

環境関連新技術の動向調査について

本多久男, 高張友夫*, 湯川義明*, 吉見直喜*
(企画調整部, *神奈川県技術士会)

Technical Paper

Findings about a Newly Technical Trend of Environment

Hisao HONDA,*Tomoo TAKAHARI,*Yosiaki YUKAWA, *Naoki YOSHIMI
(Planning and Coordinating Division, *Kanagawa Consulting Engineers Association)

キーワード：環境, 新技術, データベース

1. はじめに

環境科学センターでは、平成9年度新技術実用化のための要素技術調査を行い、環境に関する新技術の情報収集として各種データベース検索を行った。この調査は研究ニーズと研究シーズを調査することで、今後の研究の方向性を見るためのものである。情報源として「新聞情報データベース」、「文献データベース」、「特許データベース」の3種類について最近5年間の推移と、それに対応する新技術の開発動向についてまとめたので報告する。

2. 調査分野と調査方法

2.1 調査期間

焼却炉、地球温暖化、地下水汚染、土壌浄化、容器包装リサイクル及び廃棄物分野について1993年～1997年の5ヶ年の情報を用いて調査した。

2.2 データベース

(1) 新聞データベース

データベースとしては、社会動向の把握のため「日経ニュース・テレコン」により検索した。これには日経4紙の記事がデータベースとして収録されている。それ以外に、朝日新聞、毎日新聞、読売新聞、産経新聞および日刊工業新聞の9紙を対象とした。これ以外の新聞は地方紙や業界紙のデータベースのため対象から外した。

(2) 文献データベース

文献データベースは研究シーズの把握を目的にJOIS「科学技術振興財団科学技術情報」を用い検索した。これは、「JICST 科学技術文献ファイル」等科学技術全般にわたる文献を調べるデータベースである。その他参考としてPATOLIS「日本特許情報機構」による検索も行った。

2.3 キーワード

各データベースの検索キーワードは主に次より行った。しかし、他に類似のキーワードがある場合は、関連するキーワードの検索も行った。

- (1) 焼却炉×排気ガス処理
- (2) 地球温暖化×対策×技術
- (4) 地下水汚染 ×技術 or 処理
- (5) 土壌浄化
- (6) 容器包装×リサイクル
- (7) 廃棄物×資源化×技術

3. 調査結果

3.1 新聞データベースの検索結果

3.1.1 焼却炉の排ガス処理技術

焼却炉の排ガス処理は、ごみの量の増大に伴い種々の形式の炉が開発されており、ここ数年ダイオキシンが問題となってからは、ダイオキシン除去をセールスポイントとした焼却炉が販売されている。ダイオキシン対策の記事は、97年から急増し、焼却炉の大型化を行なおうとしている事例及び鉄鋼業における電炉からのダイオキシン対策技術の開発を進めるものなどがある。その他規制に関する記事が主で、除去対策について見てみると二次燃焼室、活性コークスによる吸着、触媒による分解等があった。技術供与に関する記事は2件あり、日本鋼管と川崎重工がそれぞれ、デンマークとイタリアに焼却炉を輸出している。廃棄物処理法によるダイオキシン類の規制強化され、今後更に新技術の焼却炉が考案されると考えられる。新聞に取り上げられた主な記事は表1のとおりである。

3.1.2 地球温暖化防止技術の概要

97年12月に京都で開催された国際会議「気候変動枠組み条約第三回締結国会議」で日本が議長国を

つとめたためか、データベースの検索件数も 287 件と多い。地球温暖化防止関連記事の経時変化を見ると、95 年以前は各省庁による計画が報道され、92 年に環境庁から環境税の構想が発表されたが、時期早尚としていた。ところが 97 年 3 月の朝日新聞に「炭素税導入に踏み出せ」という社説が 96 年の環境庁調査を基に企業の 3 割が炭素税に賛成しているとの記

事が記載された。温暖化防止技術の開発は、92 年から通産省が深海に閉じ込める実験や電力各社が発電効率を高める研究開発を行っている。藻類や微生物による二酸化炭素の固定化技術についても 92 年から現在まで研究が行われているが、最近記事の数が減っている。新技術関連で新聞に取り上げられた主な記事は表 2 のとおりである。

表 1 焼却炉排ガス処理技術の動向

開発した技術名	掲載年月	開発目標	開発内容	成果
1 新ゴミ処理システム 住原	95.9.26 日刊工業	ゴミを完全分解、ゴミ中の重金属などの灰分はスラグ中に閉じ込め回収するゴミ処理システム・流動床ガス化燃焼システムの開発	ゴミをガス化炉に連続投入550℃以下で熱分解。生成したガスと固形分は旋回溶融炉へ供給、1,350℃以上の高温で燃焼させ灰分は溶融スラグ化し、がた状の固体として排出される。	実用化すれば、ゴミ焼却設備のコストと運転コストの低減が実現。
2 ゴミ焼却除去可能な排ガス処理システム タクマ	97.1.28 日刊工業	都市ごみ焼却炉の排出ガス中のゴミ焼却等の有機物質を除去する	焼却炉の排ガス中の有機物質を活性コークスで吸着除去するシステム。三層のコークス層にガスを通わせる方式。オーストラリアA&E社の技術導入	汚染したコークスを1～4年間で順次排出する移動層により除去効率90%以上
3 完全燃焼型産業廃棄物焼却炉 日本触媒	97.3.24 日刊工業	厚生省のダイオキシン規制強化に対応する新産業廃棄物焼却炉	独自の工夫によるバーナー方式の二次燃焼室に排煙を通し、900℃で完全燃焼させることで排ガスを浄化する固定床炉	排ガス中のダイオキシン濃度0.1ng以下にする。
4 ダイオキシン対策焼却炉 大川トランスイル	97.6.4 日刊工業	消煙装置付きガス焼却炉	完全燃焼させることにより大部分のダイオキシンを抑制する。圧縮エアの噴出力を利用して二次燃焼室近くで完全燃焼させることで成功	CO ; 30-50 p p m NOx ; 49 p p m ダイオキシン濃度は記載無し。
5 ゴミ焼却処理技術触媒による分解法 日本触媒	97.7.8 日刊工業	特許所有者のドイツの、ハーゲンマッサー氏から実施を許諾された導入技術	多種の金属酸化物を混ぜた触媒の表面でゴミ焼却を塩酸と炭酸ガス、水に分解する。アンモニアを添加するとNOxも分解可能。	活性炭で吸着する従来法では生じた灰を高温で融解する必要があるが、本法では不必要。

