

2012.3
No.34

クリーン・ジャパン・ ニュースレター

CJC 財団法人 クリーン・ジャパン・センター



リサイクル技術開発本多賞(第16回)
表彰式を挙行



JICA 集団研修
「廃棄物3R・再資源化(B)」コースを実施

前号に引き続き、平成23年度「資源循環技術・システム表彰」の
受賞テーマ(会長賞分)を掲載しました。



CONTENTS

CJCTピックス 2

- 平成23年度リサイクル技術開発本多賞(第16回)表彰式 2
- 平成23年度「資源循環技術・システム表彰」 3
- 平成23年度JICA集団研修「廃棄物3R・再資源化(B)」コースを実施しました 5

22年度調査研究紹介 6

- 「使用済製品からの希土類磁石の分離・回収技術(脱磁技術)に関する調査研究」 6
(財団法人機械システム振興協会委託事業、競輪補助事業)

お知らせ 8



平成23年度リサイクル技術開発本多賞(第16回)表彰式

リサイクル技術開発本多賞は、長年廃棄物リサイクルの分野に携わってこられた故本多淳裕先生(元大阪市立大学工学部教授、元(財)クリーン・ジャパン・センター参与)のご厚意に基づき、リサイクル技術開発に従事する研究者・技術者等への研究奨励を目的として平成8年度に創設されたものです。

平成23年度リサイクル技術開発本多賞には、研究論文4件及び技術論文1件の計5件の応募があり、その中から下記の研究論文2件が選定されました。平成24年1月25日(水) 阪急グランドビル(大阪)で表彰式が行われました。受賞論文の概要は以下のとおりです。

第16回リサイクル技術開発本多賞 受賞テーマ概要

1. 研究論文

Studies on Bromination and Evaporation of Zinc Oxide during Thermal Treatment with TBBPA

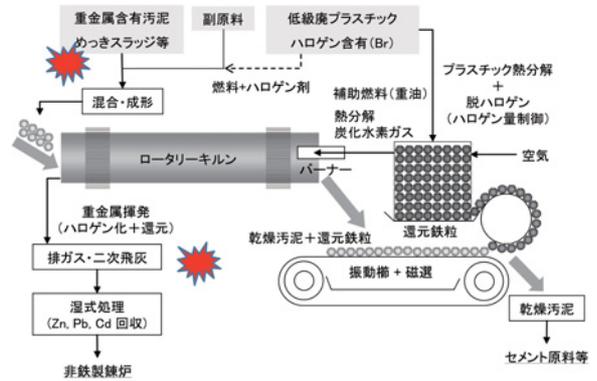
(TBBPAの熱処理による酸化亜鉛の臭素化と揮発に関する研究)

グループ代表 中村 崇氏 東北大学 多元物質科学研究所

プラスチックや電子基板は難燃性を保つため臭素系難燃剤が使用されています。EUにおけるRoHS指令により臭素系難燃剤の禁止が出されましたが、完全に規制することはできず、TBBPAなどいくつかの難燃剤は使用が認められています。特にTBBPAがもっとも多く使用されています。最近注目されている小型廃電気・電子機器のリサイクルにおいて銅や貴金属、またレアメタルの回収が注目されていますが、小型廃電気・電子機器でもっとも高、重量ともに多いのは、基板も含めプラスチック部分であり、小型廃電気・電子機器のリサイクルを総合的に行うためには、プラスチックのリサイクルが重要です。

難燃剤含有プラスチックのリサイクルは容易でなく、廃プラスチックの大きな課題の一つです。本論文では、臭素系難燃剤含有プラスチックの効率よいリサイクルを目指し、TBBPAと金属酸化物がどのように反応するかを基礎的に調べたものです。具体的にTBBPAと酸化亜鉛との反応を調べ、400℃くらいから酸化亜鉛の臭化反応によ

りZnBrが生成し、500℃以上で揮発すること及びその課程でどのような有機化合物が揮発するかを明らかにしました。この基礎研究は現在電気炉ダストの処理に応用されることとなり、パイロットプラントが計画されています。またその後、他の金属酸化物との反応を系統的に調べ、電子基板のリサイクルにおいても、この基礎研究は重要な知見を与えました。



受賞した基礎技術論文を基に提案された臭素系難燃剤含有プラスチックによる金属回収プロセス

2. 研究論文

High Gradient Superconducting Magnetic Separation for Iron Removal from the Glass Polishing Waste

(超電導高勾配磁気分離法によるガラス研磨廃棄物からの鉄系成分の除去)

