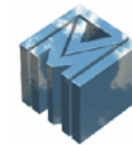


廃棄物資源循環学会
リサイクル技術・システム部会
小集会
「プラスチックリサイクルの最新課題」

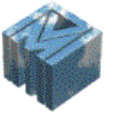


プラスチックリサイクルの 現状と課題

2009年9月18日

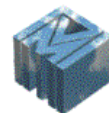
(社)プラスチック処理促進協会

話 題

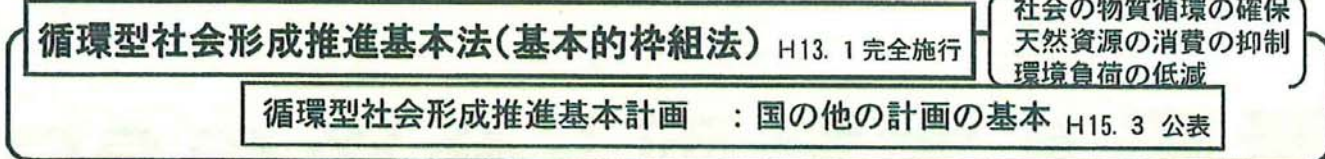


1. 循環型社会形成に向けた法体系
2. 国内のプラスチックフロー
3. プラスチックの特徴とリサイクル手法
4. 容器包装リサイクル法
5. 家電リサイクル法
6. プラスチックリサイクルの課題
サーマルリサイクル
容り法でのMR優先とLCA的考察
7. 容り法はドイツ方式かフランス方式か

循環型社会形成に向けた法体系



(・基本原則 ・各主体の責務、 ・国の施策)



< 廃棄物の適正処理 >

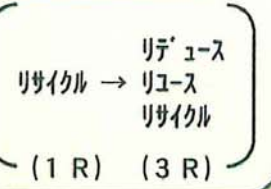
< 再生利用の推進 >

廃棄物処理法 H18. 2 一部改正

- ① 廃棄物の発生抑制
- ② 廃棄物の適正処理 (リサイクルを含む)
- ③ 廃棄物処理施設の設置規制
- ④ 廃棄物処理業者に対する規制
- ⑤ 廃棄物処理基準の設定 等

資源有効利用促進法 H13. 4 全面改正施行

- ① 再生資源のリサイクル
- ② リサイクル容易な構造・材質等の工夫
- ③ 分別回収のための表示
- ④ 副産物の有効利用の促進



個別物品の特性に応じた規制

容器包装リサイクル法



H12. 4 完全施行
H18. 6 一部改正

びん、ペットボトル、紙製・プラスチック製容器包装等

家電リサイクル法



H13. 4 完全施行

エアコン、冷蔵庫・冷凍庫、ブラウン管式テレビ、洗濯機

食品リサイクル法



H13. 5 完全施行
H19. 6 一部改正

食品残さ

建設リサイクル法



H14. 5 完全施行

木材、コンクリート、アスファルト

自動車リサイクル法

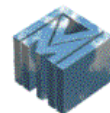


H17. 1 本格施行

自動車

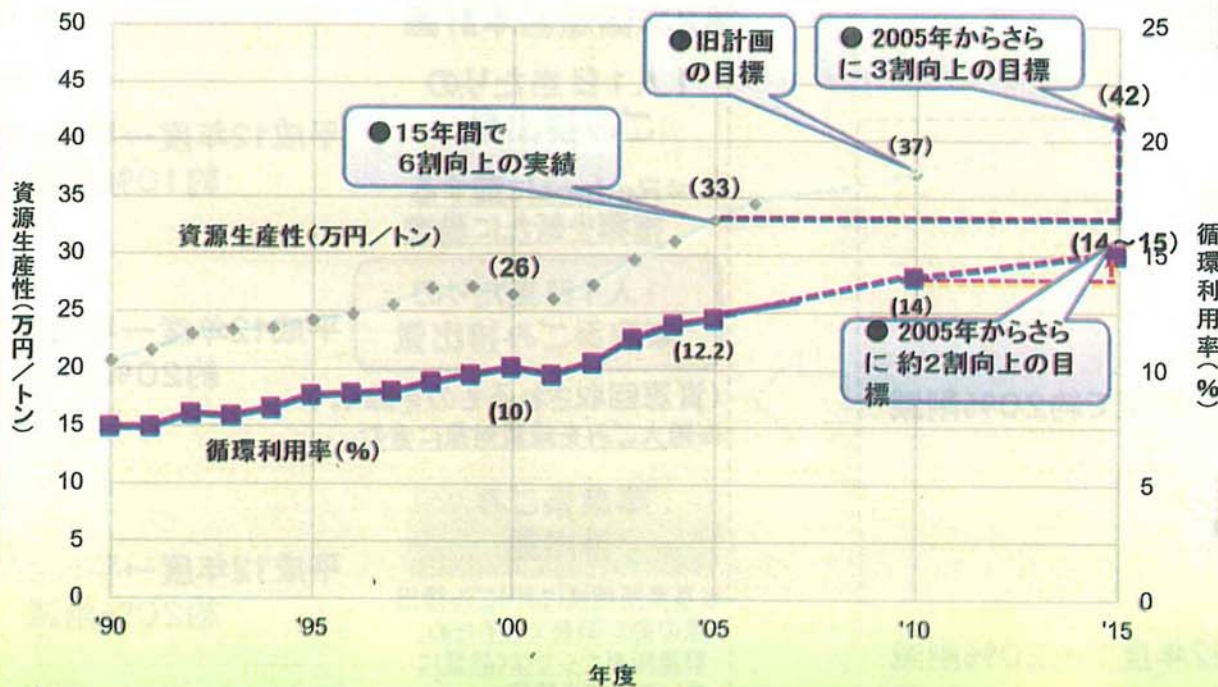
グリーン購入法(国が率先して再生品などの調達を推進)

H13. 4 完全施行



物質フロー改訂目標値(入口、循環、出口)

資源生産性・循環利用率



第2次計画(2008年3月決定)

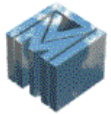
- 2000年→2015年
- ・資源生産性
26万円/トン→42万円/トン
(約6割向上)
 - ・循環利用率
10% → 14~15%
(約4~5割向上)
 - ・最終処分量
5,700万トン→2,300万トン
(60%削減)

第1次計画

- 2000年→2010年
- ・資源生産性
26万円/トン→37万円/トン
(約4割向上)
 - ・循環利用率
10% → 14%
(約4割向上)
 - ・最終処分量
5,700万トン→2,800万トン
(50%削減)

最終処分量





プラスチックの生誕と国内生産量の推移

2007年はプラ誕生100年目！

最初のプラは1907年にベークランド博士がフェノール樹脂を米国で開発(商品名:ベークライト)。

当時、留学中の高峰讓吉博士がライセンスを取得し、1911年三共(株)品川工場で試作、1914年生産。これが日本のプラの始まり。

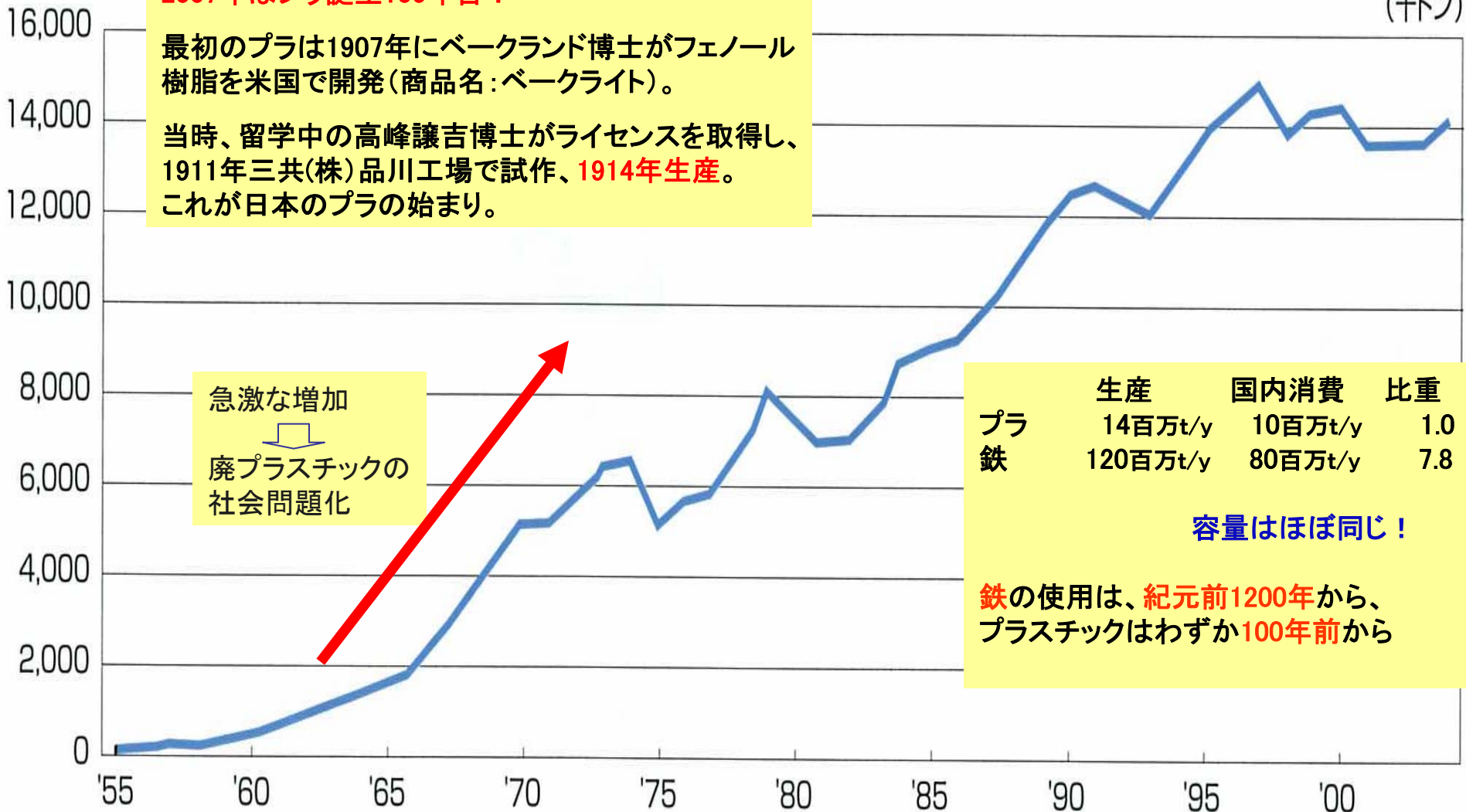
急激な増加

↓
廃プラスチックの
社会問題化

	生産	国内消費	比重
プラ	14百万t/y	10百万t/y	1.0
鉄	120百万t/y	80百万t/y	7.8

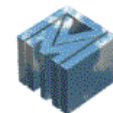
容量はほぼ同じ！

鉄の使用は、紀元前1200年から、プラスチックはわずか100年前から



グラフ出典: 日本プラスチック工業連盟 “こんにちは、プラスチック”

