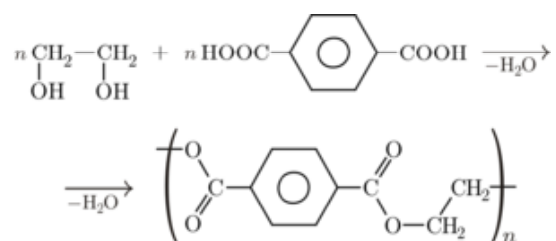


資源リサイクル学

環境システム学科
宮脇 健太郎
各種リサイクル技術(1)
容器包装・プラスチックなど

PET(Poly Ethylene Terephthalate)

- ✳️ ポリエステルの一種
 - 🌱 エチレングリコール
 - 🌱 テレフタル酸
 - 🌱 脱水重合



PETボトル

再生PET樹脂の用途(2006年度)

✳ 繊維	55,458 トン
✳ シート	41,088
✳ ボトル	6,493
✳ 成形品	3,087
✳ その他	319

再商品化施設(リサイクル施設)

58社 71施設(2008)

PETのマテリアルリサイクル

自治体

- ✳ 分別収集, 選別, 圧縮 → ベール
- ✳ 保管

リサイクル事業者

- ✳ 選別, 粉碎, 洗淨分離
 - ✳ フレーク: PETボトルを8mm角に粉碎し, 洗淨したもの, 作業服, 卵パック, 成形品などの原料
 - ✳ ペレット: フレークを溶融し, 小さな粒状に加工したもの, 繊維にする場合に使用

減容化

✳️ ベール 例) 60 × 40 × 30cm 15 ~ 20kg

✳️ 品質ランク

- ✳️ A: キャップなし, きれい
- ✳️ B: キャップがほとんどない, 少し汚れ
- ✳️ C: キャップあり, ボトルが汚い, 異物混入



PETボトルリサイクル推進協議会HPより

指定PETボトルの自主設計ガイドライン

- ✳️ ボトル, ラベル, キャップ, その他
- ✳️ 材料, 着色, 構造他, 基準が定められている。
- ✳️ 例えば, 本体であれば, 着色: 無色透明, 構造: 容易に押しつぶせる構造, キャップであれば, プラスチック
キャップ: PEまたはPPを主材とした比重 1.0 未満の材質

製品

- ✳ 繊維
 - 熔融・紡糸, 紡績糸, 製織, 裁断, 縫製 エプロン, モップ, 布テープなど
- ✳ シート
 - シート化, 真空成形, 加工 果物用仕切りトレイなど
- ✳ ボトル
 - 射出成形, 過熱行程, 延伸吹込成形 台所用洗剤ボトルなど
- ✳ 成形品
 - 成形, 組み立て バスケット, 化粧品容器など
- ✳ バンド
 - 押出成形, 延伸, 巻き取り PETバンド