グループ代表 西嶋 茂宏氏

大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻

使用済ガラス研磨剤である酸化セリウムを再利用するため、高勾配磁気分離法と磁気アルキメデス法を併用することで再生が可能であることを示した論文です。

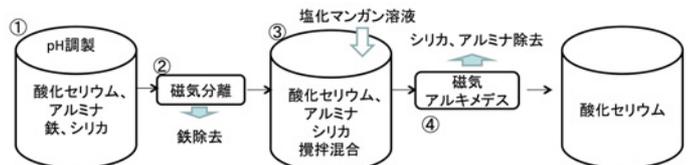
液晶パネルやガラス等の研磨用酸化セリウムは、ほとんどを輸入に頼っており、近年、その入手が困難になっています。このため、使用済研磨剤の再生の手法を開発することが当該分野で重要な開発事項となっています。またこの手法の確立は環境負荷の低減に大きく寄与すると期待されています。

研磨用酸化セリウムは水に懸濁されて使用され、研磨後においては、排水処理プロセスで処理されます。処理された使用済酸化セリウムはガラス研磨屑とともに凝集剤(鉄系凝集剤)で凝集した形態で存在しています。酸化セリウムを再利用するためには、鉄系化合物粒子との付着を解消するとともに、それを除去する必要があります。本研究では、pH調整によって凝集したスラッジを分散させるとともに、超電導磁石を用いた高勾配磁気分離法によって、鉄系化合物粒子を除去しました。分離のための最適条件を、計算とモデル実験によって検討しました。さらに、鉄系化合物粒子分離後の溶液からガラス研磨屑(シリカ粒子)を分離し、酸化セリウムの回

収を実現するため、磁気アルキメデス法を利用し、高効率な回収を実現しました。

なお、凝集剤の種類によってはアルミナ粒子が混入しますが、磁気アルキメデス法で分離可能であることも実証しています。この研究によって、酸化セリウム粒子を研磨剤として再利用できる可能性が示されました。

当該研究の成果を基にガラス研磨廃液からの酸化セリウムの回収について、株式会社マエダマテリアルと共に独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の希少金属代替・削減技術実用化開発助成事業に申請し、2011年に採択されています。



- ① pH調整を行い、試料の分散を行う。
- ② 超電導高勾配磁気分離により鉄の分離を行う。
- ③ 鉄を除去した試料に常磁性作業媒体(塩化マンガン)を加え混合する。
- ④ 超電導磁石で磁気アルキメデス分離を行い、シリカ、アルミナを浮上分離させて、酸化セリウムを回収する。

使用済み研磨廃材からの酸化セリウム回収フロー図



平成23年度「資源循環技術・システム表彰」

財団法人クリーン・ジャパン・センター会長賞受賞テーマの概要

(1) 環境テクノサービス株式会社

■ 建設発生土のリサイクル

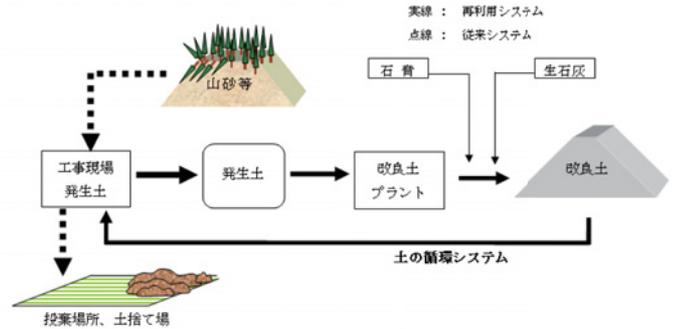
これまで建設発生土は転用に向いている第1、第2種建設発生土を除くと埋立処分等されることが多くありました。とりわけ高含水軟弱土の性状を呈している場合、転用されることなく埋立処分場に処分等されるのがほとんどでした。このため埋立処分場の確保が難しくなり、不法投棄などの問題が起きたり、山砂・海砂・川砂などのバージン材による埋め戻しが必要となったりするなどの問題がありました。

受賞者は、従来再生が難しいといわれてきた高含水軟弱土や高粘性土を、高品位の埋戻し材や盛り土材として再利用できる技術を開発し、発生土の処分量を低減させています。

これは固化剤に生石灰のみを添加し製造するのではなく、強度発現性の優位性をもつ石膏を添加し改良土を製造したものです。この石膏には建設副産物の一つである廃石膏ボードをリサイクルした再生石膏を使用しています。この技術をシステム化した「発生土再利