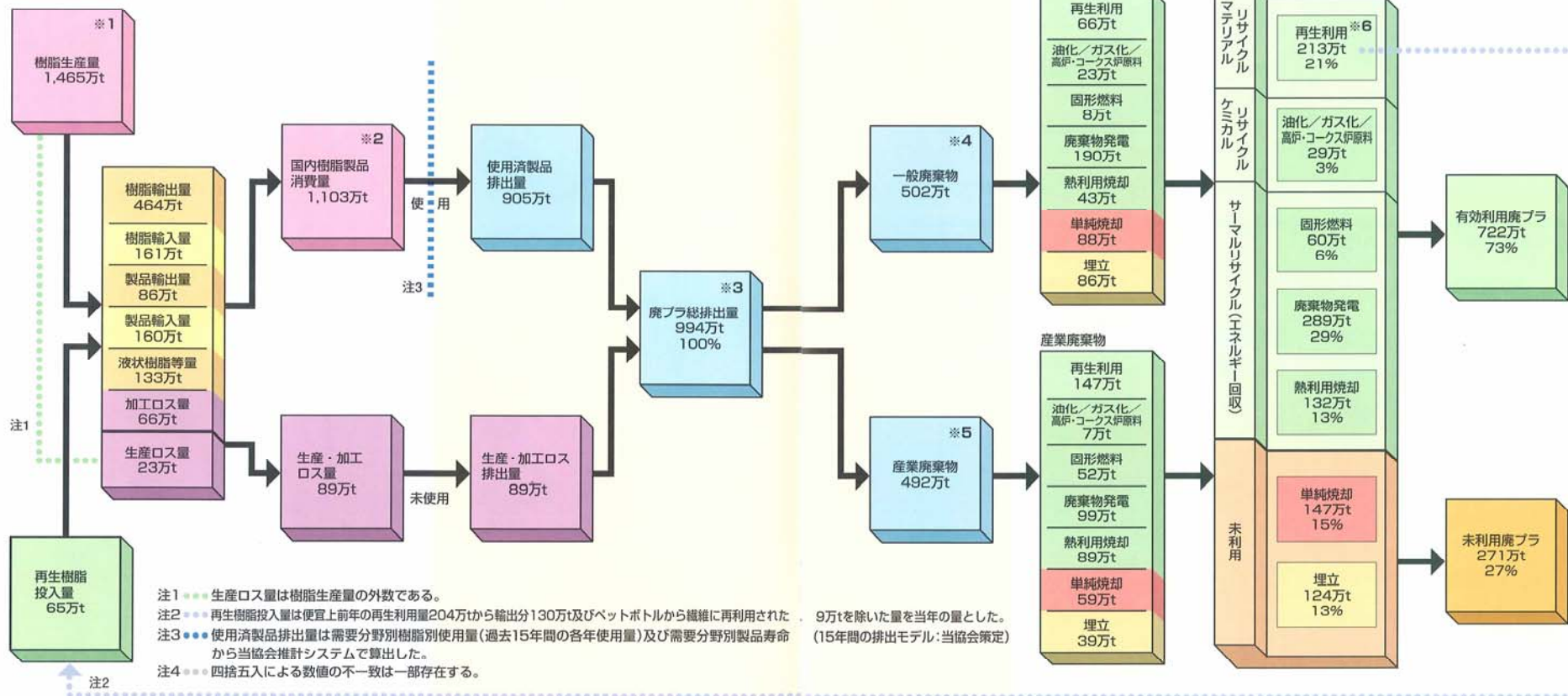
プラスチックのフロー図(2007)



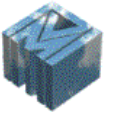
樹脂製造・製品加工・市場投入段階

排出段階

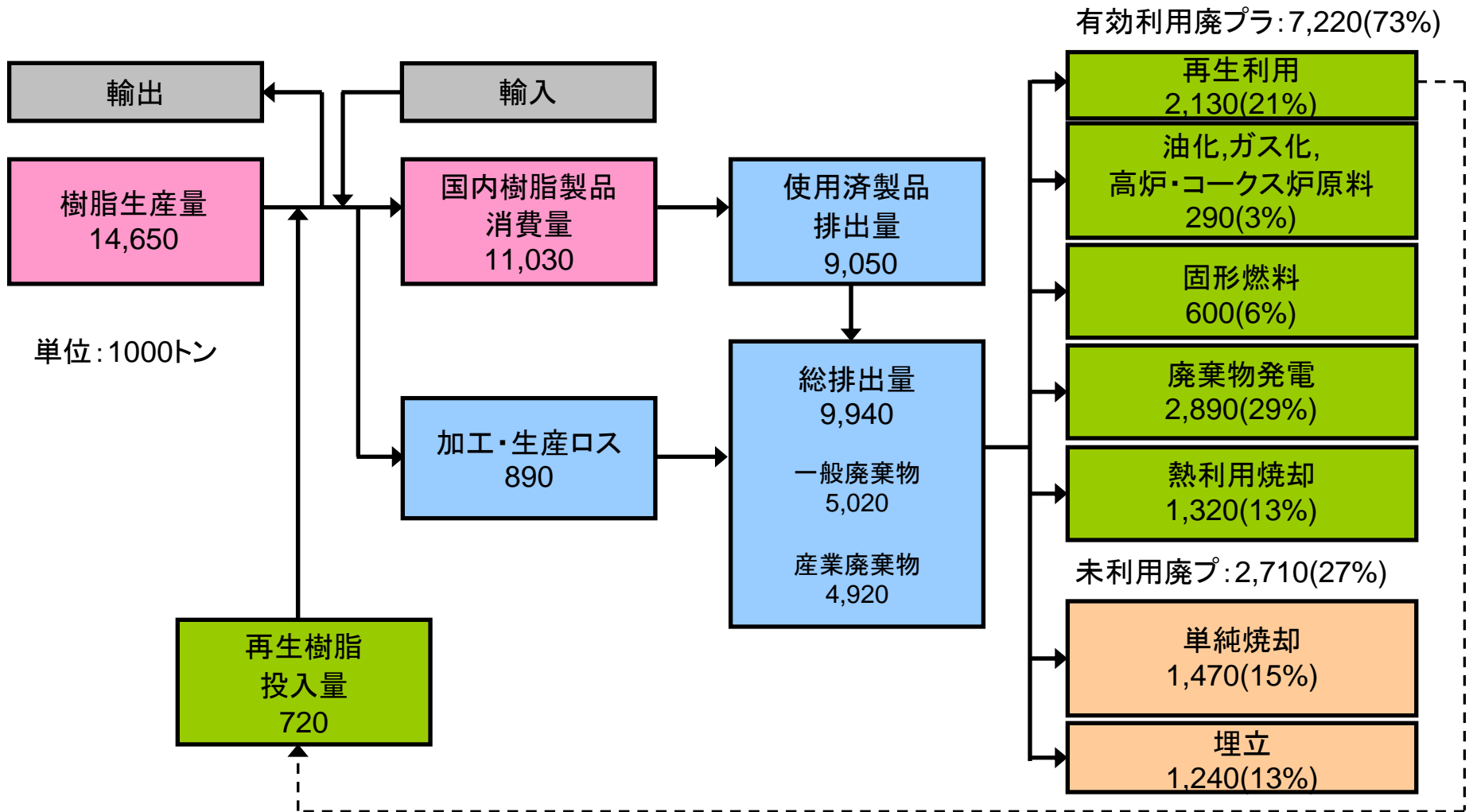
処理処分段階

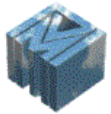


プラスチックリサイクルの状況



プラスチックの生産、廃棄、再資源化のフロー図(2007年)



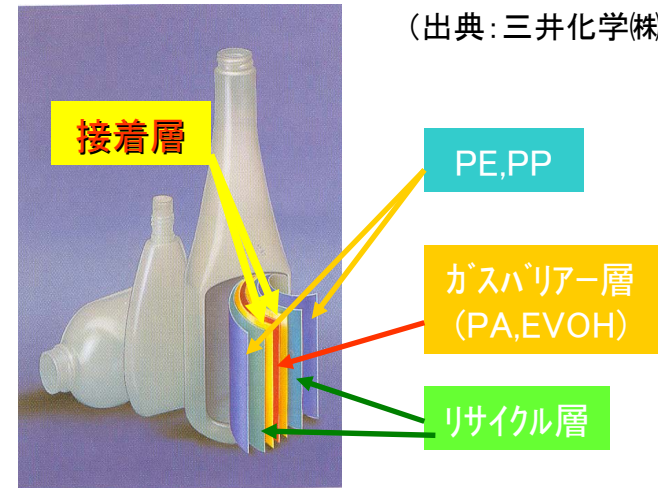


プラスチックの特徴

- 軽量で、成形性が良く、コストパフォーマンスが良い。
- 種類が多く、色々な機能を選択できる上、複合化して更に多様な機能をもたせることができる等資源効率性が良い。
- ガラス、鉄、アルミ等と異なり、素材そのものが化石燃料に匹敵するエネルギーを保持している。
- 成型、製品使用時に物理的、化学的作用を受けて劣化し、物性が低下し易い。分子を主な構成物質とする為、その低下物性の回復は主に原子からなる金属に比べて複雑で難しい工程が要る。

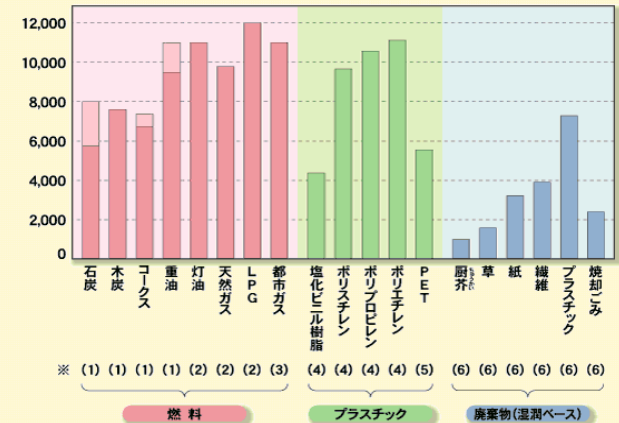
多層容器包装の層構成

(出典:三井化学株)



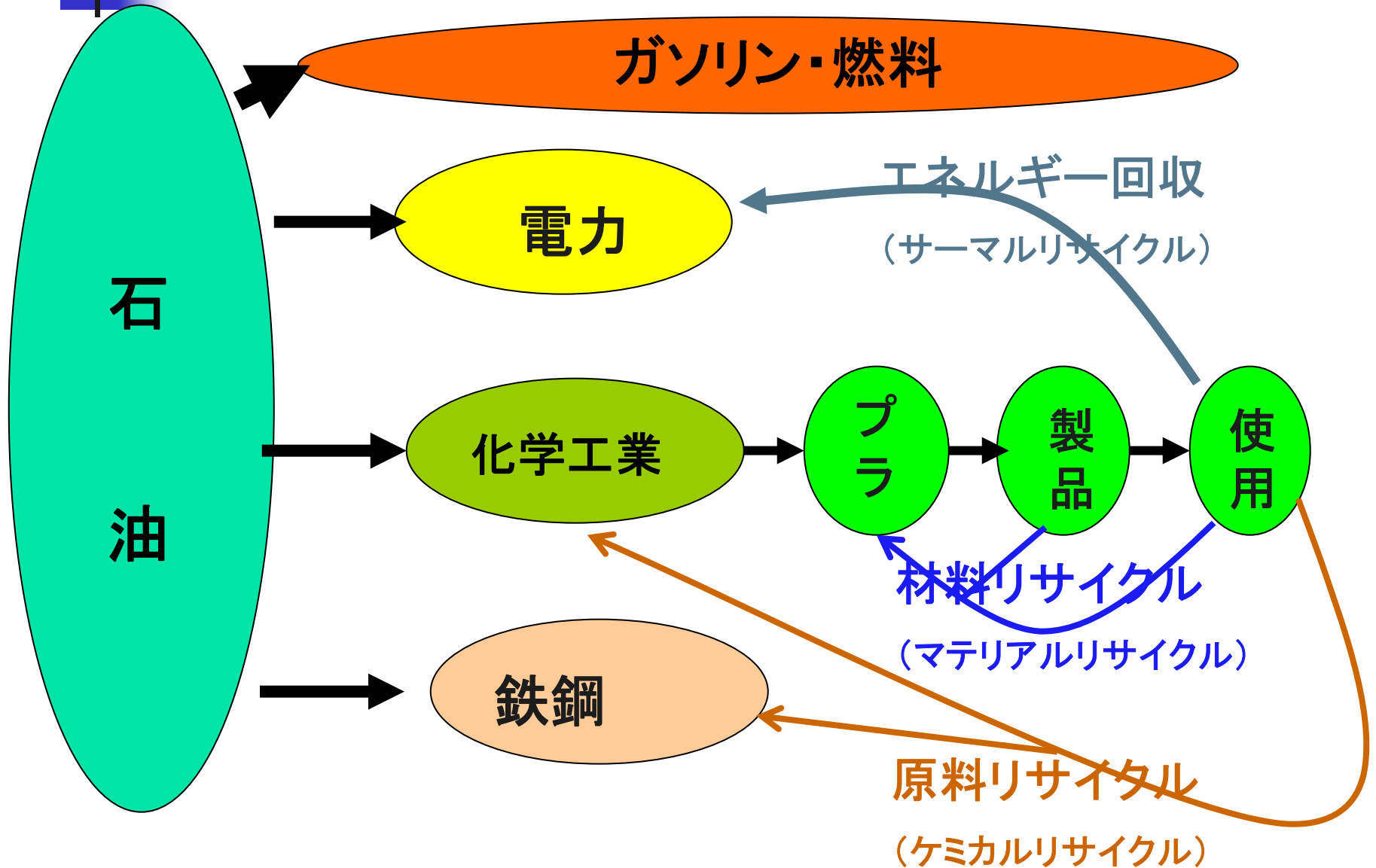
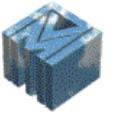
■ 発熱量の比較

kcal/kg (ただし天然ガス、都市ガスはkcal/Nm³)