表 2 地球温暖化防止技術の動向

開発した技術名	掲載年月	開発目標	開発内容	成果
1 バイオで新種の藍藻 熊本工業大学、熊本大学、理化学研究所	93.3.26 日経産業	大気中の二酸化炭素からメタンを生成する藍藻の利用法の実用化	微生物の一種「シュート・メス・シリカ」が「2-オキソグルタル酸」からメタンを生成することを発見。生成工程に関する酵素の遺伝子を抽出し、一般的な藍藻の細胞内に入れたところ、二酸化炭素からメタンを作る藍藻ができた。	この藍藻は培養液1kL分で1時間あたり約0.01Lのメタンを生産した。同様の手法でプロパン等の生産技術も開発予定。
2 CO2吸収能力最大の藍藻の利用 東京電力技術研究所	94.3.14 産経夕刊	炭酸ガス吸収能力の優れた藻の利用技術の開発	式根島に生息している藻の一種が炭酸ガス吸収能力に優れていることを発見。一日吸収する炭素量は約30g/m ²	SOx、NOxを吸収、培養液の吸水で良いなどの利点がある。今後培養技術の向上に取り組む。
3 高速電気分解・固定法 東京大学工学、電源開発	94.7.18 日本経済	CO2のメタノール溶液にメタンの電圧をかけ、COやメタンに還元する方法の実用化	メタノールへのCO2の溶解量；60気圧で94%のCO2が溶解する。これを電気分解すると電流の90%以上がCO2の還元反応に利用されることを発見。	電極面での反応速度は5A/cm ² と工業プロセスと同等であった。1t/日/電極100m ² のCO2を固定可
4 包接化合物として深海貯留 大阪大学基礎工学部、電力中研等	96.2.5 日経産業	深海底にシベツト状物質として存在するCO2の包接化合物を人工的につくり、深海底に貯留し、メタンを取り出す技術の開発	阪大では、実験容器にCO2等の気体と水を入れ、0℃で300気圧以上で1週間静置した。2mm角の世界最大の包接化合物の結晶がえられた。電力中研では、液化したCO2を深海底へ送り込む技術開発を行っている。	コストの問題、環境への影響評価の問題などの解決が必要
5 炭酸ガス海洋処分 通産省 米国エネルギー省	96.8.19 東京読売	海水の酸性化による生態系への影響を最小限に止め、放出された炭酸ガスが海面付近まで広がらない技術の開発	回収した炭酸ガスを専用船に積み込み、水深1000m前後の海中まで伸ばしたパイプから放出し海水中に捨てるシステム。	米国エネルギー省との共同実験の結果による
6 海底のメタンと入れ替える方法 大阪大学基礎工学部	96.8.27 日刊工業	水深5000～6000mの深海底で炭酸ガスを包接化合物にして閉じ込め、そこにあるメタンと入れ替える技術の確立	水とメタンや炭酸ガスを高い圧力下で混合すると、反応して気体包接化合物の結晶ができる。現在は基礎研究段階で、メタンの包接化合物等の結晶化と温度、圧力の関係などを検討中。結晶化プロセスの原理を発見。	基礎研究段階であり、深海底への二酸化炭素の輸送法等の実用化のための開発が必要
7 炭酸ガス物理吸着法 東京電力	9612.2 日刊工業	炭酸ガスの分離、除去及び処分技術の実用化	パイロットプラントによりCO2の脱着圧力、工程時間などの最適化条件の検討を行った。今後は、加熱条件の最適化、吸着材の高性能化によるCO2除去効率の低減化をすすめる。	左の実験により、CO2除去効率を30%低減した
8 コケによる排ガス対策大型実験 地球環境産業技術研究機構 (RITE)	97.6.10 朝日	藻類の光合成用実験装置を用いて、二酸化炭素を分解し、増えた藻類は資源として活用する技術の開発	光合成能力の高いコケ「UK001」で約200g/日の二酸化炭素が処理できる。これまでの基礎研究で、コケの種類、光の当て方、空気の入れ方などを検討し、スケールアップしたもの。	発光体に太陽光が利用できるようなれば、空気を送り込むポンプの動力だけで運転が可能になる見込み。

3.1.3 地下水汚染及び土壌汚染対策技術

地下水汚染の技術及び処理に関する記事は、117件であった。92年11月1日朝日新聞朝刊に地下で何が起きているかという記事が掲載された。この中でポリ塩化ビフェニルや洗浄剤に使われている発癌性のトリクロエチレン、半導体に使われているヒ素を問題提起し、時代の先端をゆくハイテク産業が汚染源であることに注意しなければならないと概説している。また、地下水の汚染対策のために、外国からの技術導入に関する記事が5件あった。主として土壌汚染浄化であり、米国からの導入が多い。

土壌汚染に関する記事の内、技術又は処理で絞り込んだが、266件と多い。技術導入された汚染土壌浄化技術は13件で米国からの技術導入が多く、汚染土壌の浄化が主で、新日鉄(米国)、鴻池組(カナダ)、日立造船(ドイツ)、前澤工業(米国)、荏原(米国)、同和鉱業(米国)、日本総研(米国)等である。ダイオキシン類の土壌汚染も問題になっており、食物からの摂取が懸念されている。クエートの油汚染土壌の浄化を大林組、清水建設などが行っており、成果を上げている。土壌の汚染の程度を評価するシステムの開発も行われており、土壌中の有害物質の分析方法も次第に進んでいる。新技術関連で新聞に取り上げられた主