用システム」を活用して建設発生土や河川、湖沼、港湾の底泥処理、その他、土と環境に関する幅広い事業を全国的に展開しています。

発生土再利用システム



(2) 株式会社 真人

■ 廃石膏ボードのマテリアルリサイクル事業

建築解体時の廃材等として搬出される廃石膏ボード（建築用内装材）は、その多くが産業廃棄物として処分され、最終処分場に埋め立てられています。現在、廃石膏ボードは紙を分離しても安定型処分場には埋め立てることが禁止されているので、費用の高い管理型処分場での埋立を避けるべく、適切なリサイクル用途の開発が強く求

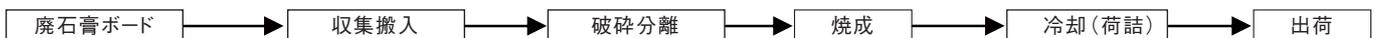
められています。国内の新築系廃石膏ボードの6～7割が石膏ボード原料として再利用されているのに対し、解体系廃石膏ボードの実績は数%と推察されています。

受賞者は、廃石膏ボードを破碎・分離してロータリーキルンで焼成し、中性固化材（地盤改良材）用の製品（石膏粉）として再生利用する循環システム（収集運搬、中間処理、製造販売）を構築したものです。

再生石膏中性固化材処理工程



(再生石膏中性固化材(エコパントI))



(3) 株式会社岩井化成

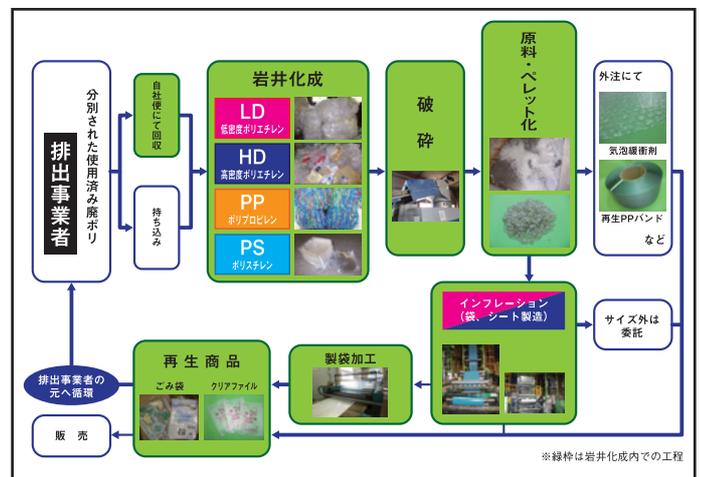
■ 廃ポリエチレンのリサイクル循環システムの構築

事業者が廃ポリエチレンを「産業廃棄物」として処理する場合、排出された廃ポリエチレンは固形燃料にされたり、そのまま焼却処分にされたりすることが多くあります。

この場合、廃ポリエチレンは不要になった「廃棄物」として排出されたのであり、有価資源として回収、利用されたのではないので、事業者の廃棄物排出抑制効果がないばかりでなく、排出物の自社有効利用にもなりません。受賞者は、他社工場等で廃棄された廃ポリエチレンを有価物として回収し、再生原料化、再生シート化を経て、ごみ袋や梱包袋に再生し、排出事業者自身に還元しています。

受賞者は従来から、インフレーションフィルムメーカーとして、ごみ袋やポリエチレン袋を製造していたので、再生商品をつくる設備や技術を保有するとともに、廃ポリエチレンの産業廃棄物中間処理業の許可を取得していることにより、廃ポリエチレンのさらなる分別や原料の特性などの把握にも優れ、再生商品化を可能にすることができました。また、再生商品はバージン原料で作成した商品より価格も安い（国内製造での比較）、循環商品としての利用が可能となったものです。

リサイクル循環システム



Topics

(4) ナカバヤシ株式会社

■ 機密書類の出張細断サービス

オフィスでは、業務上、技術文書、経理書類や顧客の個人情報にかかわる文書など、機密性の高い文書が日々発生しますが、これらの機密文書の多くは一定年限保管された後、排出されるのが通例です。これらの文書は一度に大量に排出されるが故に、小型のシュレツダ機密書類の出張細断サービスの流れ

では処理できず焼却されているケースも多くあります。受賞者は、このような機密保持とリサイクルの課題を解決するために、高速細断・高圧縮減容装置を搭載した運搬車を開発し、さらにその運搬車で事業所を訪問して機密保持の立ち会い確認を受けながらその場で機密文書を細断・圧縮、製紙原料会社に持ち込む機密書類の出張細断サービスを全国展開しています(66拠点:平成23年8月現在)。