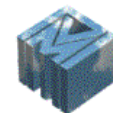


(出典: プラ処理協「プラスチックリサイクルの基礎知識2008」)

プラスチックはその特徴を活かして 多様なリサイクルが可能



プラスチックリサイクルの手法



容り法の再商品化手法

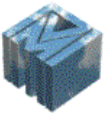
分類	リサイクル手法	ヨーロッパでの呼び方
マテリアルリサイクル (材料リサイクル)MR	再生利用 ・プラ原料化 ・プラ製品化	メカニカルリサイクル (Mechanical Recycle)
ケミカルリサイクル CR	原料・モノマー化	フィードストックリサイクル (Feedstock Recycle)
	高炉還元剤	
	コークス炉化学原料化	
	ガス化 油化	
サーマルリサイクル (エネルギー回収) TR	燃料	エネルギーリカバリー (Energy Recovery)
	セメントキルン ごみ発電 RDF、RPF	

RDF: Refuse Derived Fuel (ごみから作られた固形燃料)

RPF: Refuse Paper & Plastic Fuel (古紙とプラスチックを原料とした固形燃料)

サーマルリサイクル: 容り法は条件付で認可、家電リ法は不認可(政省令で)、自動車リ法は認可

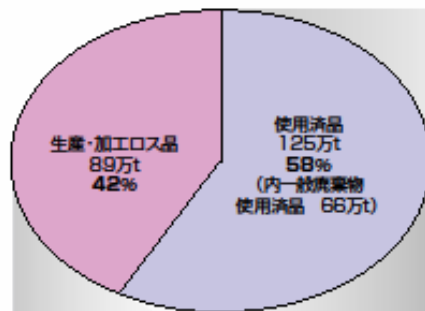
マテリアルリサイクル(MR)の内訳(2007)



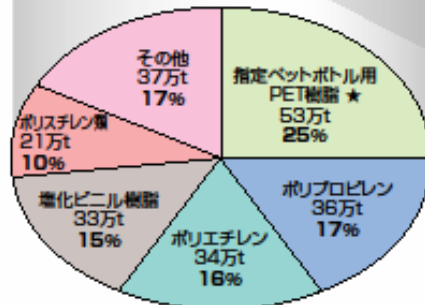
MR総量は213万トン

※6 マテリアルリサイクル(213万t)の内訳

(排出源内訳)

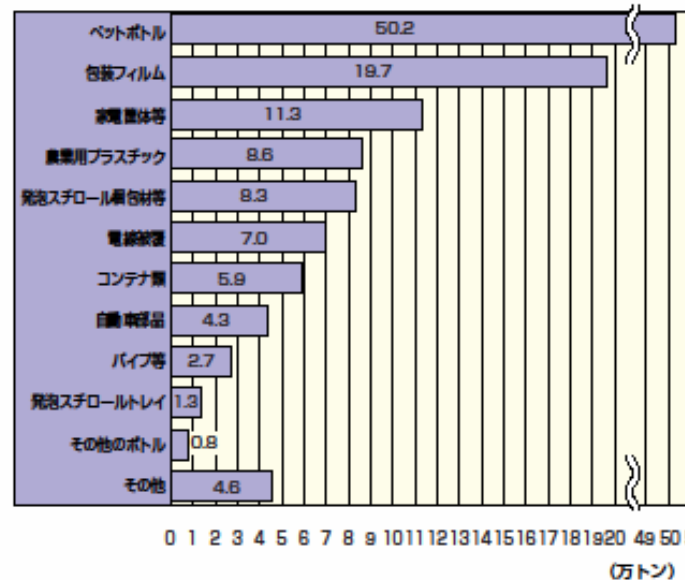


(樹脂別内訳)

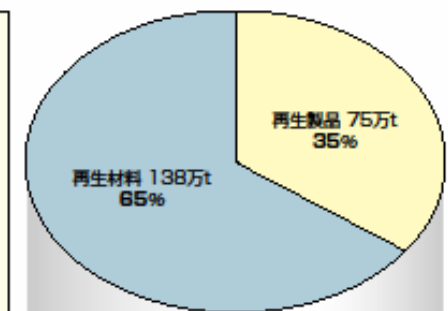


★従来「その他」に含めていたPET樹脂の内、再生量が明確な容リ法による「指定ペットボトル用PET樹脂」を新たに区分した。

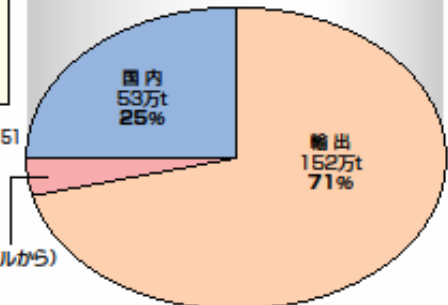
使用済み品(125万t)の由来分野



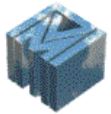
(再生利用の形態)



(再生利用の利用先)



繊維(廃ペットボトルから) 8万t 4%

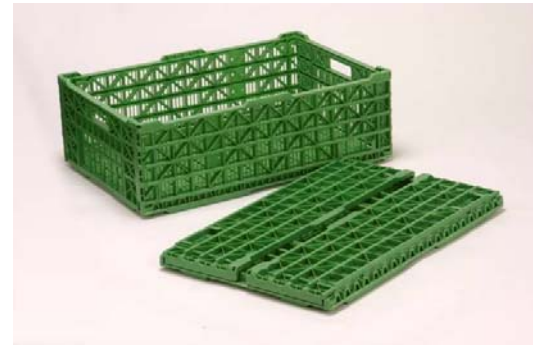


質の高いMR事例

1. 出所・素材の明確な成形加工端材が原料 89万トン
2. 指定PETボトル(単一素材・汚れ少) 53万トン
3. 家電筐体(大型部品・単一素材・汚れ少) 11万トン



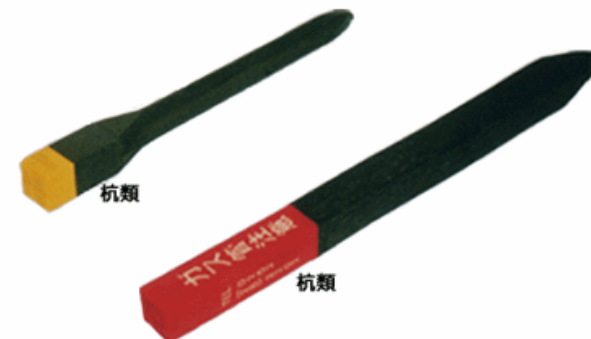
筆記用具



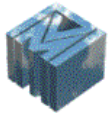
コンテナ



大型雨水枡、住宅用パッキン

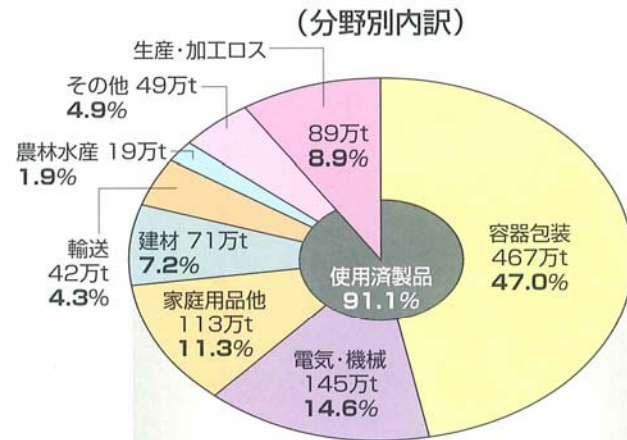


測量杭

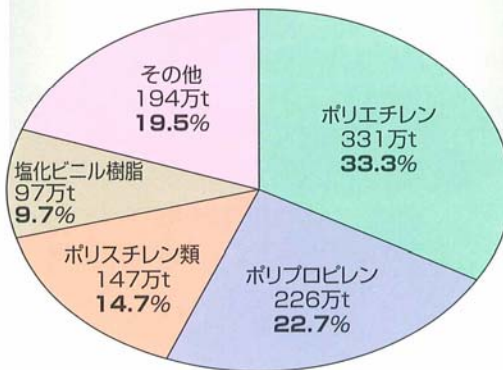


廃プラ排出の内訳(2007)

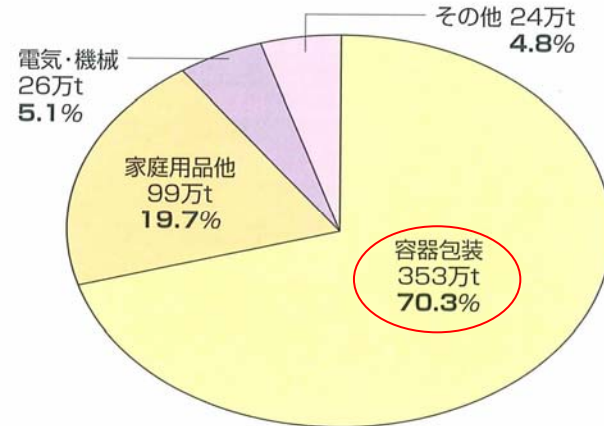
廃プラ排出量(994万t)の内訳



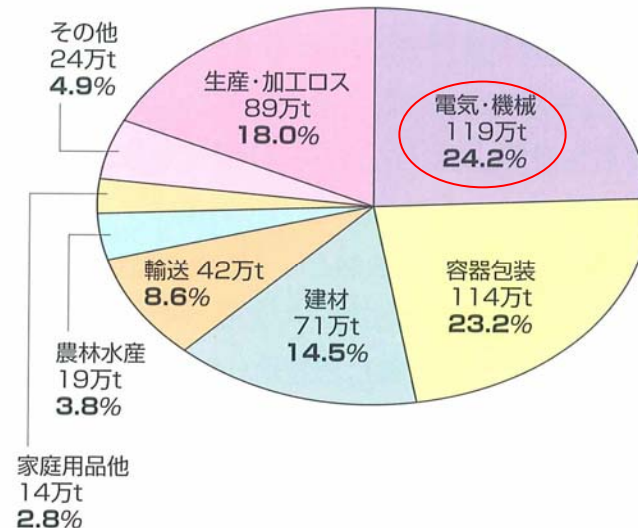
(樹脂別内訳)

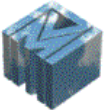


一般廃棄物(502万t)の分野別内訳



産業廃棄物(492万t)の分野別内訳



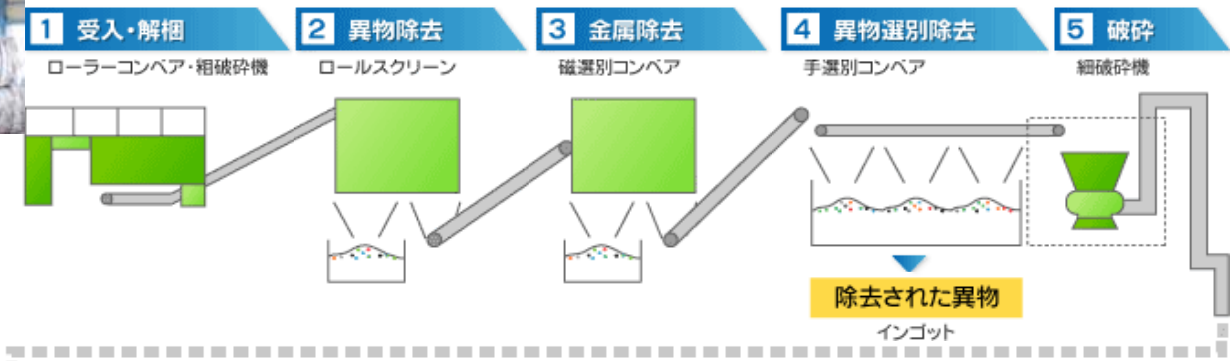


プラスチックのMRプロセス例

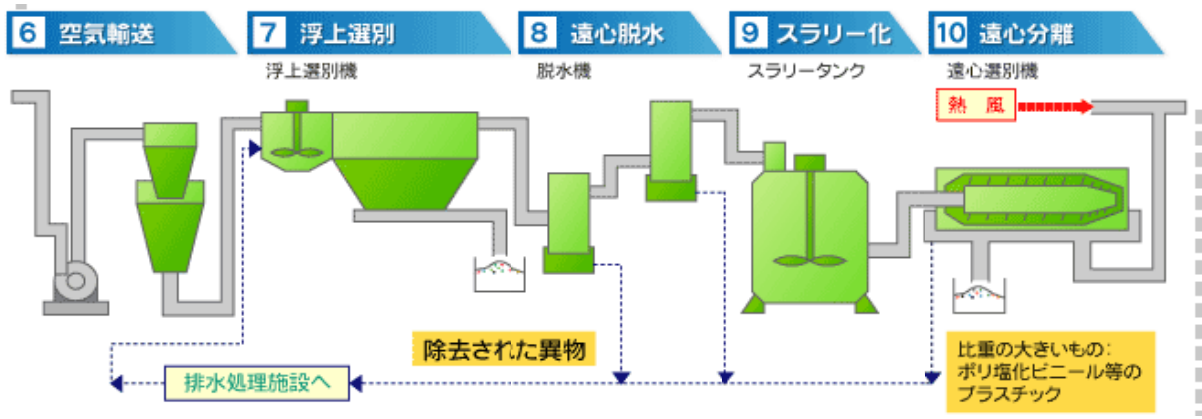
(出典： 広島リサイクルセンターHP)



