処理技術

我が国における汚染土壌の処理技術の開発は、土壌汚染対策法の施行の前後から盛んになってきている。特許出願件数も法施行の前後から増加している。

特許出願の内容を汚染物質と処理技術の関係でみると、我が国の出願は汚染物質に応じて各処理技術にまんべんなく出願されている。

米国では、汚染土壌への対策は進んでおり、日本や欧州はそれに続いていると考えられる。一方で、中国をはじめとするアジア諸国について、現状はアジア諸国への進出企業が自主的に土壌の調査を実施している例がみられるが、アジア諸国での工業分野の発展および諸外国との経済的な交流が盛んになるにつれて土壌汚染の問題が顕在化することが考えられ、汚染土壌の修復技術が必要とされる。

第 5-4 表 汚染土壌の処理技術の出願件数、論文件数と現状のまとめ

| | 日本 | 米国 | 欧州 | 中国 | 韓国 |
|--------------|--|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 出願件数 (割合) | 2,461 件 (66.5%) | 471 件 (12.7%) | 389 件 (10.5%) | 117 件 (3.2%) | 172 件 (4.6%) |
| 論文件数 (割合) | 646 件 (74.6%) | 125 件 (14.4%) | 51 件 (5.9%) | 5 件 (0.6%) | 4 件 (0.5%) |
| 現状 | 土壌汚染対策法の制定前後から、土壌の修復件数が増加している。企業の自主的な調査・修復などの比率が高く、土地取引などの経済活動も一因となっている。特許出願件数も増加している。 | スーパーファンド法などの法規制により、対策が進んでいる。 | EUとして、プロジェクトが始動している。国により、対策状況が異なっている。 | 現状は、法規制もなく、今後の課題として位置付けられる。 | 法規制のもと、対策が行われている。 |

第3節 固体廃棄物と汚染土壌の処理技術を含んだ環境産業の方向性

ここでは、特許出願動向、研究開発動向、政策動向、市場環境などの調査結果について考察した内容をもとに、今後の環境関連の産業の方向性を提言としてまとめる。

提言1. プラスチック廃棄物に関する国内の技術開発としては、リサイクル率向上や、再資源化が難しいとされる素材、製品・用途の処理技術の開発が求められる。更に、廃棄物処理量削減が期待できる素材（例えば生分解性樹脂など）の技術開発などが求められる。

政策的な技術開発の促進、企業の自主的な取組などにより、我が国のプラスチック廃棄物の処理に関しては、再資源化の利用率は6割を超えている。これは、欧州などの地域における利用率5割弱よりも高い値となっている。日本国籍の特許出願の件数も多く、技術力の高さを示す結果となっており日本の優位性が高いと考えられる。（「第2-21図」、「第2-22図」）

プラスチック廃棄物の処理において、日本の研究開発は、盛んであると言える。素材の違いや製品・用途の違いなどが、どの処理技術を選択するかに関係している。日本の特許出願の状況としては、素材、製品・用途の違いに応じて、様々な処理技術の範囲に及んでいることが特徴としてあげられる。プラスチックの素材、製品・用途分野などで種々の応用技術、改良技術が開発されている。汎用樹脂については、種々の処理技術が既に開発されている。このように実用的な技術を多く有している点で優位性の高い分野である。（「第2-2図」、「第2-4図」や「第2-5図」、「第2-13図」）

汎用プラスチックの出願件数は減少傾向にあるが、複合材や熱硬化性樹脂など、再資源化の難しい素材、製品・用途などについては出願件数が横ばいないしは微増であることから、技術開発すべき課題が残っていると考えられる。また、生分解性樹脂など廃棄物量削減が期待できる新しい素材の処理技術も、出願件数が横ばいないしは微増にあり、今後の伸びが期待される。（「第2-6図」）

日本は、プラスチック廃棄物の処理における上述したような技術的蓄積を活かしつつ、再資源化が難しいとされる素材・製品・用途の処理技術の開発や、廃棄物処理量削減が期待できる素材の開発等にも注力していくことが期待される。

提言2. IT化技術と環境技術のより一層の融合化により、有効な技術開発が期待される。電子マニフェスト制度の推進やトレーサビリティのモデル事業化は、新たなニーズを生み出しIT利用の進展を後押しする。

日本においては、国としての施策あるいは、企業の自主的な活動により廃棄物処理に関するIT化技術の開発が実施されており、特に、電子マニフェスト技術やトレーサビリティ技術に関する特許出願が行われている。また、部材や検知・検出技術などに関する出願も多く、ソフトウェア、ネットワークの出願なども含め、IT化技術の多岐にわたる要素技術開発の出願がなされている。日本の出願件数は圧倒的に多く、技術開発が盛んである。（「第3-2図」）