1. 使用済み文書が一定量に達したら、顧客から電話連絡
2. 大型シュレツダ搭載のトラック(エコポリスパン)が出向き、文書を細断
3. 文書保存箱1箱(約20kg)の処理時間は1~3分
4. 細断後の文書はすべて持ち帰り、製紙原料会社へ搬入、計量
5. 大型シュレツダ搭載車で近隣事業所を回る定期巡回細断も実施可能

(5) 横浜ゴム株式会社 研究本部研究部

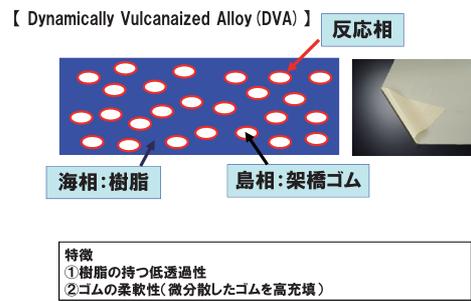
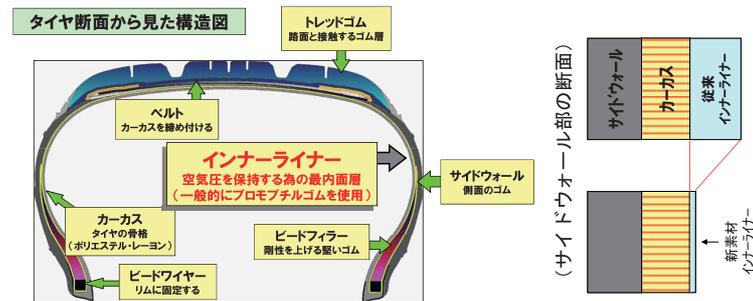
■ 空気入りタイヤにおけるインナーライナーゴム使用量低減

タイヤ部材の中でも空気圧保持機能を担うインナーライナーと呼ばれる部材は、一般的にはゴムの中で最も機能の高いブチルゴムを中心とした配合材が用いられています。自動車の使用時に空気圧と燃費には相関があることが知られており、ブチルゴムの使用量を低減すると製造時の省資源化は達成できますが、自動車使用時に資源消費量が増えるという課題があります。タイヤにおいては製造時よりも使用時のCO₂排出量が大きく、このような方法はトータルの省資源化に対しては逆効果となります。空気

圧保持機能を大幅に高めるためには、高バリア性樹脂の利用が考えられます。しかし、高バリア性樹脂は一般的に弾性率が高く壊れやすいため、タイヤのような大変形が無数に繰り返される製品には使用できません。そこで受賞者は高バリア性樹脂にゴムを複合化させる技術に着目し、樹脂中にゴムが高体積率で微分散した熱可塑性エラストマーを開発することによりこれらを解決しました。樹脂をマトリクスとすることで樹脂のバリア性を生かすことができ、一方、ゴムを高体積率で微分散させることで弾性率を低減、タイヤ部材としての耐久性を持たせることができました。

タイヤ構造

ゴム/樹脂動的架橋型熱可塑性エラストマー

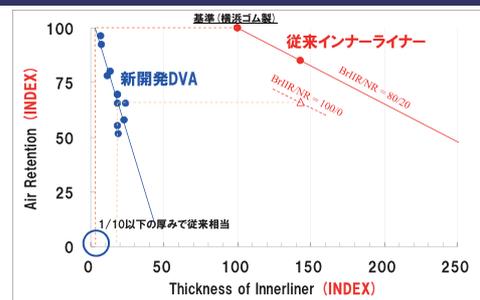


成果の概要

インナーライナーの厚み	1/10
タイヤ重量の軽量化	3~4%*
受賞者生産タイヤに占める新タイヤの比率	0.3% (2010年度)
合成ゴム低減量	約 57 t/年 (2010年度)

* 軽量化と空気機能向上が両立するよう調整

タイヤエア漏れ評価結果



薄肉フィルムで大きくエア漏れ性能改善
軽量化とエア漏れ低減を両立



Topics

(6) シャープ株式会社

■ 自己循環型マテリアルリサイクルが可能なバイオプラスチックの開発

バイオプラスチックであるポリ乳酸 (PLA) は、供給安定性、経済性などでは優位性はあるが、化石由来プラスチックのABS (注1) 等と比較して耐久性、リサイクル性が劣っているほか、成形性、衝撃性などに課題があり、耐久消費財への採用は限定的なものになっています。受賞者は、このような状況のなか、化石由来プラスチックの多くがマテリアルリサイクルされていることを踏まえ、バイオプラスチックにおいてもマテリアルリサイクルは必須であり、焼却処理を前提とした材料設計・製品設計には課題があると考えました。