な記事は表3のとおりである。

3.1.4 廃棄物処理技術

廃棄物処理関係の記事は約250件あり、関心の高さを示している。廃棄物の資源化技術の中では、ごみ焼却灰を人工石にしたり、ペットボトルから車のシートを作ったりしている技術開発事例がある。廃棄物処理に関する技術導入は少なく3件であった。技術を供与したという記事も3件あった。廃棄物処理の対象物としては、アオコ、鋳物スラグ、鋳物砂、下水汚泥、家電廃プラ、廃物紙、酒やビール粕、焼却灰、乾電池、塗料、生ゴミ、廃車、ヘドロ、一般の廃プラなどである。この内、汚泥、焼却灰、生ゴミ、廃プラなどの処理に関する記事が多い。新技術関連で新聞に取り上げられた主な記事は表4のとおりである。

3.1.5 容器包装材リサイクル技術

容器包装材については、容器包装リサイクル法が95年に制定され97年から本格実施されたばかりであり、839件と多かった。記事の内容は容器包装リサイクル法が消費者に密接に関係することからその解説的なものが多い。一方、各自治体の負担が重い

表3 地下水及び土壌汚染処理技術の動向

	開発した技術名	掲載年月	開発目標	開発内容	成果
1	減圧吸引法 三菱	92.12.12 日経産業	米国ラジアン社と共同で減圧吸引法を共同開発。	汚染された土壌に穴を掘り、パイプを通して真空ポンプで減圧して、パイプに開けた穴から土中の有害物質を吸引する方法。吸引した物質は活性炭に吸着回収する。	気化しやすい汚染物質の処理に効果的。トリクロエチレン、ベンゼンなどの除去に有効。
2	汚染物質を地中に電流を通して処理 米環境保護局とGE等	94.1.31 日経産業	地面を掘り起こさずに、土壌汚染物質を浄化する地中電流分離法の開発	地中に電流を流して電磁場を作り、土壌中の汚染物質を分離して吸い上げる技術。	地面を掘り起こさずに汚染物質を除去できるため、安価に処理可能。
3	揮発性汚染物質定量法の開発 鹿島	96.3.15 日刊工業	「着脱性評価手法」の確立。汚染された土壌から有機塩素化合物などがどの程度分離されたかを定量的に把握できる手法。	汚染された土壌を一定量容器に採取し、純水を加えて脱着・ろ過させた後、ろ過水中の揮発性汚染物質を分析する。	土壌に対し、安全で高い洗浄発揮する適切な洗浄剤の選択が可能となる。
4	油汚染土壌処理 土中微生物で土壌浄化 大成建設他	96.6.15 日本経済 夕刊	微生物を用いて石油汚染土壌の浄化の事業化の目的をつけたのは同社が初めて。	土中に住む石油分解菌に栄養分を与えて増やし分解させる。最適な栄養分の種類や量、浄化途中にどんな菌が働いているか検出する技術も開発した。	油50g/土壌1kgの土壌30m ³ で実証試験を実施約8ヵ月で土壌中の石油量45%に減らせた。
5	汚染診断技術 住友海上リスク総合研究所他14社	96.9.2 日本経済	簡便なボリング技術と効率よく汚染を見つける手順を組み合わせた技術の土壌検査への応用	調査場所を6m間隔で浅く穴を掘って調べガソリンなど見付かったところでは2m間隔で調査。最後に地下約15mまでボリングして汚染の地下浸透度合いを調べる。	効率的に汚染の有無が判断でき、従来の調査費用の半分以下に抑えられる
6	電気化学的浄化技術 大林組	96.11.25 日刊工業	重金属で汚染された土壌を電気化学的に浄化する技術で、重金属を陰極周辺に効率よく移動・集積する条件等の実用化研究	対象とする土壌の両端に電極を差し込んで直流電流を流し、イオンや帯電粒子の移動に合わせて重金属を陰極側に誘導、水酸化物として集積させて除去する。	銅や亜鉛等の汚染土を使った実験を実施。通電時における土壌中のpHを調整することで実用レベルで除去できることを確認
7	油汚染土壌浄化技術 清水建設 鹿島建設等	97.1.8 産経夕刊	①清水建設；含油比50%以上の土壌(クエート) ②鹿島建設；右の手法	①土を加熱して灯油で洗った後特殊な洗剤で2度洗いして土と油を分離する。 ②気泡で油を浮かせながら除去する新手法	①含油比5%程度まで低減
8	生物的環境浄化法 荏原製作所	97.2.6 日経産業	バイオフィリケーション(生物的環境浄化)技術の確立	栄養分を与えて土壌中の微生物の働きを促したり、有害物質を分解する微生物を土壌に注入する。	汚染濃度が低く、しかも広いには場合には従来のポンプで曝気したり土壌を入れ替えるよりも高効率でコストが安い。

という記事もある。廃プラスチックの油化プラント、再資源化技術の実用化プラント、空き缶、発泡スチロール等効率的に容器を回収・分別する技術開発が行われており主な記事は表5のとおりである。

3.2 文献データベース

文献検索は、文献番号、タイトル、著者名、発表文献名、抄録、キーワードなどが記載された資料を引き出し、その中の主な文献について、報文を入手し解析した。

3.2.1 焼却炉排ガス処理技術

焼却炉からの排ガス中の酸化窒素、サワーガス、粉塵、重金属、毒性微量有機化合物（ダイオキシン等）の発生を防止する技術の開発状況、防止効果については、「都市廃棄物焼却炉のための大気汚染防止の概観」¹⁾に詳しく述べられている。焼却炉には、ごみをそのまま燃やすものと、サイズや組成や heat rate が同じになるように前もって作られた燃料（RDF）を燃やすタイプがある。焼却炉からは HCl、SO₂、NO_x、重金属、ダイオキシン等が発生するが、うまく燃焼