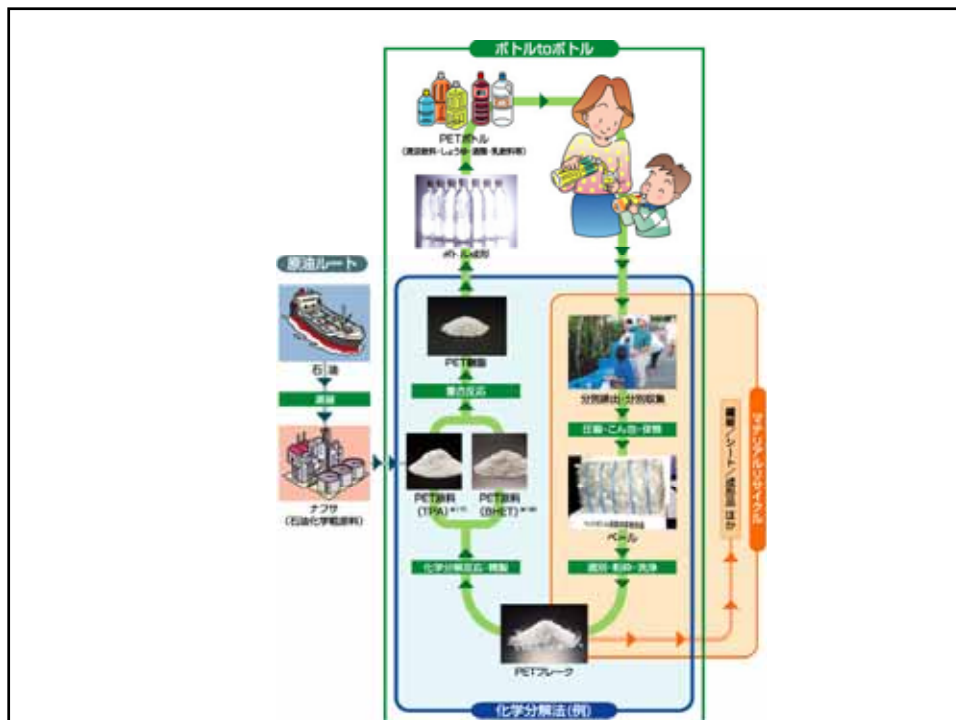
ボトルtoボトル

- ✳ 化学分解・精製 → 重合(モノマーリサイクル)
- ✳ 高純度原料が得られる
- ✳ エネルギー 石油由来と同等
- ✳ 安全衛生性 問題なし

	ボトルtoボトルPET樹脂	石油由来PET樹脂
資源エネルギー	0 (MJ/kg)	35 (MJ/kg)
工程エネルギー	31 (MJ/kg)	28 (MJ/kg)
エネルギー負荷合計	31 (MJ/kg)	63 (MJ/kg)

モノマーリサイクル

- ✳ PETボトルの化学分解
 - ✳ PETボトル 粉砕・洗浄
 - ✳ エチレングリコールを加え、BHET（ビスヒドロキシエチレンテレフタレート）に解重合
 - ✳ 粗BHETをメタノール中で再結晶
 - ✳ DMT（ジメチルテレフタレート）蒸留工程 → 高純度DMT
 - ✳ 加水分解 TPA（テレフタル酸）
→ PET樹脂
-
- ✳ 6万トンのPETボトルから5万トンのPET樹脂
 - ✳ 消費エネルギー 石油原料に比べ、約8割減



PETに関する統計データ

- ✳ 販売量
 - 約544千トン
- ✳ 回収率
 - 66.3%
- ✳ 輸出されるもの
 - PETくず 287千トン(2006) 96.3%中国
 - 内PETボトルの割合78.3% 225千トン
- ✳ 樹脂生産量 原油換算 約0.2%

プラスチックのリサイクル技術

- ✳ マテリアルリサイクル
 - 再使用・再生利用
- ✳ ケミカルリサイクル
 - モノマー化
 - 高炉還元剤
 - コークス炉化学原料化
 - ガス化，油化
- ✳ サーマルリサイクル
 - セメントキルン，ごみ発電，RDF

プラスチックリサイクルの種類

分類(日本)	リサイクルの手法	ヨーロッパでの呼び方
マテリアルリサイクル (材料リサイクル)	再生利用・プラ原料化 ・プラ製品化	メカニカルリサイクル (Mechanical Recycle)
ケミカルリサイクル	原料・モノマー化	フィードストックリサイクル (Feedstock Recycle)
	高炉還元剤	
	コークス炉化学原料化	
サーマルリサイクル (エネルギー回収)	ガス化	エネルギーリカバリー (Energy Recovery)
	油化	
	セメントキルン ごみ発電 RDF *1 RPF *2	

出典：(社)プラスチック処理促進協会

廃プラスチック(一般廃棄物 + 産業廃棄物)

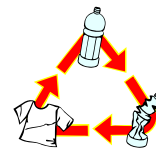
✳ 1,006万トン(2005)

埋立	255万トン26%	
単純焼却	123万トン12%	
熱利用焼却	121万トン12%	有効利用率 ↓
廃棄物発電	231万トン23%	
固形燃料	62万トン 6%	
油化/ガス化/高炉コークス代替	29万トン3%	
マテリアルリサイクル	185万トン 18%	

出典：(社)プラスチック処理促進協会

マテリアルリサイクル(185万トン内訳)

- * ペットボトル 38.1万トン
- * 包装フィルム 13.0万トン
- * 農業用プラスチック 7.5万トン
- * 発泡スチロール梱包材 7.1万トン
- * 家電筐体 7.1万トン
- * コンテナ類 5.5万トン
- * 電線被覆 5.5万トン
- * 自動車用部品 3.1万トン
- * パイプなど 2.6万トン
- * 発泡スチロールトレイ 2.6万トン
- * その他のボトル0.6万トン



出典：(社)プラスチック処理促進協会

プラスチック油化

* 背景

- 炭素-炭素結合の鎖を切断し，低分子の炭化水素とする技術 1980年ごろ検討された
- 生成油品質，コスト高が問題
- 最近，プラスチック容器包装材の再利用技術

