

# プラスチック再資源化の基礎と応用

Base and Application of Plastic Recycling

監修：プラスチック化学リサイクル研究会

★「基礎原理」から「原理の応用」としての装置まで、プラスチックの化学リサイクル技術全てを網羅した1冊！

★プラスチックの化学リサイクル事業への参入を考える企業必携の書！

■発行／2012年4月

■定価／5,250円(本体5,000円＋税5%)

■体裁／A5判・319頁

ISBN978-4-7813-0498-4 C3043



シーエムシー出版

## 刊行にあたって

第2次世界大戦後の約50年間、われわれは、「便利なもの、高機能品を廉価に作る」ことを善しとして、工業社会システムの形成に邁進してきました。これを可能にしたのは、1940年代において中東地域で発見された大規模油田から得られた極めて安い石油資源に依拠した石油化学工業の発展であります。20世紀前半を支配した石炭という固体資源に代わって、石油という廉価で、しかもプロセスの自動制御になじみ易い液体資源をお軸として(1)大量資源消費による大量生産(2)大量消費を善しとする生活スタイル、そして(3)大量廃棄処理という3点を特徴とする20世紀型の文明社会の構築を推し進めてきた時代であるといえます。この間、1973年の石油危機、1980年代のバブル経済の進行と破綻を経験して、次第にa)省資源生産、b)環境共生、c)少量廃棄の新しい3視点を旨とした資源循環型社会形成の必要性に目覚めて21世紀を迎えました。

本書はプラスチック化学リサイクル研究会の会員が中心となり、広く執筆者に協力を仰いで出来上がったものです。プラスチックの化学資源化の技術は、学問的基礎の発展とともに、ますます充実してゆくものと信じています。そして本書が資源循環型社会の形成に貢献できると確信して、本書を皆様にお届けいたします。

プラスチック化学リサイクル研究会 阪田祐作  
(本書「刊行にあたって」より、一部抜粋)

## 執筆者一覧

阪田祐作 (現)岡山大学名誉教授 ; 研究推進産学官 連携機構	岡島いづみ 辻 俊郎 加茂 徹	(現)静岡大学 北海道大学 (現)(独)産業技術総合 研究所	村田勝英 橘 秀昭	(現)豊橋商工会議所 (元)札幌プラスチックリサ イクル㈱	藤田真昭 脇元一政 木村康一 加藤健次 白井義人 西田治男 後藤純雄 山本貴士 田中真人	(現)宇都宮大学 JFEホールディングス㈱ JFEスチール㈱ (現)新日本製鐵㈱ (現)九州工業大学 (現)九州工業大学 (現)麻布大学 (現)(独)国立環境研究所 (独)国立環境研究所 (現)JX日鉱日石リサーチ㈱
鈴木直人 (現)南循環資源・環境ビジョ ン研究所	上野晃史 上村芳三 幡手泰雄 関根 泰 小寺洋一 亀田 修 竹下宗一	静岡大学 (現)ペトロナス工科大学 (現)㈱MCラボ (現)早稲田大学 (独)産業技術総合研究所 ㈱イーユービー (現)㈱三菱化学テクノ リサーチ	河内恭三 上道芳夫 清野章男 會田忠弘 多賀谷英幸 森 智和 西巻通代 佐野慶一郎 梶 光雄 佐野良和 秋元正道	町田環境技術研究所 (現)室蘭工業大学 室蘭工業大学 (現)山形大学 (現)山形大学 山梨県環境科学研究所 (元)山梨県環境科学研究所 (現)関東学院大学 (現)㈱アルティス (現)中外テクノス㈱ 新潟工科大学		
伊部英紀 奥 彬 佐々木満 後藤元信 吉岡敏明 半田智彦 源田 稔 佐藤芳樹 佐古 猛	(現)伊部技術士事務所 (現)(財)生産開発科学研究所 (現)熊本大学 (現)熊本大学 (現)東北大学 東北大学 熊本大学 (元)金沢大学 (現)静岡大学	(現)中部大学 ジャパン・リサイクル㈱				(執筆者の所属表記は、注記以外は2005年 当時のものを使用しております。)

## キーワード

ケミカルリサイクル、モノマー化技術、ガス化技術、ガス化溶融炉、シュレッターダスト、FRP、炭化水素化技術、熱分解油、分析・評価

## 関連書籍

・2009年 プラスチックリサイクル市場 (2009年6月) Z0189  
・最新プラスチックリサイクル総合技術 (2005年7月) T0457  
・廃棄物処理・再資源化技術 (2005年1月) B0741