表4 廃棄物処理技術の動向

開発した技術名	掲載年月	開発目標	開発内容	成果
1 熱硬化性樹脂など廃棄物の再生 サンボリ	92.10.1 日刊工業	熱硬化性樹脂や陶磁器片などの再生処理困難な廃棄物を再生プラスチック製品の材料の一部に使用する技術の開発。	熱硬化性プラスチックやガイシ片を使って舗道敷石に再生する技術。廃棄物を出している企業に出資を求めて約80億円を集めて月間処理能力5,000トンのプラントを設置する。	これらの廃材は国内で月間30,000トンを捨てられている。東京都町田市や多摩21博会場で舗道敷石として採用された。
2 古紙 廃物紙を乾式法で緩衝材に再生 埼玉県	93.4.8 日刊工業	廃物紙及び非木材パルプによる緩衝材の開発（発泡スチロールの代替技術）	廃物紙、非木材繊維（ケナフ、モロヘイヤ等）をカッター式粉砕機で荒く粉砕した後、ミル式粉砕機で解繊して綿状の乾燥したパルプとする。これに樹脂系添加材を加えて乾式プレスによる成形を行う。	従来の湿式法に比べて再生可能紙・不可能紙の選別省略、大量の水や熱が不要、脱墨や充填材の分離も比重の差で分離可能
3 下水汚泥 浄水場汚泥を園芸用土へ資源化 日立造船	93.10.20 日刊工業	浄水場で発生する汚泥を園芸用土へ再資源化する技術の開発	汚泥の脱水ケーキを原料に乾燥、造粒した後、再度乾燥させ1000℃で焼成冷却して園芸用土とする。造粒工程で、空気と水が通りやすく、保水力に富む団粒構造にする。	高温で焼成するので、汚泥を無害、無臭、無菌化できる。
4 廃プラスチックを水だけで分解 東北電力東北大学工学部	93.12.18 日経産業	水熱反応を利用した廃プラスチックの資源化技術	プラスチックと水を压力容器に入れて、温度374℃以上、圧力22.1kgf/cm ² 以上の状態とした「超臨界水」を利用。プラスチックはガソリン状やグリンス状の油に分解。油の種類は自由に制御可能。1時間から3時間で分解する。	触媒を使わずに分解でき、分解後は、油と水が残るだけで有害な副産物は殆ど発生しない。
5 鋳物製造廃棄物を肥料・土壌改良材に クボタ鉄建工業	94.2.14 日経産業	鋳物製造工程で発生するキュポラスラグを肥料や土壌改良材に再利用する技術の開発と事業化	スラグは微細な孔を多数持つ砂粒（二酸化珪素と酸化カルシウム）けい酸カルシウムはイネ科植物の肥料、スラグに昆虫の嫌がる木酢液を含ませゴルフ場の芝地の目砂に、多孔質のため、排水性、通気性が良い	ダクタイル鋳鉄管を製造している工場が発生する年間8600トンのスラグを全量再資源化している
6 アオコ アオコの肥料化 日本ヘルス工業	94.8.26 日刊工業	汚泥廃棄物の再資源化を図る「環境資源対策事業」として有機性汚泥のコンポスト（特殊肥料）化事業に乗り出す	東京都洗足池で発生するアオコの肥料化調査を受託、除去施設から排出したアオコ（脱水ケーキ）を肥料として再資源化するため、肥効成分や有害物質の含有量調査、植書試験などを実施、コンポスト化の条件を検討。	94年6月に埼玉県熊谷市に実証プラントを建設、アオコのコンポスト化に成功。
7 生ゴミの高速低臭処理 NEDO	95.1.18 日刊工業	高速・低臭処理の実証テストによる生ゴミ処理技術の開発、生ゴミを効率的且つ経済的に処理できる技術開発	分別収集される家庭などからの生ゴミを破砕・水分・混合などの前処理を行って高速発酵槽に送り堆肥（コンポスト）化する。	プロセス中に発生する臭気や汚水は微生物処理により排出基準以下になる。
8 ごみ焼却灰を資源化 NKK	95.4.26 日刊工業	ごみ焼却灰を高温溶融してメタルとスラグに完全分離し、溶融物を均質緻密に固形化する技術の開発。	電気抵抗式灰溶融炉により、スラグと金属部分を完全に分離するため、高級内外装用焼成タイル、テラゾウタイル、下層路盤材、埋め立て材に活用可能。	ごみを無公害化、減容化する溶融手段として、もっとも有効と考えられている。
9 乾電池の金属原料、水溶液として回収再生 ソニー	95.11.1 日経産業	乾電池廃棄物量の減少と再資源化。	外装を外して破砕処理後硫酸系水溶液に溶かす。有機不純物をろ過し、水銀は酸化還元法で除く。成分調整した水溶液を100℃で1時間反応させ、乾燥粉末とする	乾式法に比べて処理温度が低い。燃料を燃焼することが無いので、二酸化炭素の発生が無い。
10 産廃アッシュ等を建材などに再利用 LFL科学技術研究所	96.2.23 日刊工業	無機常温結合法による産廃アッシュ等を建材に再利用する企業化研究に着手	各種廃棄物に特殊セメントのシリカハードと水を加え、常温重合装置で無機結合させた後成形し、表面にカラー印刷する	環境技術研究協会の協力で廃棄物の再資源化モデルプラントを作る。
11 生ゴミから水やメタンを生成 鹿島	96.5.24 日経産業	高温メタン発酵で有機性廃棄物を処理するシステムの売り込み	このシステムは、生ゴミ粉砕機、高温メタン発酵バイリアクター、活性汚泥処理槽から成る。砕いた生ゴミを同じ重量の水と混ぜてからバイリアクターで、水とバイアガス（メタン+炭酸ガス）に分解する。	1トンの生ゴミが1/1000となる。コストはコンポストに比べて設置費が1/3、維持費が1/5になる。
12 廃棄物焼却灰で石材を製造 月島機械	97.3.19 日刊工業	都立工業技術センターと共同開発した灰から結晶化ガラスを製造する技術から開発した石材化技術と装置の販売	焼却灰に含まれるシリカ、アルミナ、石灰の主成分を調整、1400～1500℃の温度で溶融、ガラス成形品とする。これを800～900℃に保ち、金属酸化物の働きにより結晶核を発生させ、加熱して1000～1100℃で結晶を析出させ、冷却して石とする。	この人工石は、圧縮強度、曲げ強度が優れ、天然御影石と同等以上の物性を保有している。酸性雨にも強い。下水道事業団から一日三トンを処理する商業炉を受注した。