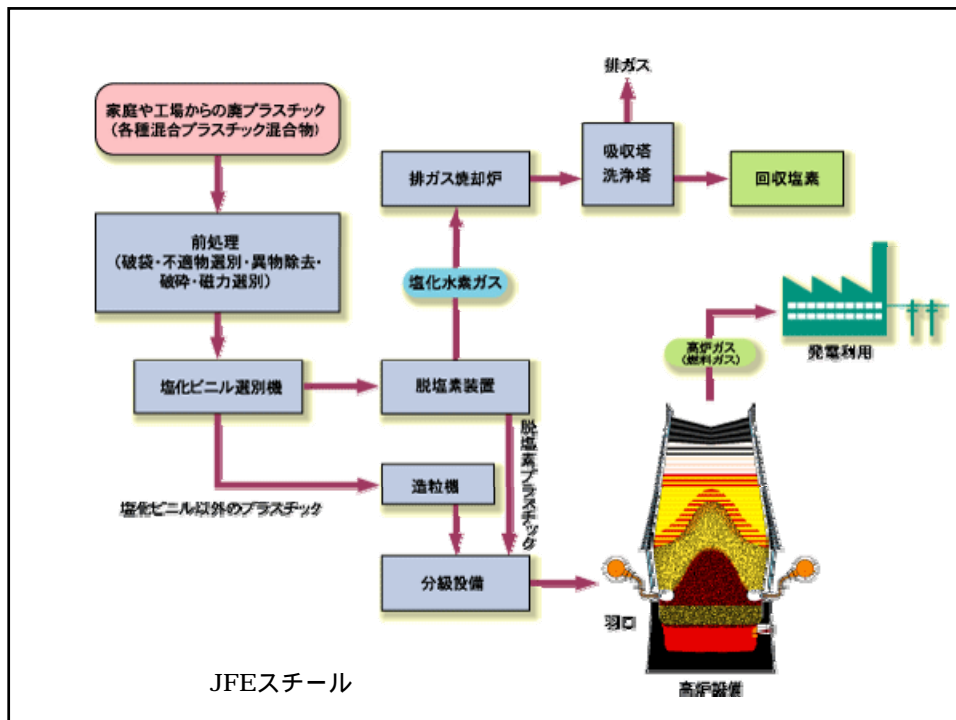
* 課題

- 消費エネルギーと得られる油の熱量
- コスト

- * 原理
- * 前処理：不純物除去，破碎，減容化
- * 脱塩素：廃プラ300～320 で加熱溶融
- * 熱分解：脱塩素された廃プラ400～500 で加熱分解，廃プラ90%がガス化，残りはカーボン（炭化物）
- * 分留：熱分解ガスを分留塔で，分留，冷却，低粘度の液状油
- * 残渣処理：熱分解槽の底，砂・ガラス・カーボンなど排出，燃料として使用可
- * 塩酸回収：塩化水素ガスを水に吸収

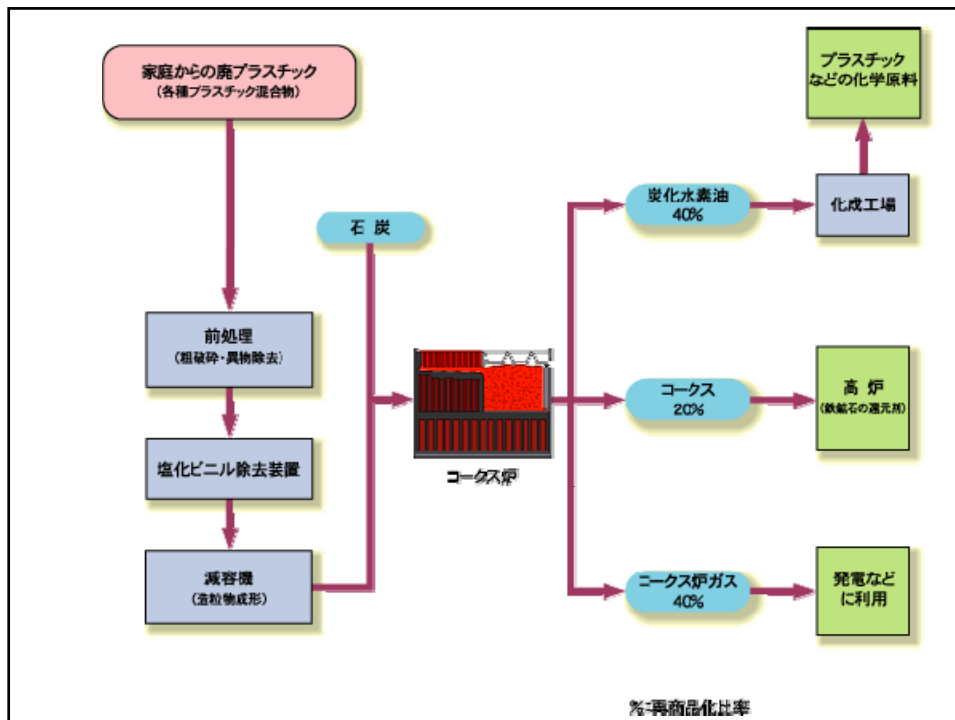
高炉還元剤利用 (現在, 多い)