PLAとABSは組成が大きく異なるため単純ブレンドでは層間剥離を生じ均質な材料はできないことから、PLAとABSの相容化についての検討を行い、GMA、PMMA (注2) を添加、さらにリサイクル性向上のために加水分解抑制剤により耐久性を付与し、繰り返しマテリアルリサイクルが可能なPLAとABSのバイオプラスチックブレンド材料を開発しました。

注1: ABS (アクリロニトリル、ブタジエン、スチレン共重合合成樹脂)

注2: GMA (グリシジルメタクリレート)、PMMA (ポリメチルメタクリレート)

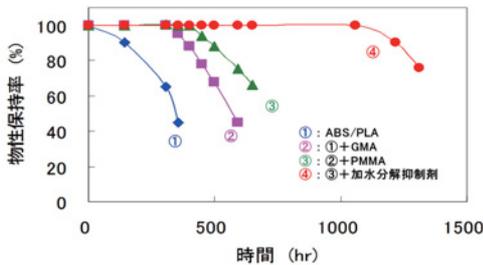
開発材料 (ABS-PLA ブレンド材料) の特性

	引張強度 (Mpa)	曲げ強度 (Mpa)	曲げ弾力率 (Mpa)	Izod 衝撃強度 (kJ/m ²)	面衝撃強度 (cm)	流動性 (MFR) (g/10min)
開発材料	56	76	2400	23	200<	53
従来バイオ材料	51	71	2300	7	23	65
現行材料 (ABS樹脂)	39	62	2200	19	143	46

開発材料を使用した携帯電話用卓上ホルダー



相容化による耐久性の比較 (物理保持率)



開発材料の資源循環イメージ図



Topics

平成23年度 JICA 集団研修「廃棄物3R・再資源化(B)」コースを実施しました

独立行政法人国際協力機構(JICA)から委託を受けて、平成23年11月14日から12月15日の約1ヶ月間、JICA 集団研修「廃棄物3R・再資源化(B)」コースを実施しました。

本コースは海外諸国の政府又は都市ごみ行政に携わる実務者を対象として、日本の廃棄物問題対策の歴史を含めた関連法体系、3R推進施策、産業界や自治体の取組についての講義及び廃棄物処理施設やリサイクル施設・工場の視察、経済産業省・自治体・NPOとの交流等を通して、研修参加者の自国での改善計画(アクションプラン)策定を自らが行うことを目標としています。講師、見学先関係各位、交流先の方々のご好意・ご協力により有意義な研修ができ、研修参加者も大変満足して帰国していただきました。

研修参加者は9名(フィジー、ジャマイカ、マーシャル、モロッコ、ミャンマー、パレスチナ、タイ、チュニジア、トルコ)、講義・視察等にご協力いただいた団体、企業等は次のとおりです。

講義協力(講義順・敬称略) :

特定非営利活動法人日本環境斎苑協会、経済産業省産業技術環境局(リサイクル推進課、環境指導室)、東京都環境局廃棄物対策部(財団法人東京都環境整備公社)、泉川千秋、社団法人日本産業機械工業会(日立造船株式会社、水ing株式会社)、公益財団法人日本容器包装リサイクル協会、財団法人先端建設技術センター、財団法人家電製品協会、公益財団法人自動車リサイクル促進センター、農林水産省食料産業局バイオマス循環資源課食品産業環境対策室、3R推進団体連絡会、NPO法人埼玉エコ・リサイクル連絡会、グリーン購入ネットワーク、品川区都市環境事業部品川区清掃事務所

視察等協力(視察順・敬称略) :

東京二十三区清掃一部事務組合渋谷清掃工場、目黒区清掃事務所(目黒区環境清掃部清掃リサイクル課)、中央防波堤埋立処分場(財団法人東京都環境整備公社)、芝園清掃工場、世田谷リサイクル協同組合(有限会社小林金属商会、株式会社中田世田谷事業所、世田谷区資源循環センター リセタ)、株式会社タケエイ、小山化学株式会社、三栄レギュレーター株式会社、株式会社小田急ビルサービス環境事業部小田急フードエコロジーセンター、株式会社ハイパーサイクルシステムズ、株式会社エコネコル、株式会社トベ商事