表5 容器包装材リサイクル技術の動向

開発した技術名	掲載年月	開発目標	開発内容	成果
1 塩素系プラスチック 廃材の油化技術 東芝	92.12.3 日本経済	塩素系化合物を含むプラスチック廃材をガソリンや灯油にする技術の開発。	細かく粉砕したプラスチックを高濃度の7ml水溶液を加える等して加熱、生じる分解ガスを冷却して油を回収	廃材1キロ当たり約1リットルの割合で灯油やガソリンを回収できる。
2 廃プラスチック油化 プラントの小型高機能 タイプの開発 フジキョウ	96.1.19 日経産業	機能は従来型と同等、価格は1/3。対象は容器包装ごみの処理責任を負う製造業者からの適正規模で低価格の設備の要望。	ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレンやABS樹脂等をガソリン50%、灯油30%、軽油20%の混合油に転換する装置。年間処理能力2,000トン（従来は5,000トン）。ポリ塩化ビニルの無害化設備を標準整備。価格12億5千万円と1/3	食品製造、化学、産廃処理等3社に納入内定。
3 発砲スチロール溶解再生 装置の販売 スライジンジャパン	96.5.10 日本経済	米IFS社の開発した発砲スチロールの溶解装置の総発売元となり、全国で販売する。	同装置は、米IFS社が開発した柑橘類から取った減容剤を噴霧すると、スチロールはゼリー状となり体積は1/100から1/200に減る。これをポリスチレン、減容剤、不純物に分離してポリスチレンを発砲スチロールの原料とする。	既に約6000社から引き合がある。
4 ペットボトルで吸音材 日産自動車	97.2.13 日経産業	使用済みペットボトルを業界初めて車の吸音材にリサイクル利用。	日産は三菱化学と共同で、再生ポリエステル樹脂を直径15ミリの繊維状にする技術を確認した。日産系の部品メーカーはその繊維状素材から吸音材を加工する。	従来の吸音材はフェルトであったが、リサイクル困難であった。再生素材利用で大幅な軽量化も実現コストを15%減らせる。
5 廃ガラス再資源化 アサヒビールパックス 大阪府立大学	97.3.4 日本経済	無色ガラスとして再資源化できる着色ガラス瓶の開発	無色ガラスの表面に1ミクロン以下の厚さで有機染料を含む酸化けい素膜をコーティングする。回収後に熱で熔融すれば有機染料が分解、無色ガラスとして再資源化できる。	メーカー大手8社の96年のガラス瓶生産量約200万200tの内無色と茶色は約88%を占め、資源化されている。
6 回収容器包装ごみ全 自動選別システム 三菱重工	97.3.7 日刊工業	容器包装リサイクル法を受けて、缶と瓶、プラスチック包装や割れガラス、その他のゴミの全自動選別システムの開発	高圧水の噴射による破袋機、磁力と風、振動を組み合わせた選別機、画像処理分析で透明と茶、黒、緑に瓶を自動選別する装置、近赤外線分析と打撃反発性、エアジェットを組み合わせて、プラボトルをPET製とポリ塩化ビニール製、ポリエチレン製に選別する装置、可視光線を当てて割れガラスを透明と茶、その他に選別する装置など	ヘルトコンパニー等ですつないで、破砕した粗大ゴミと買った物袋などに入ったままの包装ごみを缶はアルミ製とスチール製、ガラスは種類別の資源ゴミとその他のゴミに自動分別。回収率を80%に達した。
7 空容器回収事業に参入 富士電機	97.7.11 日経産業	米のエンビア社製の空缶回収・粉砕機を日本仕様で独自改良	容器の材質を自動識別してチップ状に粉砕する仕組み。	10台を岐阜県穂積町に納入した。
8 全自動空缶処理機の 開発 末崎機械研究所	97.7.16 日刊工業	従来の大型や足踏み式の空缶処理機より小型で、全自動式のものの開発	上から缶を投入すると、アルミ、スチール別に異なるプレス圧力（約20トン）で、自動的に圧縮処理し、下から排出、処理後は約7kgの長方形のバンドルとなる。約180個が1分間で処理可能。	小型のため価格も割安、小規模な市町村での活用にも効果的。容器包装リサイクル法対策

制御すれば、これらの物質を濃度を99%以上少なくすることができるとしている。また、少し古い文献であるが、「廃棄物処理における新技術焼却処理及び資源化技術の動向」⁹⁾の中に焼却処理に使われている炉の形式、排ガスや焼却残さ処理などの二次公害防止対策、灰固化方式、マイクロ波溶融炉、都市ゴミの資源化プロセスが述べられている。

ダイオキシンについては「防止技術報告者のコメント」¹⁰⁾に詳しい。これは87年に米国で開催された第7回塩素化ジオキシン及び関連化合物に関する国際シンポジウムの報告である。ダイオキシン類の生成と分解、環境のダイオキシン汚染防止新技術、その分解技術などについて述べている。新技術関連の主な文献は表6のとおりである。特許出願でみると焼却炉の排ガス中のダイオキシンの処理について、この5年間で164件も出願されているが、今後もっと増えるものと思われる。