- * 鉄鉱石還元用コークス，微粉炭の代替材
- * 塩ビを含まないプラスチック
- * 溶融造粒機 高速回転刃で切断，摩擦熱で溶融され，粒子
- * 粒度調整された廃プラスチックは，高炉の羽口から吹き込み
- * CO , H_2 の還元ガスとなり鉄鉱石を還元する
- * 利用効率 還元利用60%，熱利用20%
- * 塩ビも脱塩素化して減量化する場合あり



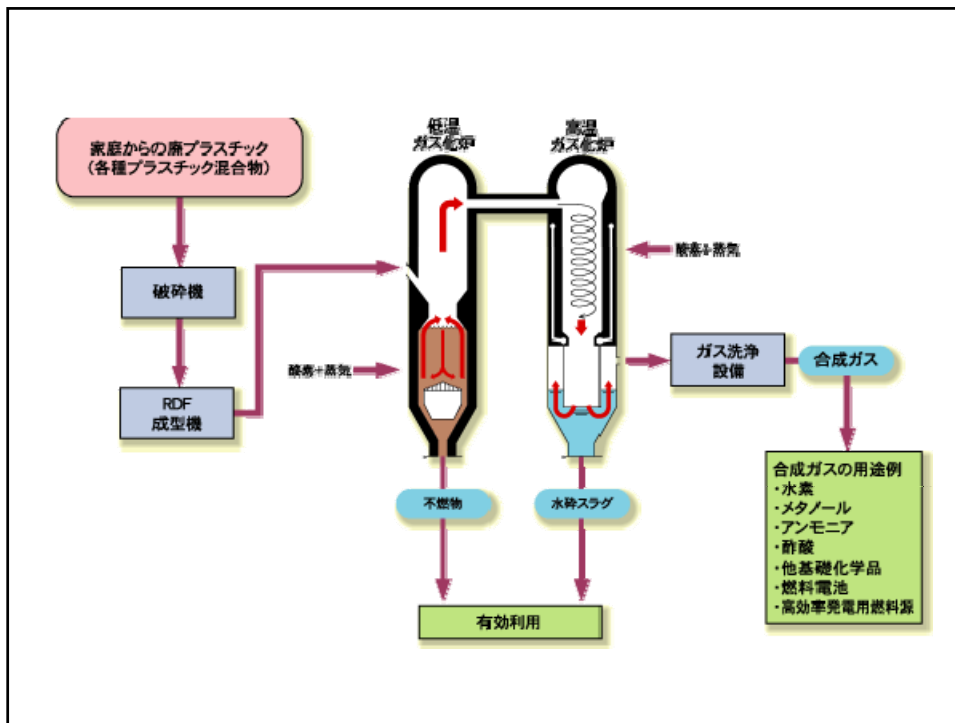
コークス炉化学原料化

- ✳ 製鉄所の高炉用コークス炉，石炭の代替物
- ✳ 熱分解
- ✳ 炭化水素油(40%)
- ✳ コークス(20%)
- ✳ コークス炉ガス(40%)



ガス化による化学工業原料化

- ✳ 廃プラ ガス化 H_2, CO
- ✳ ガス化溶融 + ガス精製
- ✳ 塩ビ混合可
- ✳ 廃プラ 破碎・簡易成形
- ✳ 低温ガス化 (内部循環型流動床) 酸素, 蒸気を供給
部分酸化
- ✳ 低温ガス化炉で生成された炭化水素, CO, CO_2, H_2 を主成分とするガス 高温ガス化炉
- ✳ 高温ガス化 (改質) CO, CO_2, H_2 ガス主成分
- ✳ 高温ガス化炉下部 水冷却 スラッグ化, 塩化水素除去
- ✳ 塩化水素は, 塩化アンモニウムとして回収
- ✳ 精製ガス $CO+H_2$ メタノールなど
- ✳ CO 酢酸, ギ酸
- ✳ H_2 アンモニア



マテリアルリサイクル例

(株)エフピコのエコトレー

- ✳ 発泡食品トレー
- ✳ スーパー等での回収
- ✳ トレーtoトレー
- ✳ スチロールフィルムでラミネート
- ✳ 容器包装リサイクル法の指定法人ルートでの回収