利用目的からみると、電子マニフェストやトレーサビリティに代表される廃棄物処理のIT化に関しては、日本の出願件数が多く優位性がある。（「第3-4図」、「第5-3表」）

日本は、引き続きIT化技術の研究開発に注力し、この分野において海外諸国に比べて有している優位性を維持していくことが期待される。

また、インフラの面でみると、廃棄物処理やリサイクルにおける効率化をはかるために、ソフトウェアの開発やネットワークの利用は今後も続くと考えられる。一方で、部材や検知・検出技術などのハード面での技術開発も盛んであり、電子マニフェスト制度の推進やトレーサビリティのモデル事業化により新たな技術開発ニーズを生み出し、IT利用の進展を後押しすることが期待される。（「第3-9図」）

提言3. 汚染土壌については、各種汚染物質に対応した浄化技術の更なる向上が求められる。同時にリサイクルの推進や廃棄物量の削減により新たな汚染を防止する。

出願件数をみると、2002年の土壌汚染対策法の制定前後から、我が国の出願件数は増加していると推定され、今後も技術開発の必要性が伺える。また、我が国の出願件数は多く、研究開発が盛んであると言える。出願件数は米国、欧州はほぼ横ばいで、中国籍、韓国籍では増加傾向にある。（「第4-2図」）

有害化学物質の種類により種々の処理技術が用いられており出願の幅も広い。特許出願件数を汚染物質と処理技術の関係でみると我が国の出願は汚染物質に応じて各処理技術にまんべんなく出願されており、幅広い分野に技術を有している点で優位性が高い。（「第4-10図」、「第4-16図」、「第4-22図」、「第5-4表」）

日本は、これら幅広い分野における技術力を基に、浄化技術の更なる向上を進めて行くことが期待される。

汚染場所で見ると、日本では工場跡地に関する出願件数が増加しており、土地取引などの経済的な活動の一環として捉えることができる。（「第4-2図」、「第4-3図」、「第4-9図」）これら工場などの汚染場所においては、経済原則にもとづきながら、リサイクルの推進や廃棄物量の削減により新たな汚染を防止していくことが期待される。

提言4. 今後、環境問題が顕在化すると考えられるアジアをはじめとする海外諸国に対しては、環境技術の輸出や環境を配慮した生産技術の輸出が期待される。

近年、プラスチック廃棄物に関しては、国境を越えて、アジア諸国へ輸出される量も増加している。（「第2-29図」）また、金属スクラップのようなものから廃家電製品、中古自動車など種々のものに及んでいる。

廃プラスチックの前処理技術のうち、脱塩素化など比較的難しいとされる技術分野に関する出願件数を比較すると、日本の優位性がある。中国などでは難しいとされる技術分野の出願件数は少ない。このことからみても、中国などのアジアの国では技術開発はこれからである。（「第2-18図」、「第2-22図」）

IT化については、海外の動向として、概して出願件数は少ない状況にある。米国、欧州では、廃棄物処理のIT化に関する出願件数は少なく、政策的な動きも少ない。一方、アジアの国においては、電子マニフェストの制度を導入する動きがある。しかしながら、特許出願件数からみると件数は少ないことから、今後出願が増加すると考えられる。（「第5-3表」）

汚染土壌の問題に関しては、米国では汚染土壌の修復に関する対策は進んでおり、日本や欧州はそれに続いていると考えられる。一方で、中国をはじめとするアジア諸国では、土壌汚染の問題はこれから顕在化すると考えられる。（「第5-4表」）

現状はアジア諸国への進出企業が自主的に土壌の調査を実施している例がみられるが、アジア諸国での工業分野の発展および諸外国との経済的な交流が盛んになるにつれて土壌汚染の問題が顕在化することが考えられる。アジア諸国では、今後、自然環境や社会環境にあった汚染土壌の修復技術が必要とされる。

現状は、プラスチック廃棄物からの再生資源の輸出が先行しているが、廃棄物の処理技術に関しても、今後は、国境を越えて技術輸出されることにより、海外での廃棄物処理の進展を促すことは重要なことである。

また、国境を越えた再生資源の移動を支える技術要素の1つとして、IT化技術をアジアをはじめとする海外諸国に展開することは環境立国を目指す上で重要なことである。

以上の提言にもとづき、今後の方向性についてのイメージを図として以下に示す（第 5-5 図）。

第 5-5 図 今後の方向性のイメージ