3.2.2 地球温暖化物質排出量減少対策

90年に策定された地球温暖化防止行動計画の目標達成のためには、エネルギー利用効率の向上、再生可能なエネルギーの導入、CO₂吸収源の拡大などが必要であると資源環境技総研が95年に発表¹¹⁾している。これ

が、地球温暖化対策技術開発の方向であると考えられる。

電気学会が92年に「温室効果ガスと化石燃料発電システムの動向」¹²⁾として、①温室効果ガスによる地球温暖化とその低減への動き、②地球温暖化を抑制する化石燃料発電システムの調査、③CO₂の回収・再利用・固定・貯留技術の調査を行い、報告書として発表している。

さらに電力中研から92年に「電気事業におけるCO₂対策技術開発の動向」¹³⁾として、地球温暖化問題への取組みを会社別に紹介。基礎研究、実証プラント段階のものが多いとしている。深海底への貯留があるが、CO₂の固定技術には生物学的なものや化学的なものがあり、92年当時は未だ実験室レベルの基礎研究段階であると紹介。さらに、95年に「CO₂の分離、回収、処理の技術は、CO₂対策として有用であるか—エネルギー消費、コスト等からの検討と将来展望—」¹⁴⁾として、①代表的なCO₂の分離回収技術、②最近の研究開発状況と各国の取組み状況③火力発電所からのCO₂の回収・処理のトータルシステム評価、④CO₂の分離回収処理技術の期待と展望、⑤実現の可能性の高い技術の紹介している。分離回収技術とし

表6 研究開発された焼却炉排ガス対策技術の動向

開発した技術・機関	開発目標	開発内容	文献
1 廃プラスチックを含む都市ゴミ分別焼却炉の塩化水素除去 プラスチック処理促進協会他	都市ゴミより分別された廃プラスチック類を焼却処理する際に発生する塩化水素を、簡便かつ低濃度まで中和除去する技術の開発	流動床焼却炉で燃焼させた廃プラスチックから発生する塩化水素を炉内で乾式中和して大気中への排出を抑制する実験を行った。ナトリウム系中和剤の方がカルシウム系よりも優れている。	月刊廃棄物, 7(6), 88-92.
2 湿式イオン化スクラバー Ceilcote Co.,	イオン化荷電粒子の「鏡像引力」を利用した煤塵微粒子や液滴を高効率、低エネルギーで捕集するスクラバーの開発	空気中の微粒子は、最初高電圧のイオン化装置内を通過し荷電する。次いでこの荷電粒子は、湿式の充填スクラバーによって捕集される。HCl, HF, SO ₂ 等のガスはテラレットを充填した吸収塔で吸収される。	Int.Symp. Inciner Ind Hazard Wastes,,85-100.1988.
3 回転式焼却炉の開発 東邦ガス	特に含水率の高い食品汚泥などの廃棄物を天然ガスを用いて完全に無煙無臭焼却する焼却炉の開発	新開発の火炎の長い特殊バーナーを用い、焼却物に効果的に火炎を当てて省エネルギー化を図った。排ガスは再循環させ無煙・無臭化を実現。	服部雅夫, JETI,42(15), p96, 1994.
4 焼却炉排ガスの浄化乾式法 DCE	スタティックミキサー、吸収剤の注入、ろ過による集塵装置の開発	吸収剤に石灰を用いて流動性を増加させ、Cd,Hgなど揮発性重金属の捕集効率を高める場合には、排ガスを130℃程度に冷却。	Herbet.M S,Inf Chim,317, p208-209,1990.
5 活性木炭の利用 EC内の各社	活性炭を用いて、焼却炉排ガス中のダイオキシンや重金属等を吸着させる装置の開発。規制値の1/10まで除去できるスーパー技術の開発。	装置の構成は、fixed bed, direct injection circulating fluidized bed, spray adsorption その他、ダイオキシンの触媒分解、電気集塵器も付けることができる。各装置の機能については報文を参照のこと。	FOUHY.K,chem Eng,99(6), p31-35,1992.
6 湿式排煙脱硫装置新技術 石川島播磨重工業	大容量排ガス処理の主流となっている湿式石灰石・石膏法について紹介	装置性能の向上、吸収剤使用量の低減、排水中のCOD起因物質低減に有効な同時脱硫酸化方式の概要の紹介。	池野榮勝他, 日本機会学会シンポ, 2,p245-249,1992

表7 研究開発された地球温暖化対策技術の動向

開発した技術・機関	開発目標	開発内容	文献
1 CO ₂ を深い海の底に閉じ込める 電力中央研究所	CO ₂ を発電所で回収し、深海底に閉じ込める技術の開発	水深600m以上でCO ₂ は液体となり、300m以上の深海では海水より重くなって海底に沈みやすくなる。その表面にシャーベット状の薄い膜ができて海水中に広がり難くなる。	New Energy,96,p34-35,1992.
2 微細藻類によって大気中のCO ₂ を吸収固定する研究 中部電力他	高濃度のCO ₂ 中で増殖する藻類の選択と最適培養条件の検討	高濃度CO ₂ 中で増殖し、かつ増殖能力の高い微細藻類をサンプリングした。得られた藻類について最適培養条件を検討し、効率的にCO ₂ 吸収固定する条件を明らかにした。	中部電力技術ニュース, 65, p13-14,1995.
3 生物による二酸化炭素の固定 電力中研	各種生物的方法とそれ以外の方法とのコスト・効果の比較	植林と微細藻類による固定、植物プランクトンを通して海洋に吸収させる方法と他方法として、CO ₂ の回収と海洋投棄・地中処理の経済性、炭素税課税によるCO ₂ 削減効果をあげ、比較した。	斎木博, 資源と素材, 110(14), p1075-1081,1994.
4 関西電力がめざす排煙脱炭技術 関西電力他	排煙中のCO ₂ を吸収液に吸収させた後、それから回収する方法の開発	1990年5月試験装置により試験した結果、CO ₂ の吸収率は90%以上であった。また、ハプト藻を使った固定化技術の試験を行っている。	エネルギー, 27(3), p30-33, 1994