研修の様子

調査研究
紹介

22年度調査研究紹介

「使用済製品からの希土類磁石の分離・回収技術（脱磁技術）に関する調査研究」

（財団法人機械システム振興協会委託事業、競輪補助事業）

本調査研究は、レアアースリサイクルに関するものです。最も強力な永久磁石であるネオジウム磁石を、製品から取り出しリサイクルすることは容易ではなく、そのための脱磁技術に焦点をあてて調査研究を行いました。

ネオジウム磁石には、ネオジウム (Nd) やジスプロシウム (Dy) といったレアアースが使用され、省エネ家電や次世代自動車（ハイブリッド自動車、電気自動車）の高性能モーターに大量使用が見込まれ、早急なリサイクルシステムの確立が期待されています。脱磁（消磁）技術は、磁石のキュリー点（ネオジウム磁石は310℃）まで温度を上げる熱脱磁方法と、着磁と逆の減衰磁場をかけ常温で脱磁する方法（以下「常温脱磁」という。）の2種類があります。熱脱磁はすでに一部で使用されていますが、作業の安全性や省エネルギーの観点で課題もあります。ここでは新たな脱磁技術として常温脱磁技術について検討しました。

なお、脱磁試験は、株式会社テルムの協力を得て、実施しました。

1. 常温脱磁試験の対象製品

(1) 家電洗濯機DDモーター（図1、図2）

洗濯機モーターから外したローター（磁気回路品寸法：250φ×30mm、磁石：20kOe×48極）の状態で脱磁試験を実施しました。このローターはFRP製で、磁石単体が48枚円周上に埋め込まれた状態で配置されています。

(2) エアコンコンプレッサ（図3、図4、図5）

エアコンコンプレッサから外した切断品（図4）とローター（磁気回路品寸法：50φ×40mm、磁石：30kOe×4極）（図5）を脱磁試験しました。ローターには磁石単体が正方形に4枚配置されています。



2. 脱磁試験

家電洗濯機DDモーターとエアコンコンプレッサの対象製品に合わせた専用脱磁ヨークを試作して、脱磁試験を行いました。

(1) 脱磁用電源

脱磁用電源最大容量4,500V-4,000μFに高めた電源（図6）を使用しました。

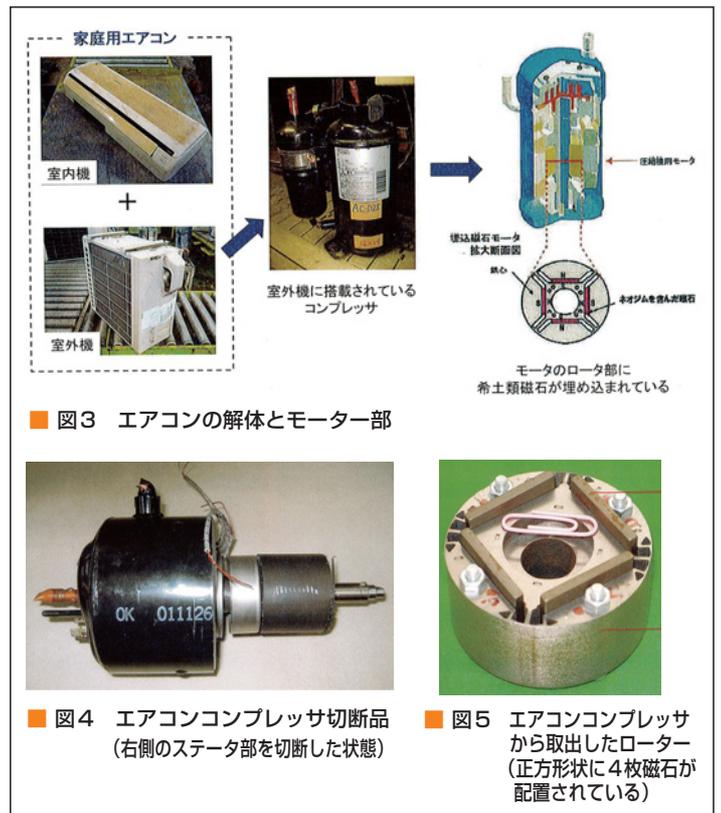


■ 図6 電源容量を高めた脱磁用電源

(2) 脱磁試験の方法

① 家電洗濯機DDモーター

脱磁ヨーク（外形寸法 600mm×450mm×250mm、29kg）（図7）の極数は対象製品に合わせて48極です。サンプルの取り出しはエアによる押し上げ方式としました。減磁界印加方法は、洗濯機ローター





に脱磁ヨークをすっぽり被せるようにセットした後(図8)、通電して行いました。平行パルス減衰磁界を用い、3,000Vから正逆のパルス(図9)を交互に12回印加しました。印加磁界は、磁石磁化方向に並行です。

