

地域循環圏に関する九州会議
平成21年8月5日

地域循環圏を検討する ための視点

北九州市立大学
松本 亨

matsumoto-t@env.kitakyu-u.ac.jp

<http://esd.env.kitakyu-u.ac.jp/matsumoto/>

話題提供

1. 資源循環の地理的規模への影響要因
2. 産業廃棄物の広域移動
3. エコタウンの地域循環圏における役割
4. 事例研究
 - 生ごみオンサイト処理
 - 家電リサイクル
 - 蛍光管リサイクル
5. 資源循環の広域化における留意点
6. リユースの促進

循環・適正処理の地理的な規模に対して影響を与える要因・配慮すべき要因

➤ 循環・適正処理の範囲に影響を与える主な要因は以下が考えられる。

要因	内容
輸送・保管の容易さ	重量や体積あたりの資源価値が低いものは長距離輸送に向かない。水分を多く含み、腐敗・悪臭も生じる可能性のあるものは長距離の輸送や長期保管に向かない。
輸送の環境負荷	長距離の輸送はエネルギー消費およびCO2排出の増大になる。
窒素・磷等の収支	窒素・磷のバランスを確保するためには地域内での循環がふさわしい。
再資源化・適正処理施設の立地	近傍に施設が存在しない場合には長距離を輸送せざるを得ない。
大規模化による効率性	大規模に処理をすることでエネルギー回収率や経済性が向上する
資源の需要	需要がある場所に資源は移動する。逆に資源の発生地点や処理施設の近傍に需要先がない場合には、長距離を輸送せざるを得ない。
処理コスト	労働力が安価であるなどの理由により処理コストが安い場合には資源はそこに流れる。
処理の技術力	資源性が高くとも処理時の有害性の高いものは、技術力のない国で処理すべきではない。また、資源の有効活用の観点からは、なるべく多くの資源が回収でき、高い技術を有する地域・施設で処理することが望ましい。海外で中古品として使用される場合には、それが不要となった場合に再資源化されることが望ましい。

中央環境審議会循環型社会形成部会（第40回）資料

2. 産業廃棄物の広域移動

廃棄物の広域移動対策検討調査及び 廃棄物等循環利用量実態調査

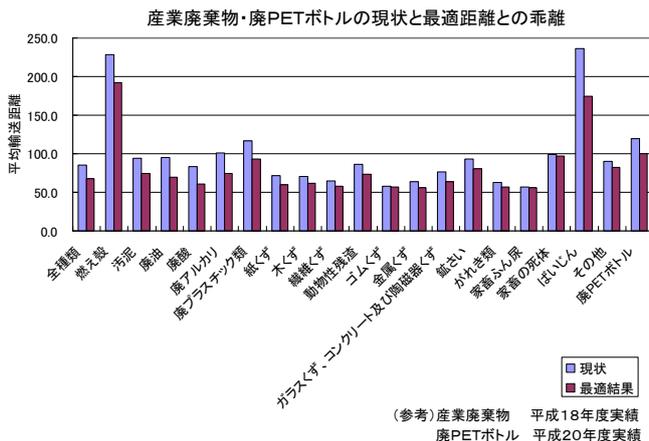
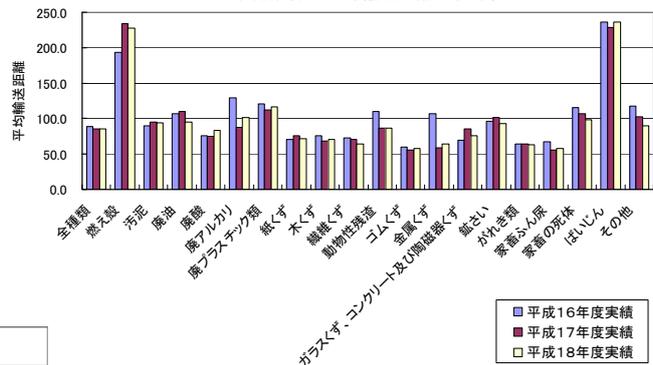
- 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部
- 各年において、排出された産業廃棄物（特別管理産業廃棄物を含む）のうち、排出都道府県外の産業廃棄物処理事業者に中間処理、最終処分を委託している量について算定
 - 当該都道府県外から産業廃棄物の処理施設に搬入された処理実績量について、産業廃棄物の種類別、搬出都道府県別、処理内訳別（中間処理、埋立処分、海洋投入）で算出
 - 搬入都道府県別、排出都道府県別のマトリックス表
 - ✓ 以下の分析では、中間処理施設への移動量と最終処分場への移動量を合計している総量データを使用