ては、化学吸収、物理吸収、CO₂の分離・回収、膜分離法、高分子膜・液膜、深冷分離法、直接回収法等の要素技術とこれらのプロセス体系が示されている。新技術関連の主な文献は表7のとおりである。

特許出願について炭酸ガスあるいは二酸化炭素を検索すると、12,110件の多数の特許出願があった。しかし、温暖化ガスの内、炭酸ガス対策に偏りが見られる。技術として電力業界が開発を行っている「深海底に炭酸ガスを投棄する方法」、「炭酸ガス深海送込み装置」、「二酸化炭素の深海への送込み方法」、等が該当する。炭酸ガスを還元する触媒の開発も行われており、「炭酸ガス還元用硫化タングステン触媒及びその製造方法」等が提案されている。

3.2.3 汚染地下水浄化及び土壌汚染浄化技術

長野県衛生公害研では「土壌・地下水汚染の修復技術」⁹⁾の報文の中で次のように述べている。土壌

や地下水汚染を処理する際、汚染の程度、広がり、地形、地質、周辺地域の状況、土地利用状況など現地の自然的・社会的状況を考慮し、最も適切な方法を選ぶ。現在、処理技術としては次のものが上げられる。①土壌掘削法、②真空抽出法（土壌ガス吸引法）、③地下水揚水法、④原位置ガラス固化法、⑤バイオレメディエーション（生物処理）、⑥土壌洗浄法、⑦その他。この中でバイオレメディエーションとは、微生物が持つ化学物質の分解能力を利用して、環境中の有害物質を分解・無害化する修復技術である。

土壌が汚染されると地下水が汚染される。そのため、地下水と共通なものがあり、検索された文献は高度の技術開発である一方、大部分は総説或いは解説に相当するものであった。これらを用いて全体を概観すると、国内の技術には特に画期的なものはない。地下水及び土壌汚染浄化についての新技術関連の主な文献は表8のとおりである。

3.2.4 廃棄物資源化技術

廃棄物資源化にも多くの種類の廃棄物がある。これらの対策を一つ一つ解決して行く必要がある。検索された文献^{9,10)}の中から特に「リサイクルと資源化

技術の可能性」について述べたものがあり、いろいろなアイデアが述べられている。資源化についての新技術関連の主な文献は表9のとおりである。

表8 研究開発された地下水及び土壌汚染処理技術の動向

開発した技術・機関	開発目標	開発内容	文献
1 堆肥による汚染残土の浄化実験 明治コンサルタント 千葉県水質保全研	産廃中間処分場跡地で行われている地下水汚染防止工事でた有機汚染残土の堆肥による浄化実験を行い、効果を調べた。	堆肥化作用のバクテリア反応により、有機塩素系溶剤の浄化能力のあることが確認された。鶏糞堆肥よりも、牛糞や豚糞堆肥の方が分解能力が高かった。	日暮淳, Proc Symp,5, p215-218,1995.
2 バイオレメディエーションによる土壌・地下水汚染修復実証実験 熊谷組技研	バイオレメディエーションによるトリクロロエチレン等の有機塩素系化合物分解に際しての予備実験と実証実験	予備実験では、現地に生息する微生物の活性及び分解能を確認した。実証実験では、現地における微生物の増殖及びトリクロロエチレンの分解試験を行い、分解活性が40日間持続したことを確認。	土路生修三他, 熊谷組技術研究報告, 55,p51-58, 1996.
3 クレオソート汚染土壌の in situ微生物分解 ミネソタ大学	コルタールや木材処理の工場跡地周辺から地下水汚染が発見された。揚水システムによる対策では不十分であったため、微生物分解法を検討した。	カラム試験では微生物分解無しでは、PAH(多環芳香族炭化水素)の除去は遅かった。In situ微生物分解では、十分な酸素供給が得られるならPAHは完全に除去でき、汚染源の除去が可能であった。	NELSON M D, Proc Ind Waste Conf,50, p129-137,1996.
4 二つのバイオホールでの嫌気性と好気性分解の比較 ENSR Consulting and engineering TX	トリクロロエチレン等のVOCで汚染した廃棄物処理サイトの最も低い隅にホルトの水溜を設置し微生物分解を促進する。	40週間の処理の結果、バイオホール技術は好気性/嫌気性混合方式共に、VOC処理能力に優れていることを証明した。	RAMSDEN D K, Proc Mid-Atl Ind Hazard Waste Conf,28, p15-27,1996.
5 無水アンモニア及びメタン注入によるTECの in situ微生物分解 R.E. Wright Environmental Inc., PA	トリクロロエチレン(TCE)を含む塩素化アルケンで汚染したサイトに30の気体抽出井戸及び30の栄養素注入井戸を設置し試験した。	抽出井戸は空気によって好気性微生物を活性化させるために設けた。注入井戸から多岐管を通し、周期的に無水アンモニア及びメタンを注入した。これらの対策によって微生物個体数は増加した。	CRONCE R C, Proc Mid-Atl Ind Hazard Waste Conf,28, p8-14,1996.
6 細菌を利用したテトラクロエチレン(PCE)の分解 福岡県保健環境研 他	低沸点有機塩素化合物の中でもPCEは、好気性雰囲気では微生物によって全く分解されない。この分解方法を開発する。	最近PCEを強力にジクロロエチレン(DCE)へと脱塩素化する嫌気性菌Y51株の純粋分離に成功し、ピフェニルジオキシナーゼとトルエンジオキシナーゼとの間でハイブリッドジオキシナーゼを構築し、TCEやDCEを極めて効率よく分解することを明らかにした。	世良暢之他, 資源環境対策, 33(3), p263-269, 1997.
7 メタン注入はどのようにして塩素系溶剤を攻撃するか Philip Environment-al Serv. Corp. USA	天然ガスの注入とエアストリッピングを組合わせて汚染土壌や地下水を現場で浄化可能である。天然ガスの代わりにメタンを用いた。	メタンの注入は有機塩素系溶剤を分解する能力を持つ微生物を活性化させる。副生物にも毒性はない。	SUTFIN J A, Int Ground Water Technol,2(4),p7-9,1996.