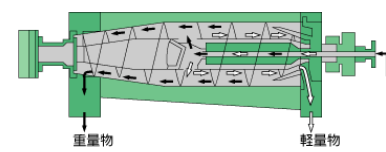
ボール



手選別



破砕機



遠心分離機

内部部及び外芯部が共に高速回転して、重量物と軽重量物を分離。遠心力による高精度の分離。



出荷 (リサイクル商品例)

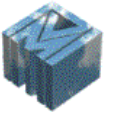


フレーク(A)



ペレット(B)

容器包装リサイクル法その他プラMR製品例



下記屋外で使用される製品の原料多くはその希釈材として利用されている。



パレット



擬木



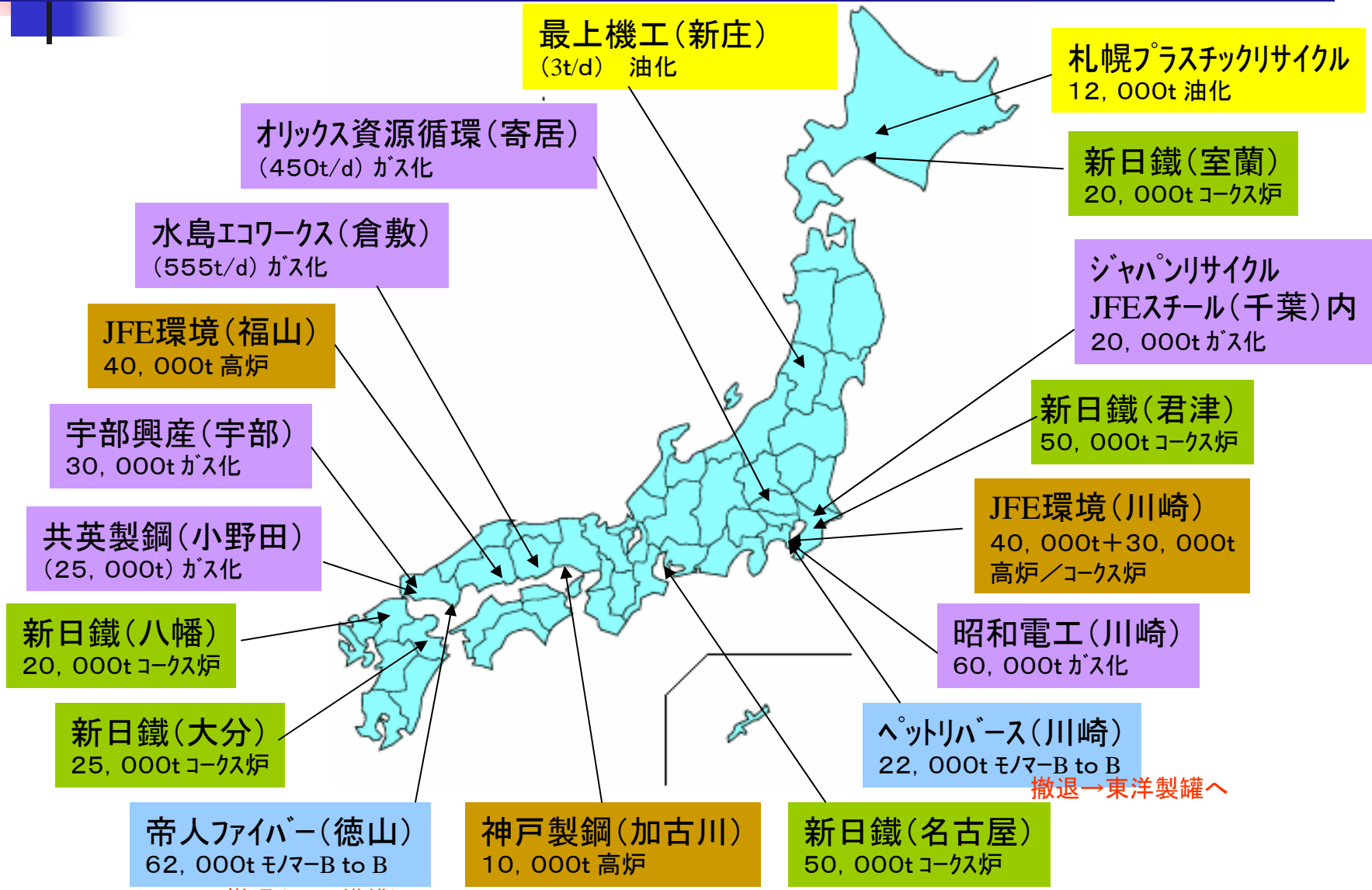
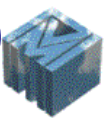
コンクリートパネル



車止め

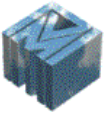
容リ協HPより

大規模ケミカルリサイクル(CR)施設(容リ法対象) (2009年1月)



B to B撤退(B to 繊維)

RPF <サーマルリサイクル(TR)>



RPFとは

「RPF」とは Refuse Paper & Plastic Fuel の略称であり、主に産業系廃棄物のうち、マテリアルリサイクルが困難な古紙及び廃プラスチック類を主原料とした固形燃料。

RPFの特長(利用メリット)

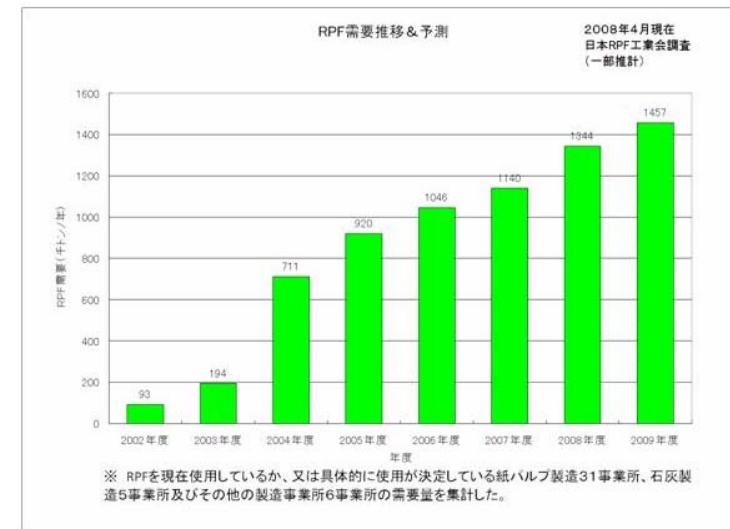
- 1)品質が安定
- 2)熱量のコントロールが可能
- 3)高カロリー
- 4)ハンドリング性が良い
- 5)ボイラー等燃焼炉における排ガス対策が容易
- 6)他燃料に比較して経済性がある
- 7)環境にやさしい

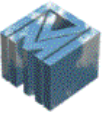
RPFの用途

RPFは、石炭やコークス等、化石燃料の代替として、大手製紙会社、鉄鋼会社、石灰会社等で使用されている。

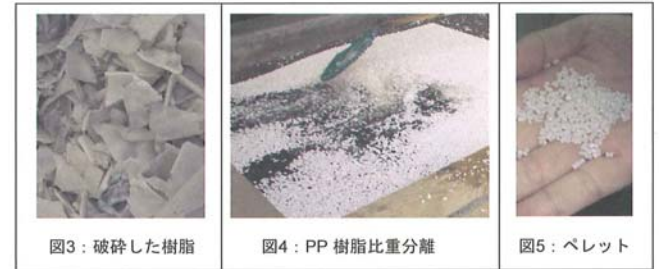
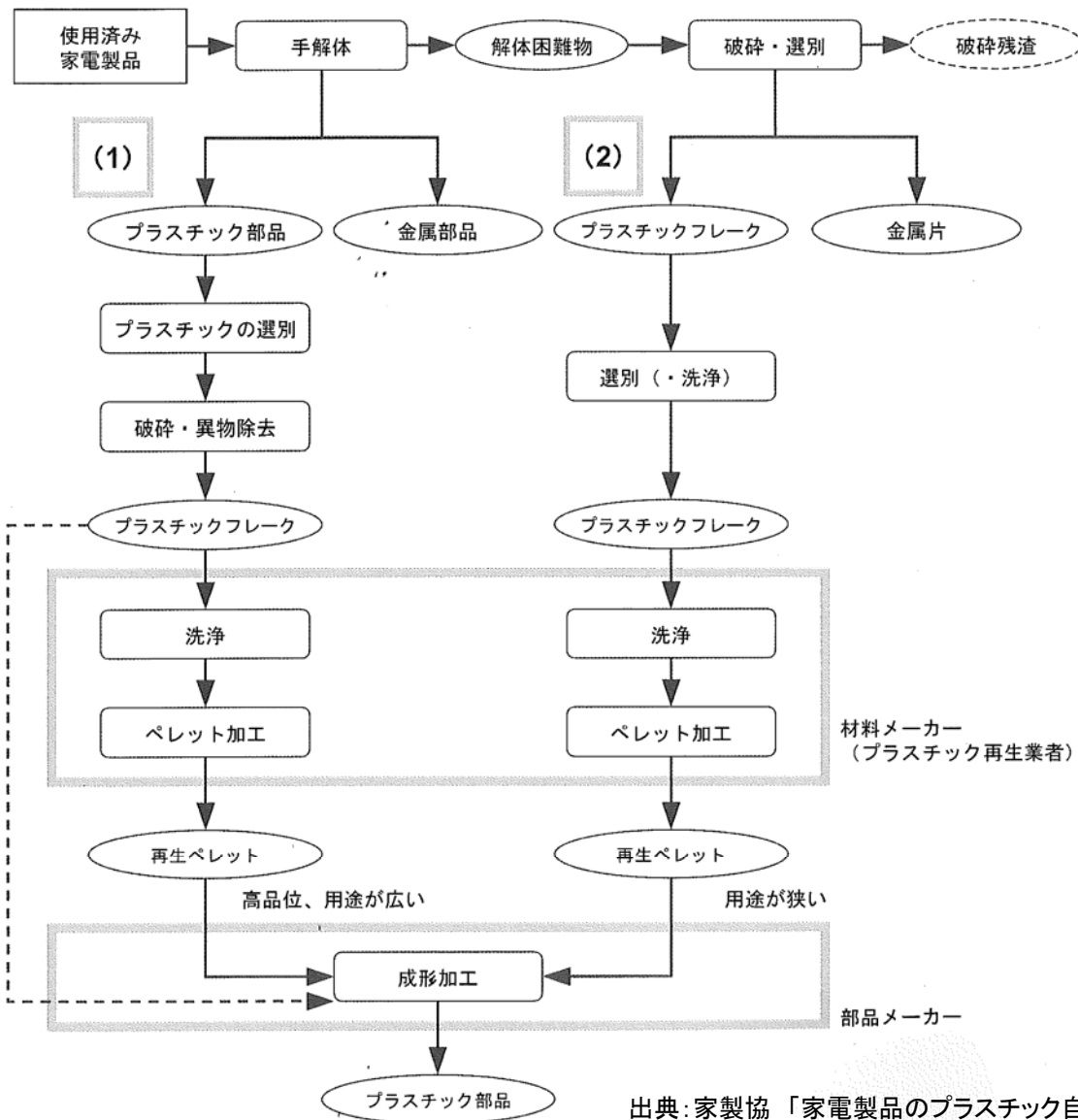