## 今すぐお申し込みはFAXで！

●FAX 03(3293)2069

<編集発行>

株式会社シーエムシー出版

東京本社  
〒101-0047  
東京都千代田区内神田1-13-1  
電話 03(3293)2061(代)

大阪支店  
〒540-0024  
大阪府中央区南新町1-2-4  
電話 06(4794)8234(代)

<http://www.cmcbooks.co.jp/>

※本書の関連図書はホームページでご覧  
になれます。

CMCのトップページが表示されたら、「フリーワ  
ード検索」に入力してお探し下さい。

・なお、HPよりご注文も承っております。  
・クレジットカードでの決済も承っております。

## 注文書

貴社名	フリガナ		
部課名			
お名前	フリガナ	TEL	
		FAX	
E-MAIL			
ご住所	〒□□□□-□□□□		
品名	プラスチック再資源化の基礎と応用	部数	
コード	B0994	定価	5,250円(本体5,000円＋税5%)

※上記のご記入事項は新刊又は既刊のお知らせのために利用する場合がございます。

※お送りする書籍に納品書・請求書と郵便振替用紙を同封いたします。

※通常書籍の発送は、ご注文を受けた翌営業日になりますが、在庫の状況によっては多少お届けに  
時間がかかる場合がございます。お急ぎの際はお問い合わせ下さい。

※お支払いは、1ヶ月以内に、同封の郵便振替または請求書記載の銀行口座へお願いいたします。



**第1章 総論 阪田祐作**

- 1 環境保全技術と資源保全技術の調和を目指して
- 2 プラスチックの生産量、消費量、排出量
  - 2.1 生産される樹脂種
  - 2.2 樹脂消費量と排出量
  - 2.3 廃棄プラスチックの樹脂別内訳
  - 2.4 廃プラスチックの排出分野
- 3 廃プラスチックの処理と処分の現状
  - 3.1 有効利用率の推移
  - 3.2 三つのリサイクル手法
  - 3.3 化学リサイクルの今後

**第2章 資源循環利用型社会におけるプラスチックリサイクルの役割**

**1 プラスチックリサイクルを進めるための社会システムの現状**

- 1.2 リサイクル法制度等の現状
- 1.3 今後の動向

鈴木直人

**2 LCAによるプラスチックの化学再資源化技術の評価**

伊部美紀

- 2.1 はじめに
- 2.2 LCAの範囲
- 2.3 プロセスの概要
- 2.4 インベントリ分析
- 2.5 インベントリ分析結果
- 2.6 インパクト評価

**3 資源循環型社会システムの構築に向けた基本的な考え方・課題と展望**

奥 彬

- 3.1 資源循環型社会とは
- 3.2 プラスチックを化学リサイクルする理由と社会的ビジョン
- 3.3 プラスチック商品を循環再生型へ設計するために必要な支援体制

**第3章 モノマー化技術**

**1 水熱反応によるナイロン類のモノマー化**

佐々木 満、後藤元信

- 1.2 実験
- 1.3 結果および考察

**2 ポリエチレンテレフタレート熱分解による化学原料化**

吉岡敬明、半田智彦

- 2.2 PETの熱分解機構
- 2.3 熱分解によるPETのリサイクル

**3 超臨界メタノールを用いたPETのモノマー化技術**

後藤元信、佐々木 満、源田 稔

- 3.2 超臨界流体とは
- 3.3 超臨界メタノールによるPETの分解に関する基礎試験
- 3.4 実証試験

**4 PET樹脂のエチレングリコール・メタノール分解法**

奥 彬

- 4.1 PET樹脂のモノマーリサイクルを必要とする背景
  - 4.2 ポリエステルリサイクル技術の概要と詳細
  - 4.3 将来の技術、展望と予測
- 5 エポキシ樹脂、ポリカーボネート樹脂のモノマー化技術**
- 佐藤芳樹
- 5.2 エポキシ樹脂の分解挙動
  - 5.3 プリント回路基板の脱臭素化処理
  - 5.4 ポリカーボネート樹脂の分解挙動

**第4章 ガス化技術**

**1 超臨界流体を用いるプラスチックのリサイクル技術—条件設定のポイントを見定めるために—**

佐古 猛、岡島いづみ

- 1.2 超臨界流体とは
- 1.3 プラスチック分解における超臨界水と超臨界メタノールの差異

- 1.4 超臨界水を用いるリサイクル技術
- 1.5 超臨界メタノールを用いるリサイクル技術

**2 スチームリフォーミングによる廃プラスチックのガス化**

辻 俊郎

- 2.2 スチームリフォーミングによる廃プラスチックからの合成ガスの製造プロセス
- 2.3 固定層によるプラスチック分解油のスチームリフォーミング実験
- 2.4 流動層による廃プラスチック分解油のスチームリフォーミング実験