産業廃棄物と廃PETボトルの平均輸送距離と輸送距離に着目した最適距離

産業廃棄物の広域移動の実態

- 平成16年度から平成18年度にかけてトンキロベースで4.9%増加
 - 平成16年度 1,546百万t・km
 - 平成18年度 1,623百万t・km
- 「燃え殻」と「ばいじん」の距離が長い理由
 - 有害物質であるダイオキシンを含む可能性があり、処理に際して厳しい環境基準があるために処理可能施設に限られるためと考えられる

産業廃棄物の平均輸送距離の経年変化

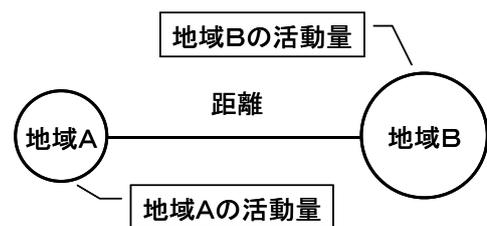


- 最適化の算出は各都道府県における発生量と受入可能量のみを考慮して算出
- 産業廃棄物の現状と最適距離との乖離
 - 現状 1,623百万t・km
 - 最適化後 1,287百万t・km
 - 削減率 20%
- 現状と最適化計算結果に乖離が見られたことから、現実の移動距離には発生量と受入可能量以外の要因が関与していることが分かる

5

産業廃棄物の移動量に関する要因分析

- 重力モデル(Gravity Model)
 - 輸送の分野では一般的な分析手法
 - 経済規模や地理的規模を説明変数として2国間の貿易量を説明するモデル



- 燃え殻における分析結果
 - ✓ 輸送量に最も影響を与えているのは発生地点から処理施設間の輸送距離
 - ✓ 輸送距離以外では「受入側の処理拠点数」と「排出側の最終処分場残余年数」が影響を与えている

$$F_{ab} = k \frac{M_a M_b}{d_{ab}^\alpha}$$

F_{ab} ⇒ 移動量など
 k ⇒ 定数
 M_a ⇒ 地域aの活動量など
 M_b ⇒ 地域bの活動量など
 d_{ab} ⇒ 地域abの距離など

重力モデルを用いた移動量に関する要因分析 燃え殻を対象として

	廃プラスチック
輸送距離	-0.7342 (-7.03) **
処理拠点数(受入側)	0.3493 (3.15) **
最終処分場残余年数(排出側)	0.2902 (2.93) **
受入可能量(排出側)	0.1824 (1.85)
最終処分場残余年数(受入側)	0.1680 (1.67)

6

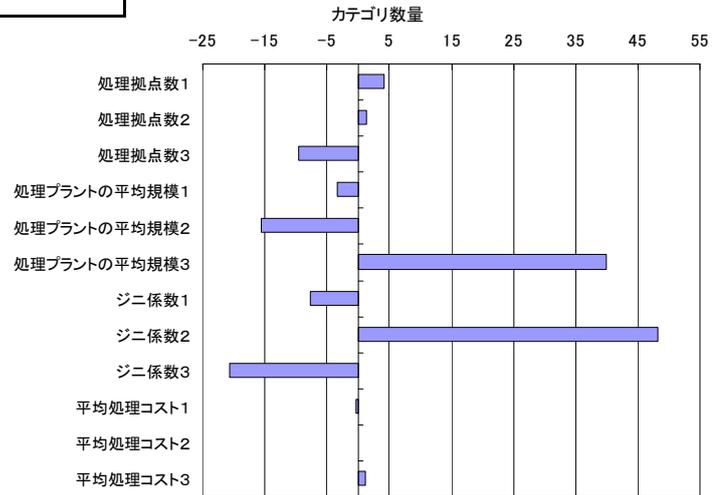
産業廃棄物の移動距離に関する要因分析 ～ 全国集計データを用いて産業廃棄物を横断的に分析～

特性データ	カテゴリ	カテゴリ数量	アイテムレンジ
処理拠点数	1: 1,500ヶ所未満	4.22	13.71
	2: 1,500ヶ所以上3,000ヶ所未満	1.29	
	3: 3,000ヶ所以上	-9.48	
処理プラントの平均規模	1: 250t/日未満	-3.28	55.55
	2: 250t/日以上400t/日未満	-15.58	
	3: 400t/日以上	39.97	
ジニ係数 受入量 (都道府県内+都道府県外)	1: 0.60未満	-7.60	68.81
	2: 0.60以上0.75未満	48.13	
	3: 0.75以上	-20.68	
平均処理コスト	1: 24.7万円/t未満	-0.41	1.58
	2: 24.7万円/t以上41.1万円/t未満	-0.03	
	3: 41.1万円/t以上	1.17	
定数項(19品目の平均輸送距離の平均)		97.23	
数量化の決定係数=0.67			