	低位発熱量
φ 40mm	6,000kcal/kg級: 石炭相当 8,000kcal/kg級: コークス相当
φ 20mm	
φ 8mm	



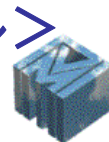


家電プラの自己循環リサイクル処理フロー



出典: 家製協「家電製品のプラスチック自己循環リサイクル事例集」
(三洋電機の例)

出典: 家製協「家電製品のプラスチック自己循環リサイクル事例集」



プラスチックの再商品化基準についての改正内容

家電リサイクル法が改正され、プラスチックもリサイクル目標値(再商品化基準)計算に追加された。

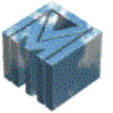
リサイクル法定目標＝「鉄の含有率×回収効率+銅の含有率×回収効率+アルミの含有率×回収効率+**プラスチックの含有率×回収効率**+(薄型TVについては)基板の含有率×回収効率+」の値を5%単位で切り上げ。

- ①算定根拠に盛込む素材・・・鉄、銅、アルミ及びその化合物を原料とする部品又は素材。
 プラスチックのうち**分離・リサイクルが容易なもの**。薄型TVの基板。

		現行基準			改定基準		
		回収素材	回収率	法定目標	回収素材	回収率	法定目標
		-	%	%	-	%	%
既存4品目	エアコン	Fe, Cu, Al	80	60	Fe, Cu, Al プラスチック	95 2	70
	冷蔵庫・冷凍庫	Fe, Cu, Al	80	50	Fe, Cu, Al プラスチック	95 20	60
	洗濯機	Fe, Cu, Al	80	50	Fe, Cu, Al プラスチック	95 40	65
	CRT-TV	Fe, Cu, Al CRTのガラス	80 80	55	Fe, Cu, Al CRTのガラス	80 80	55
追加品目	薄型TV				Fe, Cu, Al 基板 プラスチック	95 20 40	50
	衣類乾燥機				Fe, Cu, Al プラスチック	95 40	65

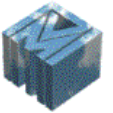
(CRT-TVのリサイクル目標は、CRTガラスの将来における再商品化状況が不透明であることから、据え置かれた。)

プラスチックリサイクルの課題



1. サーマルリサイクルが正當に評価されていない
 - ← 改正容器包装リサイクル法でも
補完的、緊急避難的位置付
2. 容器包装リサイクル法のプラスチック製容器包装の分別収集リサイクルに係る費用の増大
 - ← マテリアルリサイクルの優先入札

サーマルリサイクル関連動向



- ・ ダイオキシン類を含む大気汚染防止特別措置法

2002年12月完全施行

- ・ 「廃プラスチックの発生抑制・リサイクルの促進について」 東京都廃棄物審議会答申
2004年5月

廃プラ： 焼却不適物 → 埋め立て不適物

(廃プラは貴重な資源であり、埋立不適物でなければならない。種類別に分別することが困難なものや、汚れが付着しているもの、アルミ蒸着等の複合素材等は材料としてのリサイクルが難しい。資源の保全、環境への負荷、経済性の面でマテリアルリサイクルに適さない場合には、サーマルリサイクルを行い、埋立処分量ゼロを目指すべき。)

- ・ 「市町村による一般廃棄物処理のあり方について」 環境省中央環境審議会意見具申
2005年2月

廃棄物処理法の基本方針の改正告示

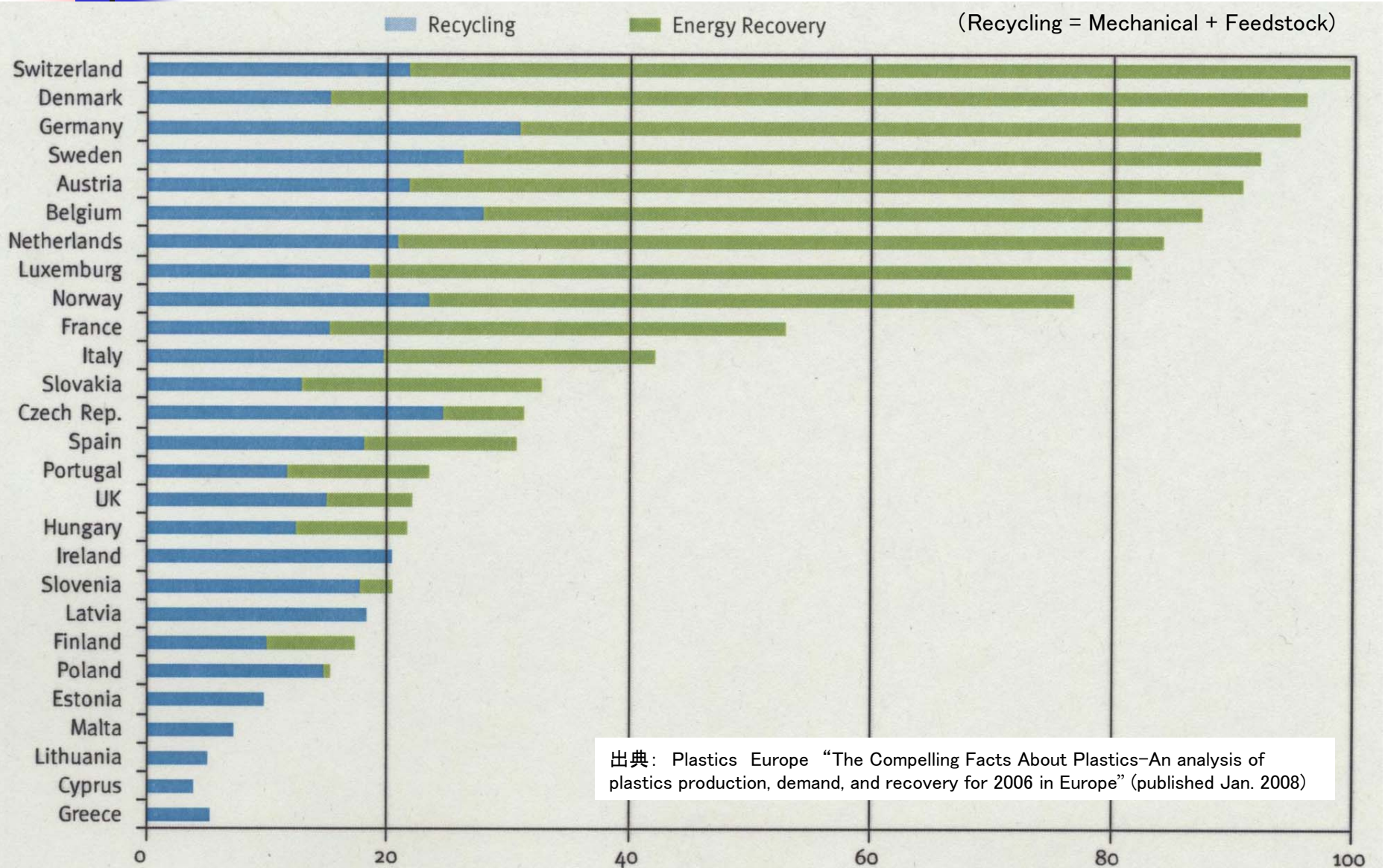
2005年5月

資源化困難廃プラ： 原則熱回収処理

(先ず発生抑制を、次に再生利用を推進し、それでもなお残った廃プラスチックについては、直接埋立は行わず、一定以上の熱回収率を確保しつつ熱回収を行う方向でシステムを見直すことが適当である。)

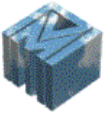
EU各国における廃プラスチックリサイクルの現状(2006年)

(埋め立てからの転換としてサーマルリサイクルが進展)



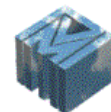
出典: Plastics Europe "The Compelling Facts About Plastics—An analysis of plastics production, demand, and recovery for 2006 in Europe" (published Jan. 2008)

プラスチックリサイクルの課題



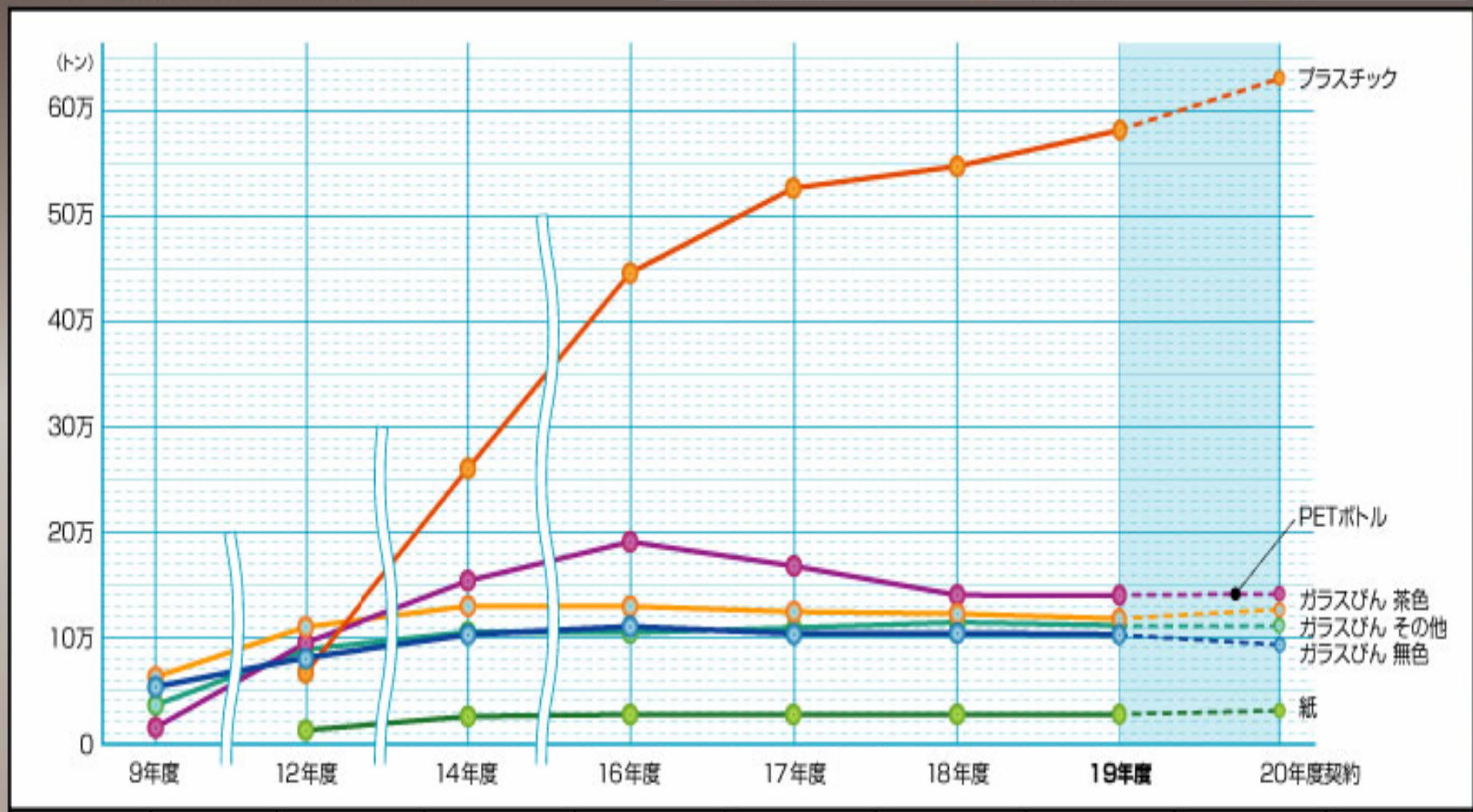
1. サーマルリサイクルが正当に評価されていない
← 改正容器包装リサイクル法でも
補完的、緊急避難的位置付
2. **容器包装リサイクル法のプラスチック製容器包装の分別収集
リサイクルに係る費用の増大**
← **マテリアルリサイクルの優先入札**