**3 ポリ塩化ビニルの分解機構と残渣からの水素製造**

加茂 徹

- 3.2 ポリ塩化ビニルの分解反応機構
  - 3.3 ポリエン鎖の分解に対する溶媒効果
  - 3.4 残渣からの水素製造
- 4 塩化カルシウムを経由する廃塩化ビニルからの塩素ガス回収**
- 上野晃史

**4.2 ポリ塩化ビニルの製造プロセス**

- 4.3 塩ビの安全性と脱塩処理技術
- 4.4 脱塩素時に発生する塩化水素の有効利用
- 4.5 塩化カルシウムからの塩素回収
- 4.6 ソルベープロセスからの副産物塩化カルシウム
- 4.7 塩素の需給バランス

**5 廃プラスチックからのクリーンエネルギー水素製造プロセス**

上村芳三、幡手泰雄

- 5.1 背景とプロセスの基本的構成
- 5.2 最近の実用化プロセスとの比較
- 5.3 プロセス実現化に向けた基礎的検討

**6 ウレタン樹脂のリサイクル技術**

関根 泰

- 6.1 ポリウレタンの特性と現状
- 6.2 既存のリサイクルプロセス
- 6.3 タンデムケモリシス法について
- 6.4 最近の研究動向
- 6.5 鉄を担持した活性炭触媒によるガス化／炭化に関する研究
- 6.6 総括

**7 ポリオレフィン系廃プラスチックからの炭化水素ガスの製造**

小寺洋一

- 7.1 ケミカルリサイクル普及の課題と炭化水素ガス製造の目的
- 7.2 炭化水素ガス製造に関する基礎理論
- 7.3 炭化水素ガス製造

**8 廃プラスチックの加圧二段ガス化技術**

亀田 修

- 8.2 廃プラスチックリサイクルの課題
- 8.3 加圧二段ガス化技術の概要
- 8.4 リサイクル製品等

**9 廃自動車シュレッダーダスト(ASR)のガス化**

竹下宗一

- 9.1 シュレッダーダスト(ASR)とは
- 9.2 自動車リサイクル法とASRリサイクル目標値
- 9.3 ASRリサイクル技術の現状
- 9.4 廃棄物の熱分解ガス化溶解炉とは
- 9.5 流動床炉式ガス化溶解炉によるASR処理
- 9.6 ロータリキルン炉式ガス化溶解炉によるASR処理
- 9.7 シャフト炉式ガス化溶解炉によるASR処理
- 9.8 熱分解ガス改質式ガス化溶解炉によるASR処理
- 9.9 その他のASR処理方法(ASRを原料や燃料として利用する方式)
- 9.10 自動車メーカーの取り組み

**10 廃棄物ガス化溶解炉と新しい発電技術**

行本正雄、丸島弘也

- 10.2 熱分解とガス化溶解炉
- 10.3 各社のガス化溶解炉技術の比較
- 10.4 廃棄物燃料製造事業

- 10.5 新しい発電技術
- 10.6 まとめと今後の展望

**第5章 炭化水素化技術**

**1 流通操作のプラスチック熱分解**

村田勝英

- 1.2 実験
- 1.3 実験結果と考察

**2 プラスチック分解油の脱ハロゲン精製**

阪田祐作

- 2.1 油化分解プロセスにおける脱塩素問題の位置付け
- 2.2 混合プラスチックの熱分解挙動と研究手法
- 2.3 粗分解油塩素化合物の生成経路と脱塩素精製の考え方
- 2.4 PVCとPETの混在プラスチック分解油の精製材Ca-CIによる脱塩素精製
- 2.5 PVCとHIPS-Brの混在プラスチック分解油の精製

**3 一廃系廃プラスチック油化実用化技術の最新動向**

橋 秀昭

- 3.1 我国の一廃系廃プラスチック油化プラントの概況
- 3.2 札幌油化のプロセス概要
- 3.3 札幌油化プラントの品質面からのパフォーマンス
- 3.4 札幌油化の物質収支及び熱収支
- 3.5 札幌油化の熱分解生成物の再資源化
- 3.6 廃プラスチックプラントの安全性について