- 数量化理論 I 類を利用
 - ・ 被説明変数: 定量的データである「移動距離」
- ジニ係数
 - ・ 偏在性を表す指標
 - ・ 経済学の所得分配の不等さを計る指標として用いられる

影響の大きい順番

1. ジニ係数つまり、受け入れ側の処理施設の偏在性
 - ・ カテゴリ数量より、施設の分布の偏りが比較的小さい場合及び大きい場合に輸送距離が短くなる傾向にある
2. 処理プラントの平均規模
 - ・ 処理プラントの規模が大きくなるにつれて、集めてくる範囲が大きくなるために輸送距離は長くなる
3. 処理拠点数
 - ・ 処理拠点数が多くなると、必然的に発生場所から処理施設までの距離が短くなるために、輸送距離は短くなる



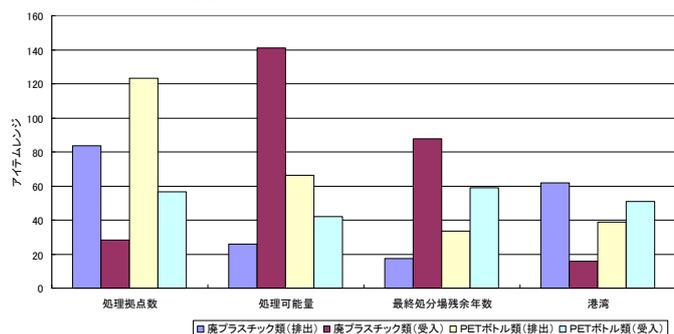
産業廃棄物と循環資源の比較 ～ 廃プラスチックと廃PETボトルを対象～

- 移動量に関する分析結果
 - ・ 廃プラスチックにおいても廃PETボトルにおいても輸送距離が長くなるほど移動量に対しては負の影響を与える
 - ・ 廃プラスチックにおいては、受入側都道府県の人口の増加が移動量に正の影響を与える
 - ・ PETボトルにおいては、排出側の県内総生産が移動量に正の影響を与え、排出側の製品出荷額の増加が移動量に負の影響を与える
- 移動距離に関する分析結果
 - ・ 廃プラスチックにおいても廃PETボトルにおいても排出側には処理拠点数が影響を与えている
 - ・ 受入側に対して、廃プラスチックにおいては処理可能量が影響を与えている
 - ・ 受入側に対して、廃PETボトルにおいては最終処分場の残余年数が大きく影響を与えている
- 「廃プラスチック」「廃PETボトル」は似たような性質であっても、産業廃棄物と循環資源という区別からも移動量・移動距離に与える影響は異なる

重カモデルを用いた移動量に関する要因分析

	廃プラスチック	PETボトル
人口(排出側)	0.39 (1.87)	-0.83 (-1.84)
人口(受入側)	0.50 (2.6) **	0.43 (1)
県内総生産(排出側)	-0.42 (-1.9)	1.11 (2.2) *
県内総生産(受入側)	-0.29 (-1.6)	-0.22 (-0.52)
最終処分場残余年数(排出側)	0.02 (0.59)	-0.16 (-1.76)
最終処分場残余年数(受入側)	-0.04 (-0.83)	0.01 (0.15)
製造品出荷額(合計)(排出側)	0.00 (0.05)	-0.42 (-2.5) *
製造品出荷額(合計)(受入側)	-0.02 (-0.32)	0.06 (0.39)
距離	-0.64 (-15.29) **	-0.35 (-4.6) **
都道府県境タミ-	-0.19 (-4.51) **	0.05 (0.69)

数量化理論 I 類を用いた移動距離に関する要因分析



階層的な地域循環圏とエコタウン

国際循環(東アジア)

- ・労働集約的なものや高度なリサイクル技術を要するものなど、各国の特性(人件費、技術力等)を活かした循環資源の利活用

国単位の循環

- ・先端技術の不存在や量的問題などがあるため、輸送コストや処理特殊性を勘案しつつ、環境産業の集積した地域において処理することが有効な循環資源
- ・金属や土石、処理困難物など