②エアコンコンプレッサ

減磁界印加方法は、エアコンローターとコンプレッサ切断品のローター部分のそれぞれを脱磁ヨーク(内径70φの水冷式空心コイル)内に入れて、印加磁界を磁石磁化方向に直角になるよう通電しました(図10、図11)。印加電圧は、1,000Vから徐々に上げ3,200Vまで印加しました。

3. 脱磁試験結果のまとめ

- (1) 対象製品: 多量入手可能な家電洗濯機DDモーターとエアコンコンプレッサを選択しました。
- (2) 専用ヨーク: 脱磁試験では、家電洗濯機DDモーターとエアコンコンプレッサのローター(磁気回路品)に合わせた専用脱磁ヨークを試作して、脱磁試験を行いました。
- (3) 試験結果: 対象2製品については、磁力は共に40ガウス以下となり、脱磁が確認できました。なお解体・運搬時の作業性と安全性等の確保の観点から、脱磁後の磁石が垂直鉄板に吸着せず自重落下する残留磁化(約100ガウス以下)を目標としました。製品内の磁石の常温脱磁

は、磁石単体の場合と比較して、磁石を取り囲む金属が脱磁作用を妨害するため電源の高出力化や治具構造の最適化が課題となりましたが、専用の治具(ヨーク)を開発することで可能となりました。

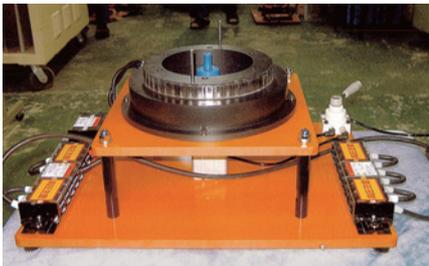
4. 今後の課題及び展開

(1) 脱磁技術について

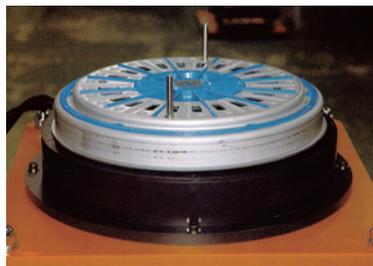
対象2製品については、脱磁技術の目処がついたといえます。ただメーカーが異なる製品等、機種が変わった場合の脱磁方法として、それぞれの機種に対応する治具を用意するなどの個別対応を必要とするため、高効率化、低コスト化のための汎用方法を可能とする脱磁技術へと展開するのは、今後の課題です。

(2) 希土類磁石のリサイクルシステムについて

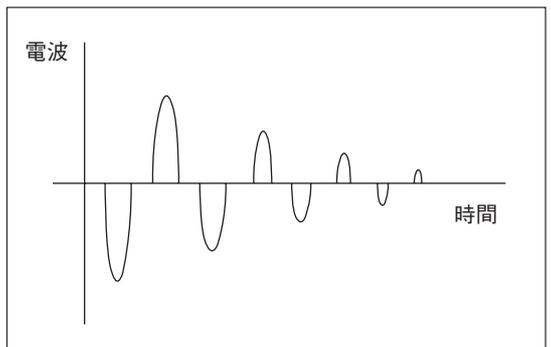
希土類磁石のリサイクルシステム構築のためには、経済性に見合ったシステムを構築することが最大の課題であり、また適用技術もその観点で開発される必要があります。現状では、家電リサイクル工程に希土類磁石の取り外し工程を組み込んだ場合、そのコストは経済性が見合わないことが予想されるため、希土類磁石新規脱磁技術を含む希土類取り外しプロセス開発によるリサイクル工程の大幅な簡素化のための検討が必要であると考えられます(例: 図12)。