表9 研究開発された廃棄物資源化技術の動向

開発した技術・機関	開発目標	開発内容	文献
1 圧延廃油の資源化 新日本製鉄	圧延廃油のコークス炉でのガス化技術と焼却炉での高効率燃焼技術開発	前者は廃油中の鉄分除去、コークス炉への均一投入法及びガス化残さの無害性確認を行った。後者はコークス炉でのガス化が困難な常温で半固体の廃油を対象とした。所内で回収した再生油との混合により流動性を高め噴霧燃焼可能とした。	西沢晃一他, リサイクル技術研究発表会,4, p67-70,1996.
2 コークスヘット式灰溶融炉による焼却残さの溶融処理 新日本製鉄	焼却残さの適正処理及び資源化を目的としたコークスヘット式灰溶融炉での焼却残さの溶融処理技術の開発	炉下部に形成した赤熱したコークスヘット層に溶融物を投入して溶融する。全連外一カ焼却炉の主灰に焼却飛灰を混合し、重金属の挙動に注目しながら実験した。	生活と環境, 42(1), p77-82, 1997.
3 NKK式完結型一貫リサイクルシステム NKK	瓶、缶、プラスチックの分別・回収・有効利用までの一連のシステムの開発	これは分別ゴミ資源化システムと廃プラスチック高炉原料化システムとで構成。一括収集した都市ゴミからガラス瓶、スチール缶、アルミ缶プラスチックに選別し、プラスチックからPVCを除いて粉碎し造粒し、1100℃の熱風と共に高炉内に吹き込み、還元ガス化して鉄鉱石の還元・加熱・溶解に利用する。	産業と環境, 25(11),p85-86, 1996.
4 汚泥燃料化プロジェクト 三菱マテリアル	汚泥を低炭化度の石炭と混合する方法により汚泥処理プロセスの合理化と汚泥の燃料化を可能にする技術の開発	この処理プロセスは活性汚泥法等の従来法に比べて経済性に優れ環境にやさしく、燃料化プロセスを付加すると処理後の脱水ケーキが固形燃料として石炭の代替燃料として使用できる。	産業と環境, 25(11),p74-75, 1996.
5 油化不適物は自動選別日立造船	油化不適物は自動選別し廃プラから油を回収する技術の開発	装置構成;(1)前処理装置・油化不適物を比重差分離、(2)油化装置・熱分解釜、反応塔、生成油回収部からなる。	産業と環境, 25(8),p89-91, 1996.
6 液相造粒法による石油コークス燃焼灰回収システム 永田製作所昭和シェル石油	石油コークス燃焼で発生する未燃焼灰の可燃分を選択的に造粒し、ペレットとして回収、灰分を除去するシステムの開発	未燃焼懸濁液に油系バインダーを添加し、機械的攪拌により可燃分のペレットを形成させる。	産業と環境, 25(8),p99-101, 1996.
7 廃プラスチック減容固形機能性を高めた「マルチホマー」 御池鉄工所	廃プラスチックを減容化する技術の開発	標記減容機は、200mm以下に破碎した廃プラを圧縮によって太さ35mm、長さ30~100mmのペレットに減容固形化する。体積は1/10~1/15になる。真比重は約1.0	産業と環境, 24(11),p106-107, 1995.

3.2.5 容器包装リサイクル技術

この分野の報文は、95年に「容器包装に係わる分別収集及び再商品化の促進に関する法律」(容器包装リサイクル法)が制定されてから急激に多くなった。容器の内、PETボトルとガラス瓶は特定容器として97年4月から施行対象となっている。このため、JOISで検索した報文も、殆どが96年と97年に報告されている。

JOISの検索結果では、廃プラスチック全般(PETボトル、プラスチックフィルム、発泡スチロール等)が問題であるとしている。しかし、内容的には総説や解説が多いため、画期的な開発成果をまとめるまでにはいたらなかった。

4. おわりに

環境関連の新技术要素技術調査について新聞、文献、特許データベースを用いて行った。この中で特にダイオキシンに除去を目的とした焼却炉、地球温暖化の二酸化炭素の固定化技術、容器包装リサイクル関連の廃プラスチックの油化・PETボトルのリサイクル技術、地下水・土壌浄化のバイオレメディエーション等土壌汚

染修復技術の新技术は、この5年間に起こったエボックとして新聞に数多く取り上げられている。

今後、このような調査結果を継続的に行いながら当センターの研究業務に活用するとともに、大学、民間企業等との共同研究を推進するための一資料としていきたい。

参考文献

- 1) PB Rep, DONNELLY J R, p3-22, 1992.
- 2) 日本機会学会誌, 平山直道他, 86(776), p728-734, 1983.
- 3) HAUSER T R, Chemosphere, 18(1/6), p1333-1335, 1989.
- 4) 指宿堯嗣, 大気汚染学会誌, 30(1), p1-11, 1995.
- 5) 電気学会技術報告, 447, p59, 1992.
- 6) 新田義孝, 白石記念講座, 24, p37-54, 1993.
- 7) 清山哲郎, CO₂の分離回収技術..., p53, 1995.
- 8) 野村幸弘, 衛公研情報, 26(1), p2-4, 1996.
- 9) 村田徳治, 月刊廃棄物, 22(7), p112-115, 1996.
- 10) 村田徳治, 月刊廃棄物, 22(1), p229-232, 1996.