廃プラスチック容器包装の引取量

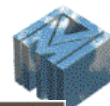


市町村からの引取量

- ガラスびん 無色
- ガラスびん 茶色
- ガラスびん その他
- PETボトル
- プラスチック
- 紙

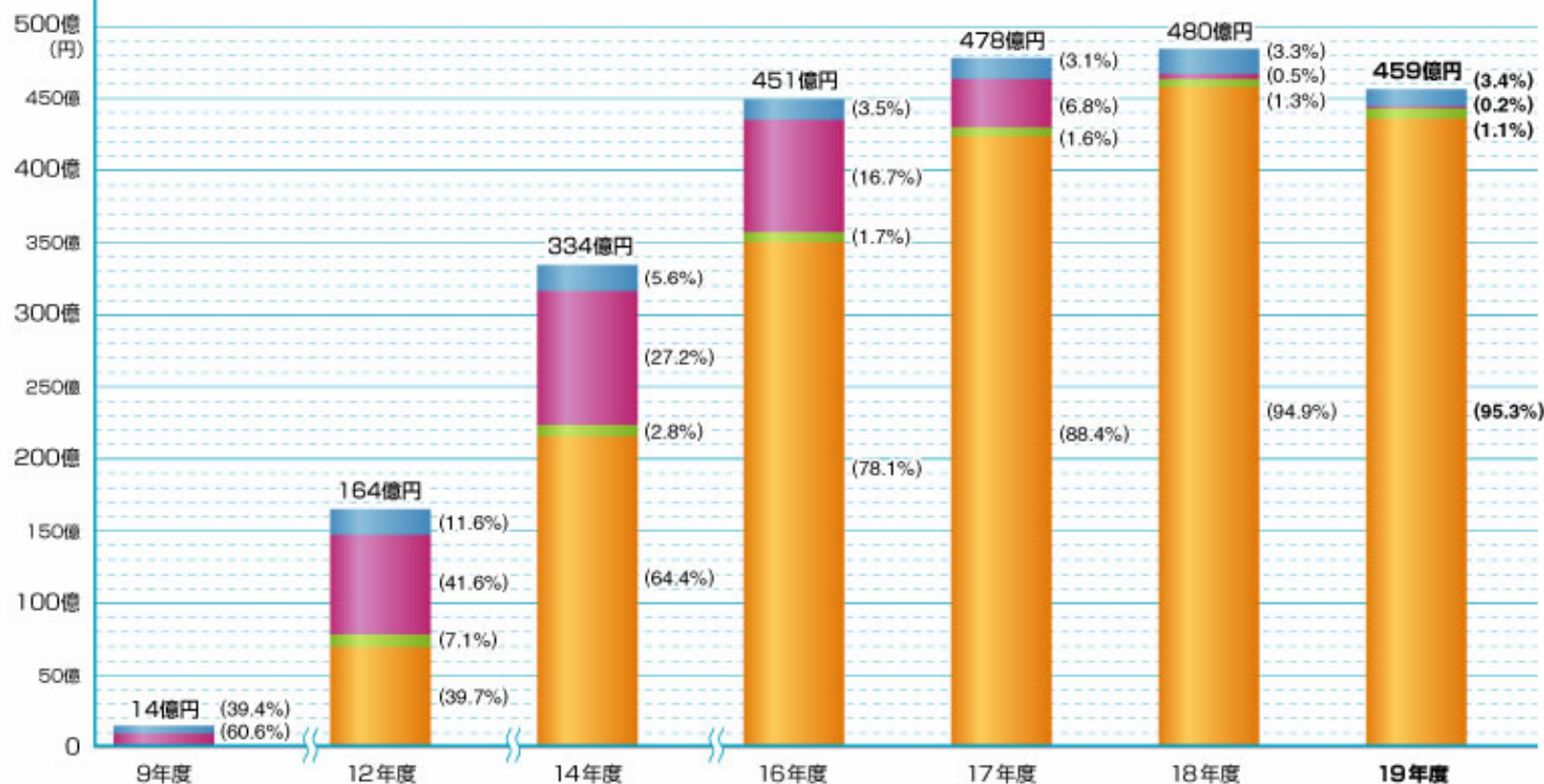


廃プラスチック容器包装のリサイクル費用



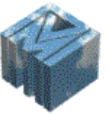
● 特定事業者が負担した金額

■ ガラスびん ■ 紙
■ PETボトル ■ プラスチック



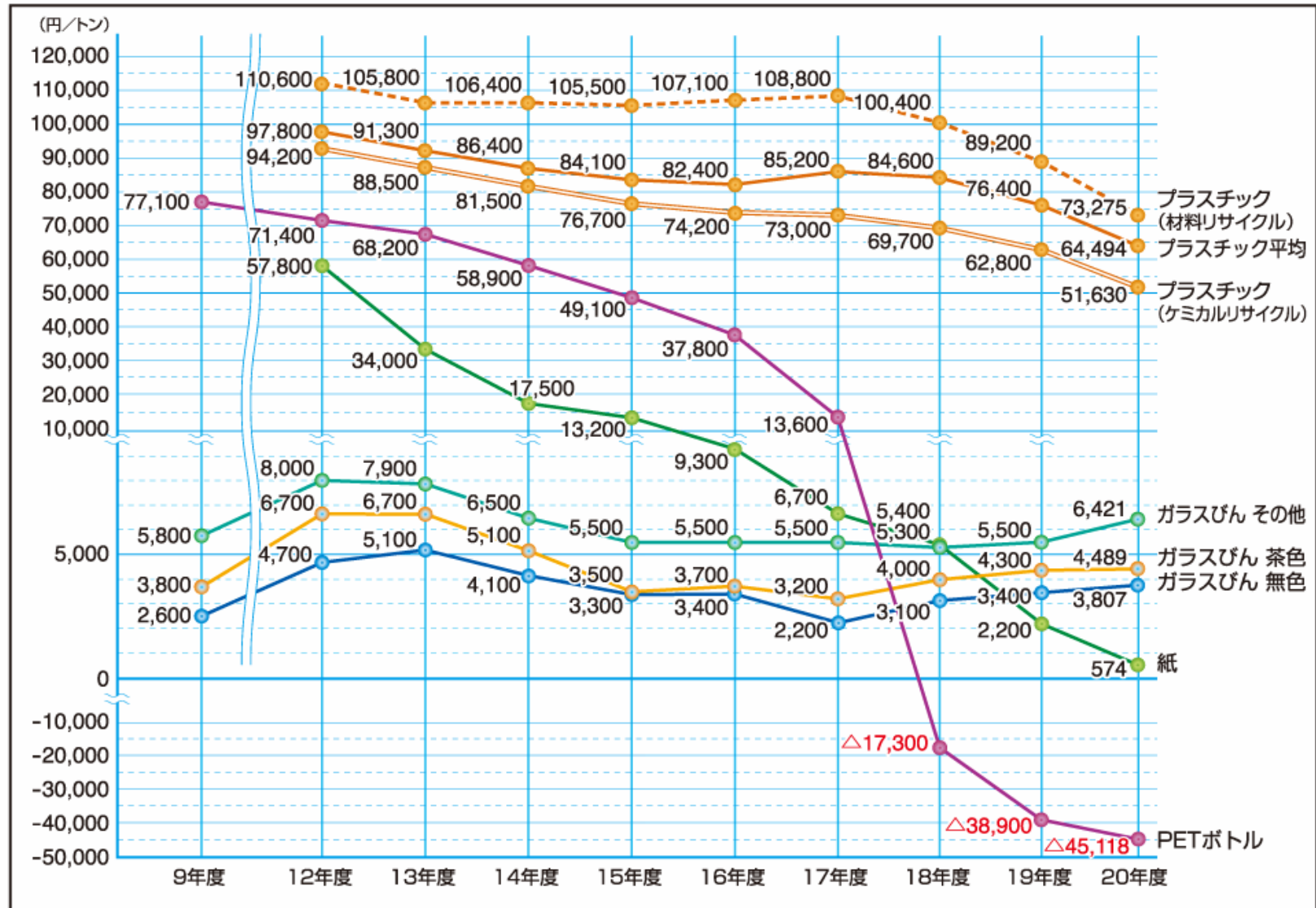
(単位: 円)	9年度	12年度	14年度	16年度	17年度	18年度	19年度
合計	1,431,901,681	16,447,687,274	33,444,489,870	45,075,697,454	47,833,192,212	48,037,514,379	45,871,393,424
ガラスびん	564,756,723	1,901,205,977	1,873,211,874	1,563,652,611	1,502,455,873	1,591,409,990	1,566,572,106
PETボトル	867,144,958	6,850,407,025	9,096,336,617	7,529,299,121	3,273,483,231	230,901,587	88,720,531
紙	—	1,170,079,250	925,189,720	784,616,382	763,602,911	620,663,123	505,614,961
プラスチック	—	6,525,995,022	21,549,751,659	35,198,129,340	42,293,650,197	45,594,539,679	43,710,485,826

廃プラスチック容器包装のリサイクル単価



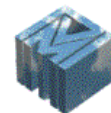
●再商品化事業者の 落札単価(加重平均)

● ガラスびん 無色 ● ガラスびん 茶色 ● ガラスびん その他 ● PETボトル
● プラスチック平均 ● プラスチック(材料リサイクル) ● プラスチック(ケミカルリサイクル) ● 紙

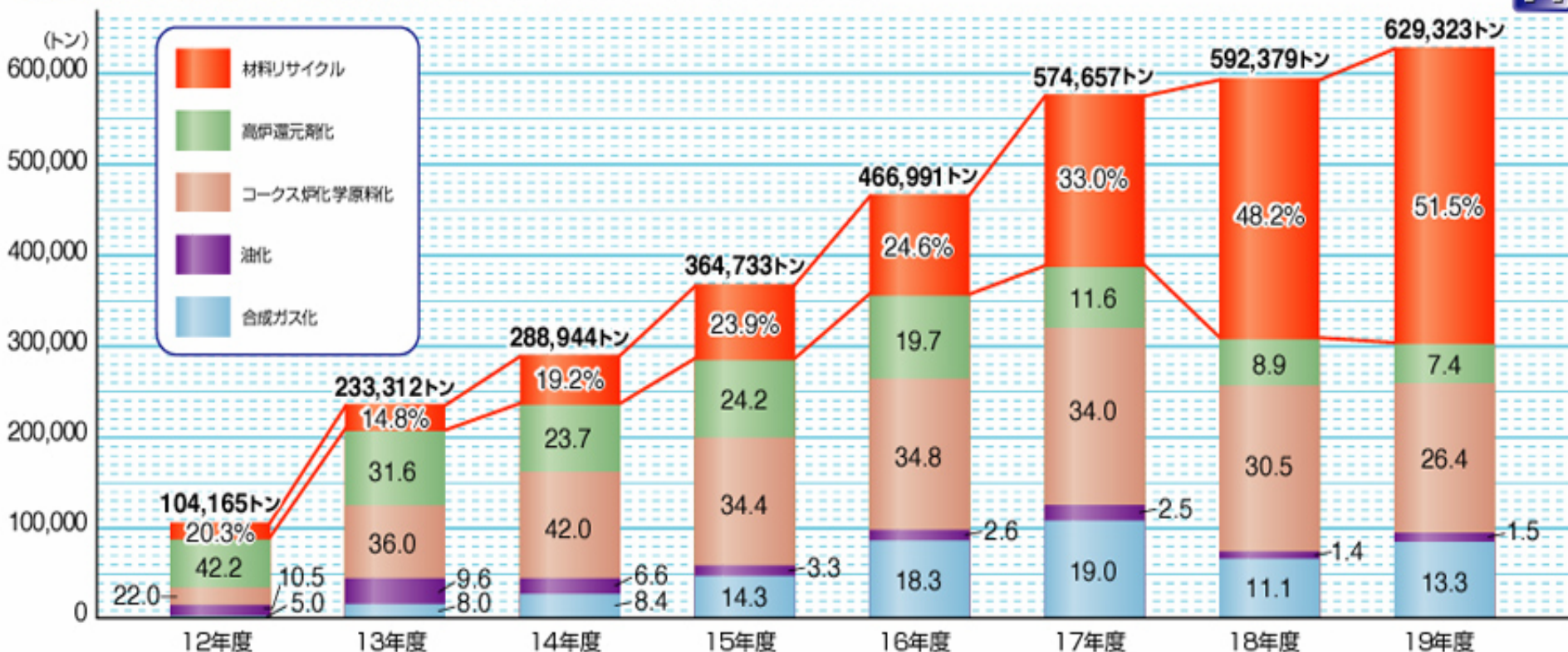


出典: (財)日本容器包装リサイクル協会

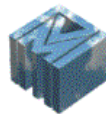
プラスチック製容器包装の再商品化落札量構成比の推移



〈再商品化手法別落札量構成比の推移〉（契約量[トン/年] 白色トレイを除く）



プラスチックのリサイクル手法についてのLCAを用いた検討



日本容器包装リサイクル協会主催のLCA検討委員会での検討例

1. 背景

- 1) 2007年初めに、経産省・環境省合同で設置された“プラスチック製容器包装に係る再商品化手法検討会”で、“材料リサイクル(MR)優先”を継続すべきかが議論の焦点になった。
- 2) その議論の判断材料の一つとして、各再商品化手法のLCAによる環境負荷評価が求められ、専門家からなるLCA検討委員会が設置され、LCAによる評価が行われた。
当協会も事務局としてLCA評価に参画した。