**4 一般廃プラスチックの油化(PVC/PET混入対策技術)**

河内恭三

- 4.2 技術課題
- 4.3 消石灰添加方式
- 4.4 商用プラント

**5 メタロシキレットを触媒とするポリオレフィンの化学原料化**

上道芳夫、清野章男

- 5.2 プラスチックの分解反応性と触媒の役割
- 5.3 低級オレフィン化
- 5.4 芳香族化

**6 廃プラスチックの液相分解**

會田忠弘、多賀谷英幸

- 6.2 有機溶剤中でのプラスチックの分解反応
- 6.3 分解温度、転化率に及ぼす有機溶剤の影響
- 6.4 分解機構に及ぼす有機溶剤の影響
- 6.5 生成物分布に及ぼす有機溶剤の影響
- 6.6 高温高圧水中でのプラスチックの分解反応

**6.7 フェノール樹脂プレポリマーの高温水中における分解反応**

**6.8 フェノール樹脂モデル化合物の高温水中における分解反応**

**6.9 成形フェノール樹脂の高温水中における分解反応**

**6.10 プラスチックの分解反応における水の化学的関与について**

**6.11 ポリスチレン・フェノール樹脂混合試料の高温水中における分解反応**

**6.12 キシレン樹脂の反応において得られる芳香族化合物**

**6.13 キシレン樹脂の分解反応における反応条件の影響**

**6.14 キシレン樹脂の分解反応機構**

**6.15 高温水中におけるプラスチックの分解反応**

**7 廃食用油を利用する廃FRPの熱分解技術**

森 智和、西巻通代、佐野慶一郎

- 7.2 廃FRPのリサイクル技術
- 7.3 廃食用油による廃FRPの分解とリサイクル技術

**8 混合廃プラスチックの脱ハロゲン油化**

梶 光雄

- 8.1 混合廃プラスチックの脱ハロゲン・油化の基本プロセス

- 8.2 脱ハロゲン技術
- 8.3 一般系廃プラスチックの脱ハロゲン・油化実用化例
- 8.4 フィードストックリサイクルの実用化例
- 8.5 産業系廃プラスチックの脱ハロゲン油化の実用化例

**9 農業用廃プラスチックの油化**

河内恭三、佐野良和

- 9.2 技術課題
- 9.3 実験

**10 高温高圧水による廃プラスチック熱分解油の改質**

秋元正道

- 10.2 高温高圧下における水の物理化学的特性
- 10.3 回分式反応器を用いた基礎実験
- 10.4 高圧流通式反応器による改質処理
- 10.5 反応の速度式と機構

**11 廃ポリオレフィンからジカルボン酸生成**

阪田真昭

- 11.2 酸化反応によるポリエチレンの資源化
- 11.3 酸化反応によるポリプロピレンの資源化—ファインケミカル原料に—
- 11.4 超臨界二酸化炭素の役割

**12 廃プラスチックの高炉還元剤リサイクル技術**

龍元一政、木村康一

- 12.2 我が国の廃プラスチックリサイクルの現況
- 12.3 高炉の機能と廃プラスチックの挙動
- 12.4 廃プラスチック還元剤製造設備
- 12.5 廃プラスチック利用によるCO2削減効果

**13 コークス炉化学原料化した廃プラスチック化学原料化技術**

加藤健次

- 13.2 コークス製造プロセスの概要
- 13.3 コークス炉の機能を活用した廃プラスチックリサイクル技術の研究
- 13.4 コークス炉化学原料化の実用化および稼働状況

**14 ポリ乳酸製品のケミカルリサイクルによる循環社会の構築**

白井義人、西田治男

- 14.2 ポリ乳酸について
- 14.3 ポリ乳酸のケミカルリサイクル
- 14.4 ポリ乳酸製カーペットのケミカルリサイクル
- 14.5 今後の課題

**第6章 分析・評価**

**1 プラスチックのケミカルリサイクルにおける塩素・臭素の分析法**

加茂 徹

- 1.2 廃プラスチックの分析
- 1.3 液体生成物の分析
- 1.4 固体生成物の分析
- 1.5 ガス生成物中の分析

**2 廃プラスチック処理のリスクについて**

後藤純雄、中島大介、山本貴士

- 2.2 発がん関連重金属類(化合物)を含むプラスチック添加剤
- 2.3 内分泌かく乱作用が疑われる重金属類(化合物)を含むプラスチック添加剤
- 2.4 感作性を示す重金属類(化合物)を含むプラスチック添加剤
- 2.5 当該重金属類の環境中での存在量

**3 廃プラスチック熱分解油のJIS規格化**

田中真人

- 3.2 JISとTS
- 3.3 熱分解油TS公表までの経緯
- 3.4 熱分解油TSの規定内容
- 3.5 規定の根拠及び問題点
- 3.6 JIS規格化の課題