■ 図7 洗濯機モーター専用ヨーク



■ 図8 洗濯機ローター磁気回路品を上からヨークにセットした写真



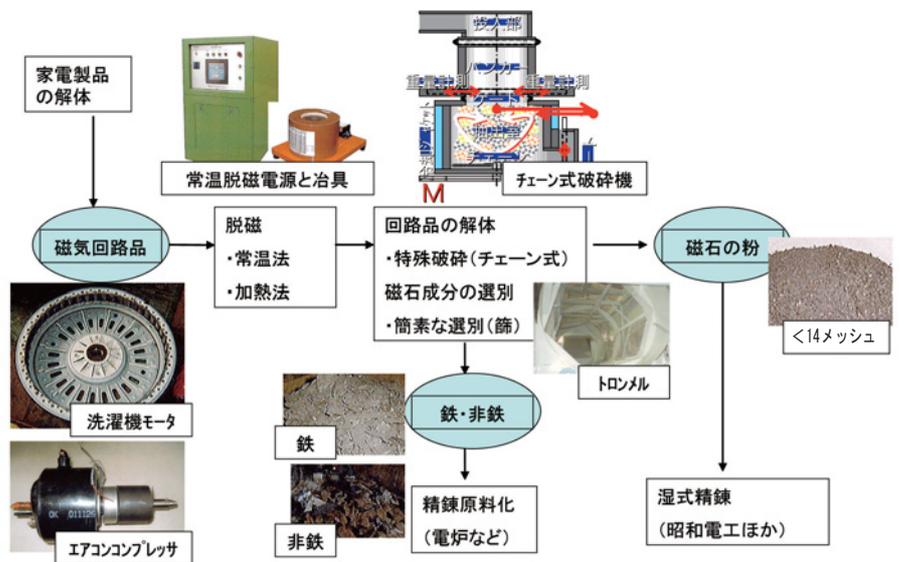
■ 図9 パルス減衰波形



■ 図10 エアコンコンプレッサ用ローターの脱磁試験



■ 図11 エアコンコンプレッサ切断品の脱磁試験



■ 図12 家電磁石からのレアメタル回収システム(例)

お知らせ

『小学生向けのための『環境リサイクル学習ホームページ』』 (<http://www.cjc.or.jp/j-school/>) のご紹介

小学生のお子さんが3Rについて学習するためのコンテンツが満載のホームページです。

循環型社会や3Rについて、環境問題やごみ問題との関係、海外の状況等、関連する事柄を交えながら、易しい言葉と分かりやすいイラストで解説しています。分からない用語を調べたり、質問したりすることもでき、お子様の興味に合わせて学習することができます。
ご家庭や学校で、3R学習用のツールとしてご活用ください。



御挨拶

この度、財団法人クリーン・ジャパン・センター(CJC)は、諸般の事情により平成24年3月31日付けをもって解散することとなりました。

なお、本ニュースレターで御紹介しました「資源循環技術・システム表彰」「リサイクル技術開発本多賞」「環境学習支援(環境リサイクル学習ホームページ等)」等の事業は、引き続き、社団法人産業環境管理協会が実施する予定です。

このため「クリーン・ジャパン・ニュースレター」は、本号をもちまして最終号となります。長きにわたり、当ニュースレターを御愛読いただき、厚く御礼申し上げます。

末筆ながら、皆様のこれまでの御支援・御協力に心より御礼申し上げますとともに皆様の今後の益々の御繁栄と御健勝を祈念いたします。

平成24年3月

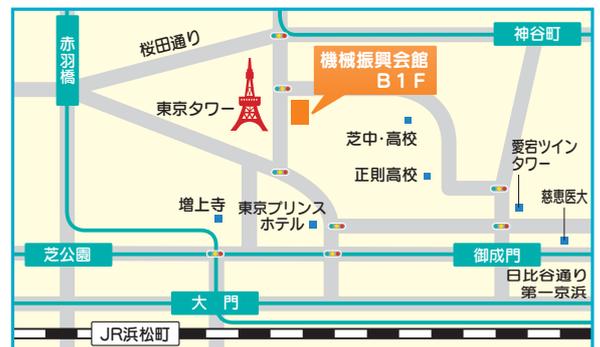
財団法人クリーン・ジャパン・センター

場所のご案内・お問い合わせは

〒105-0011 東京都港区芝公園三丁目5番8号 機械振興会館B108
財団法人クリーン・ジャパン・センター内
環境リサイクル情報センター

電話 03(6430)9721 FAX 03(3434)3533

- 交通**
- 東京メトロ日比谷線 神谷町駅1番出口から徒歩8分
 - 都営地下鉄三田線 御成門駅A1出口から徒歩8分
 - 都営地下鉄大江戸線 赤羽橋駅赤羽橋口出口から徒歩10分
 - 都営地下鉄浅草線・大江戸線 大門駅A6出口から徒歩10分
 - JR浜松町駅 北口から徒歩15分



クリーン・ジャパン・ニュースレター

CLEAN JAPAN NEWS LETTER No.34

【発行】財団法人 クリーン・ジャパン・センター

〒105-0011 東京都港区芝公園三丁目5番8号 機械振興会館B108
<http://www.cjc.or.jp/>

電話:03-6430-9721 FAX:03-3434-3533

【発行日】2012年3月