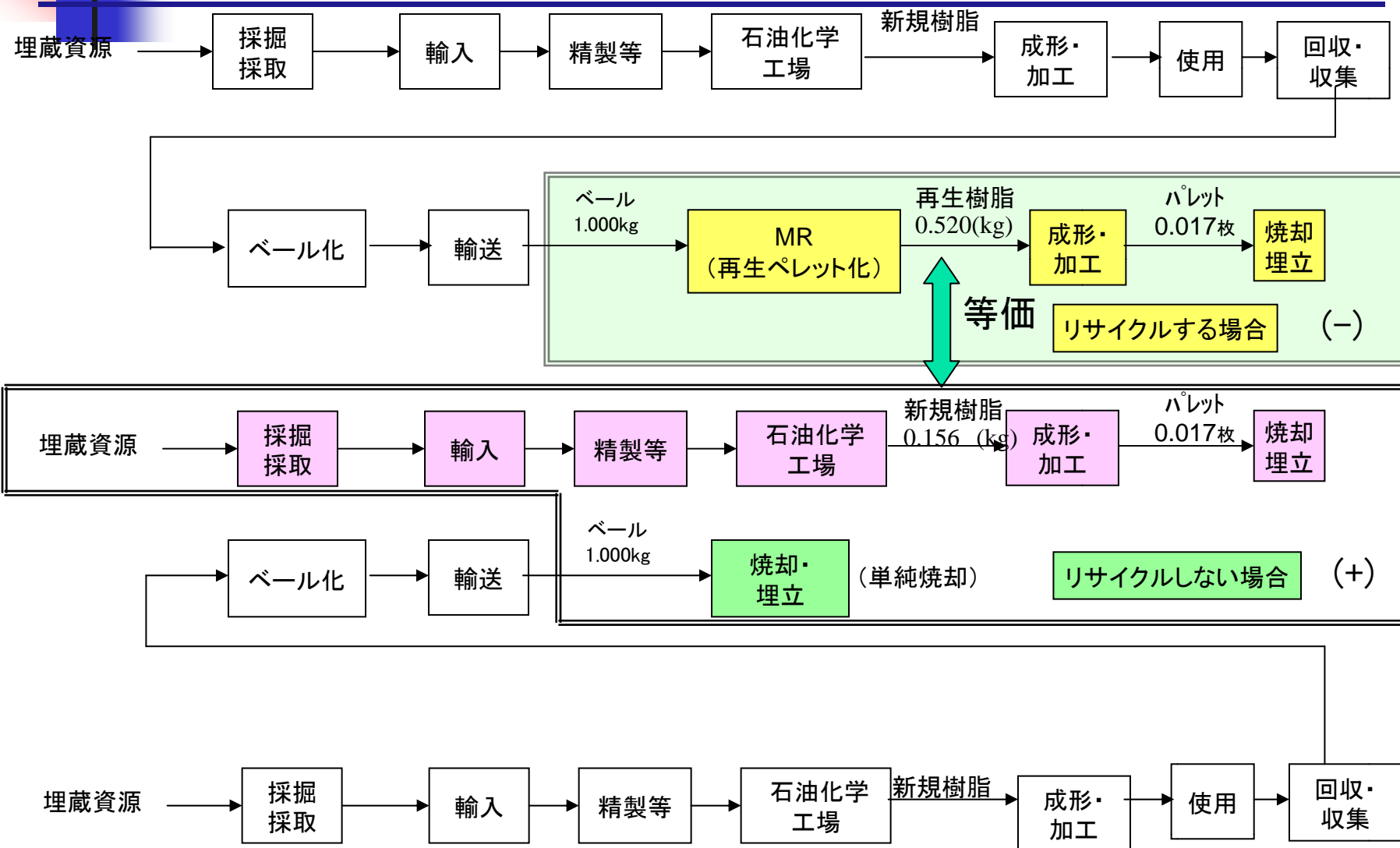
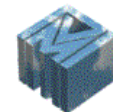
LCA検討委員会（プラスチック製容器包装再商品化に関する環境負荷等検討委員会）：

委員長： 石川教授(神戸大)
委員： 稲葉センター長(産総研)、森口センター長(国環研)、平尾教授(東大)
事務局： (財)日本容器包装リサイクル協会、(社)プラスチック処理促進協会

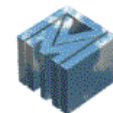
2. LCA検討結果

- 1) 環境負荷の観点からは、MRが特段優れているとは言えず優先継続の根拠は見出せなかった。
- 2) 当協会の今までのLCA検討結果と主張を、裏付ける結果である(エコ効率分析結果参照)。

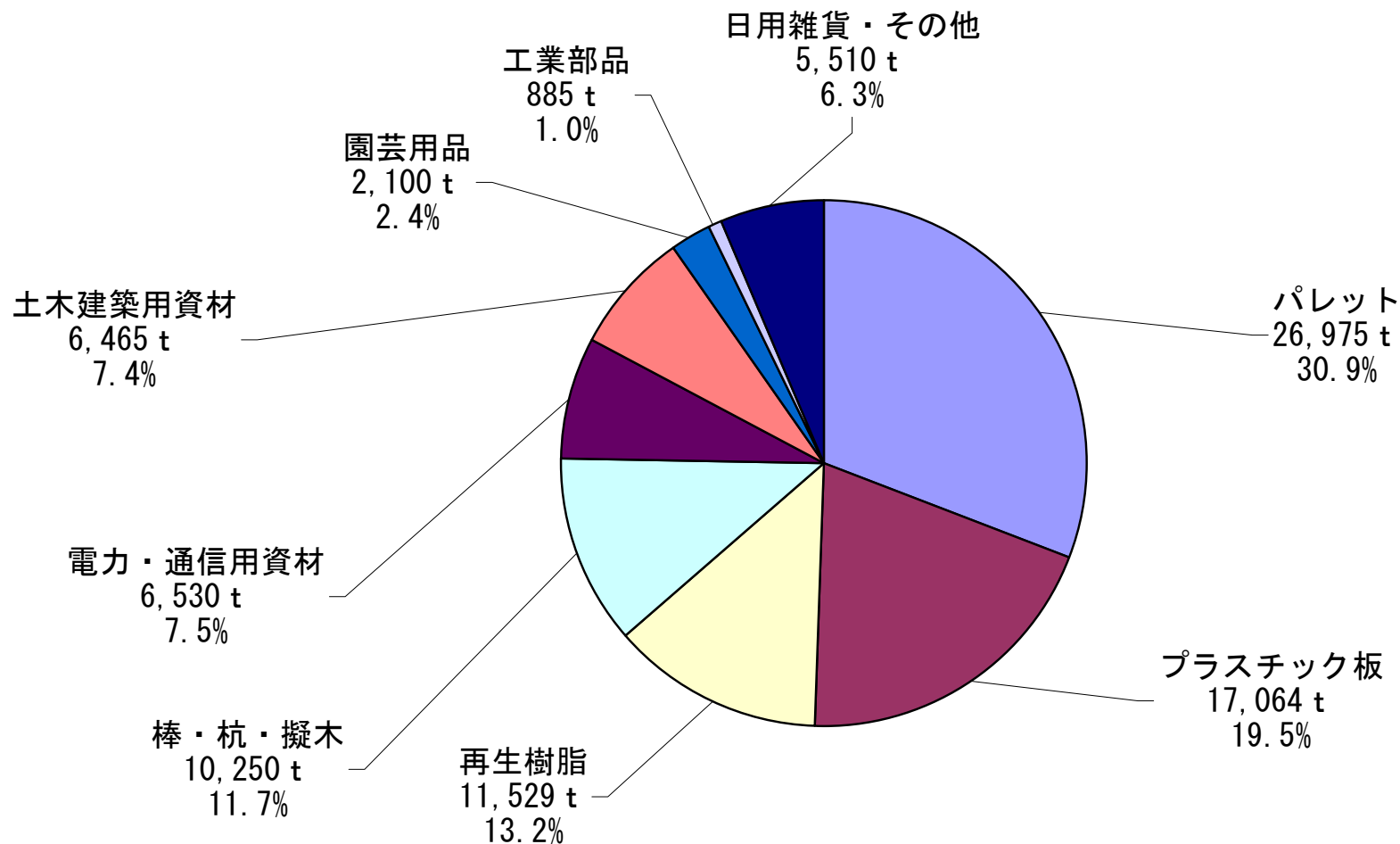
LCA検討委員会手法(製品バスケット法)

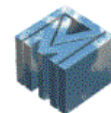


容り法に基づく材料リサイクル品の用途別内訳



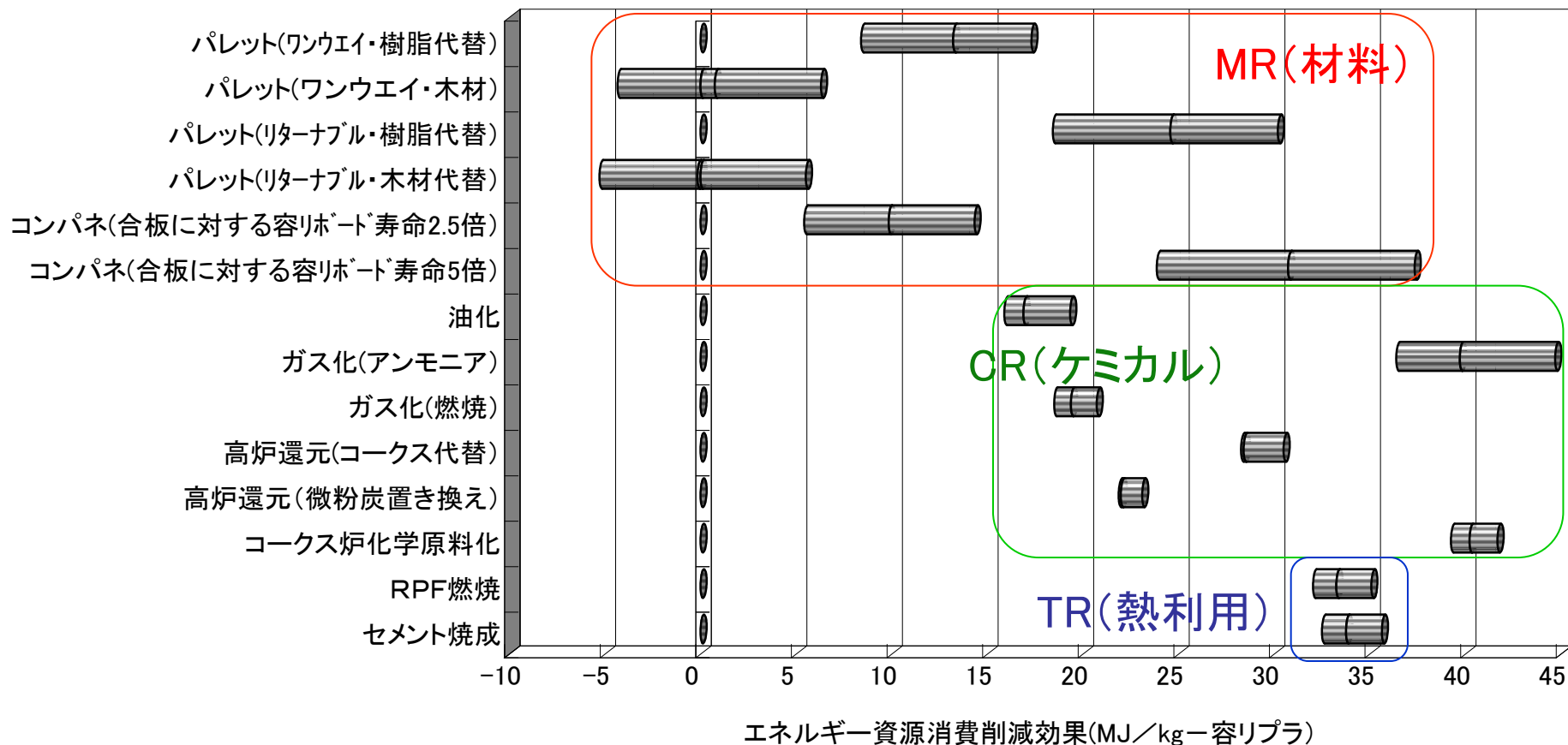
材料リサイクル再商品化製品の用途別内訳（H17年：87,308 t）



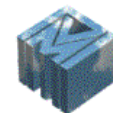


容リ法再商品化手法のLCA検討結果①

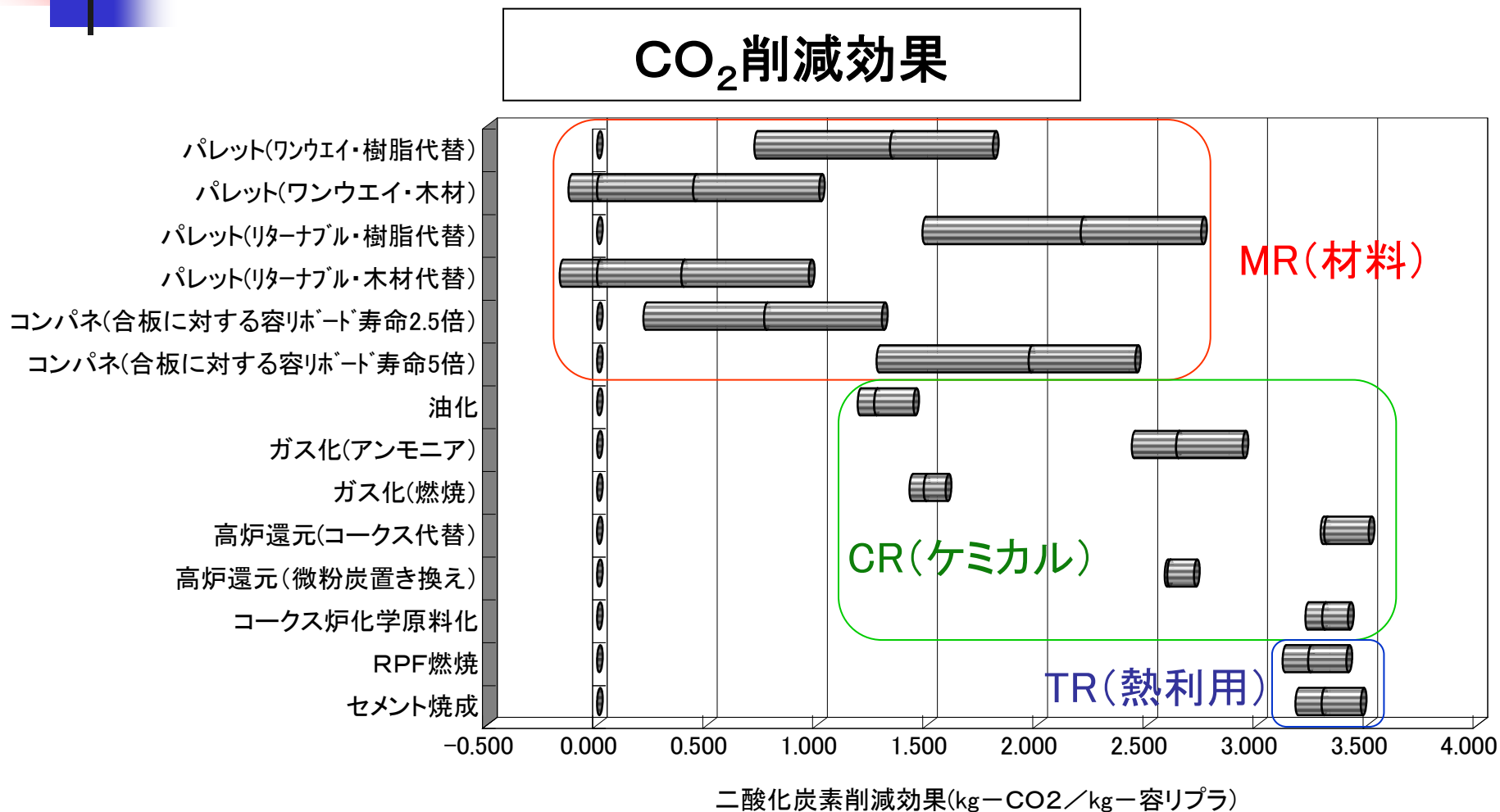
エネルギー資源削減効果



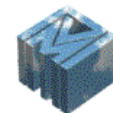
容リプラ(混合品)の材料リサイクルが優れているとは言えない



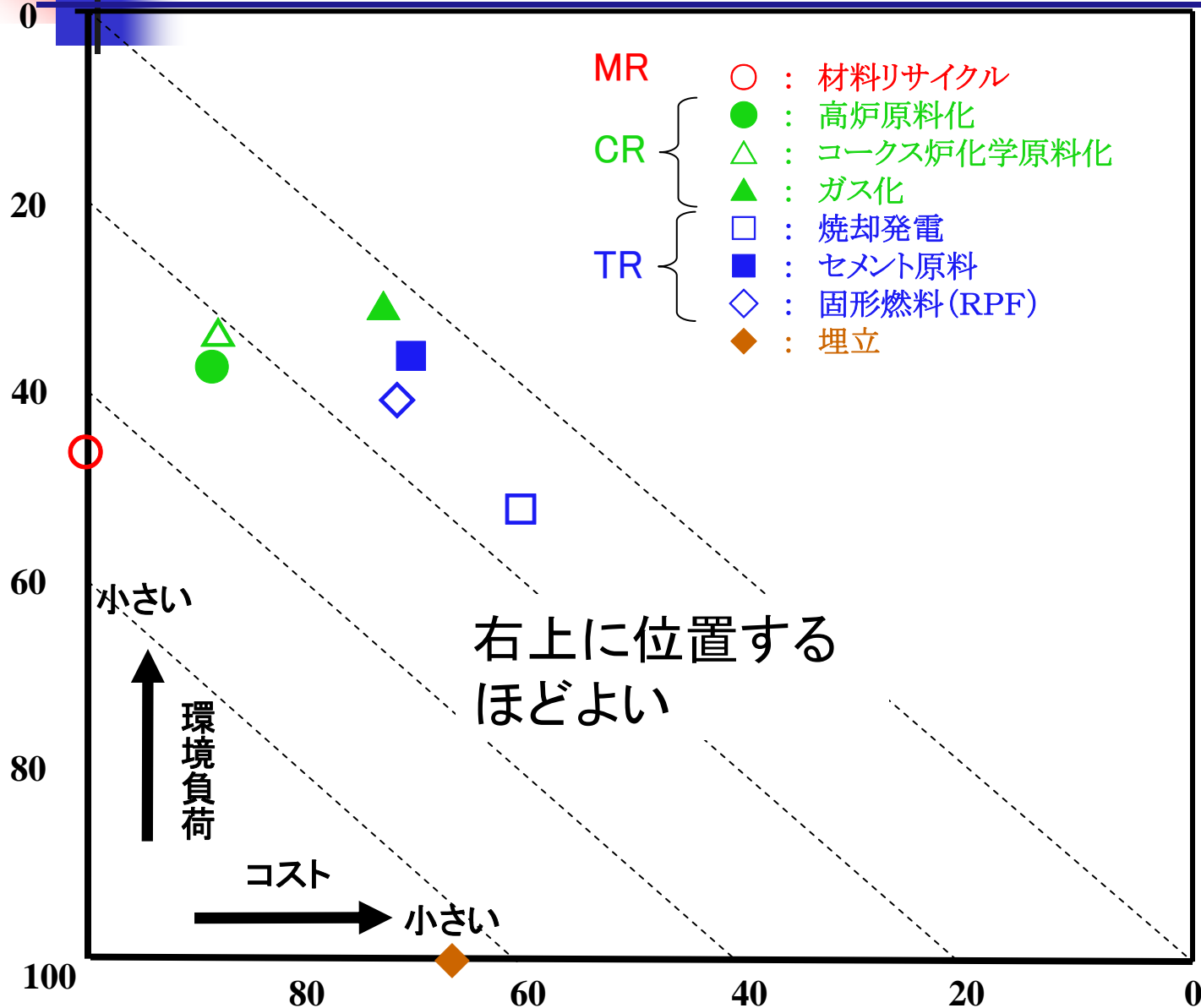
容リ法再商品化手法のLCA検討結果②



容リプラ(混合品)の材料リサイクルが優れているとは言えない



容リ法再商品化手法のエコ効率分析結果

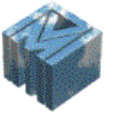


Case 1
再生樹脂の新規樹脂
代替率 30%

容リプラ(混合品)
の材料リサイクル
が、エコ効率的に
優れているとは言
えない。

報告書: プラスチック製容器包装
の処理に関するエコ効率分析
(2006年9月)

容器包装プラスチックの進むべき道は？



ドイツ方式

- ・収集者 特定事業者
 - ・MR優先
- リサイクルコストが非常に高い。

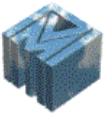
フランス・ベルギー方式

- ・収集者 自治体(インフラの活用)
- ・MRはボトルのみ(PETボトル、PEボトル)
それ以外はエネルギー回収

ベルギーでは缶・飲料紙パックと混載収集後、センターで選別

鉄、アルミ、紙、PETボトル、PEボトルそれぞれが有価物となる。

ベルギーの資源回収システム



ガラス

Glass Collection



Bottle banks
 • Clear/coloured separated glass
 • ± 1 site/1,000 inhabitants

Recycling



Finished products



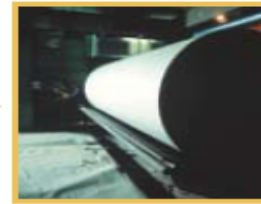
紙

Paper-cardboard Packaging and waste paper Collection



Door-to-door collection
 • Once a month (or at the same time as PMD in a dual-purpose lorry, twice a month)

Recycling



Finished products



PMD

PMD Plastic bottles and flasks, Metal packaging, Drinks cartons Collection



Door-to-door collection
 • Twice a month
 • Transparent blue bags

Sorting



Recycling

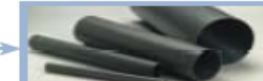


PET bottles

Finished products



HDPE flasks



Steel



Aluminium

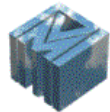


Drinks cartons



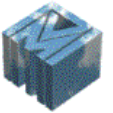
PETボトルとPEボトルのみを
 金属缶・飲料紙パックと混載回収

プラスチックリサイクルの将来イメージ



プラスチックの排出形態		リサイクル手法のイメージ	
一般廃棄物	容り法等で市町村 分別収集 (約100万t)	単一プラ、 PETボトル等	マテリアルリサイクル
		混合プラ	高炉、コークス、ガス化、RPF
	プラ含有ごみ (約400万t)		生ごみ・汚泥等の処理と同時にごみ 発電／熱利用(ガス化溶融発電システム) 低ハロゲンの廃プラはセメントキル ン、RPF、高炉等も選択肢
産業廃棄物	混合プラ (約300万t)		高炉、ガス化、発電／熱回収
	家電・自動車リサ イクル法等で収集 (50万t)	単一プラ	マテリアルリサイクル
		混合プラ	高炉、ガス化、発電／熱回収
	単一プラ(約150万t)		マテリアルリサイクル

まとめ



- ・ 持続可能な社会を目指した循環型社会の構築に向けて、色々な法体系が構築され、又適時見直し・改正も行われて、3Rシステムが高度化している。
- ・ プラスチックのリサイクルには、多様な手法が可能であり、サーマルリサイクルも含めて、色々なリサイクル手法が開発されている。
- ・ プラスチックは多種類あり、又資源効率がよく、複合化等で更に色々な機能を付与出来る為、多分野で多様に利用される。一方、使用後の排出状態も単一素材での排出の他、混合物や複合物、食品残渣等で汚れている等多様である。
- ・ そこで、廃プラのリサイクルは、排出の状態に応じて、LCA等環境負荷評価や経済性評価結果等を基に、最も適切な手法を選択する事が大切である。
- ・ 単一素材で汚れが少なく纏まった量が収集可能なものをMRL、それ以外は事前の選別に労力とコストをかけずに有効利用出来るCRやTRに向ける等の合理的な考え方を導入すべきではないか。