ブロック単位の循環

都道府県単位の循環

- ・都市部と農村部が連携した循環資源活用
- ・食品廃棄物等、製造業からの副産物
- ・農村部での間伐材

市町村単位の循環

- ・一般廃棄物
- ・再利用、修理
- ・廃食用油のBDF化
- ・未利用バイオマス

エコタウン事業

中央環境審議会循環型社会形成部会 (第40回) 資料

環境省によるエコタウン施設の物質フロー調査(2008年度)

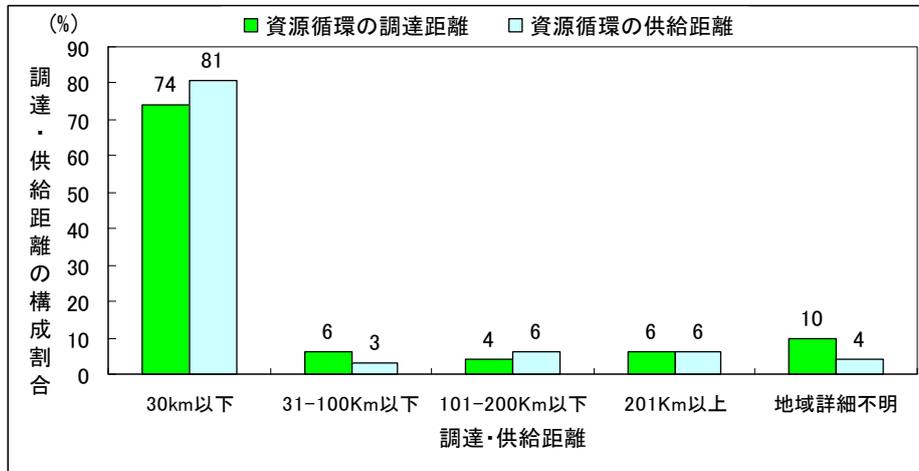
アンケート調査の回収状況

	全施設			補助対象施設			補助対象外施設		
	発送数	有効回収数	有効回収率	発送数	有効回収数	有効回収率	発送数	有効回収数	有効回収率
計	170	93	55%	61	39	64%	109	54	50%
廃プラスチック類	39	19	49%	20	12	60%	19	7	37%
食品廃棄物	19	7	37%	4	3	75%	15	4	27%
家電・機器類	17	9	53%	6	5	83%	11	4	36%
建設系廃棄物	11	4	36%	2	0	0%	9	4	44%
ばいじん・焼却灰等	10	7	70%	8	7	88%	2	0	0%
木材	10	9	90%	5	4	80%	5	5	100%
固形燃料(RDF)	10	7	70%				10	7	70%
廃自動車	9	3	33%	3	2	67%	6	1	17%
一般廃棄物	7	6	86%	1	0	0%	6	6	100%
紙くず	7	3	43%	4	2	50%	3	1	33%
発電施設	5	4	80%	2	2	100%	3	2	67%
シュレーダダスト	4	2	50%	1	1	100%	3	1	33%
油類	4	3	75%	1	0	0%	3	3	100%
産業廃棄物	3	3	100%				3	3	100%
ガラス・カレット	2	2	100%				2	2	100%
その他	13	5	38%	4	1	25%	9	4	44%

補助対象施設：エコタウンプラン承認自治体に対して環境省と経済産業省が共同承認し、施設整備の補助を受けた施設
 補助対象外施設：エコタウンプラン計画に定められる補助対象施設以外の施設

エコタウンにおける資源循環の 調達・供給の距離

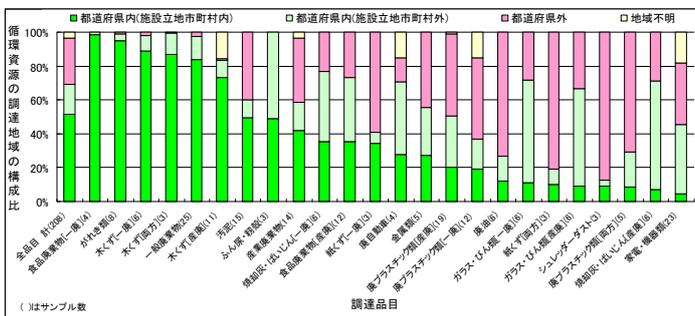
エコタウン施設における資源循環圏の距離



調達エリアおよび供給エリアとも30km圏域内が最も多く、調達で約74%、供給で約81%となっている

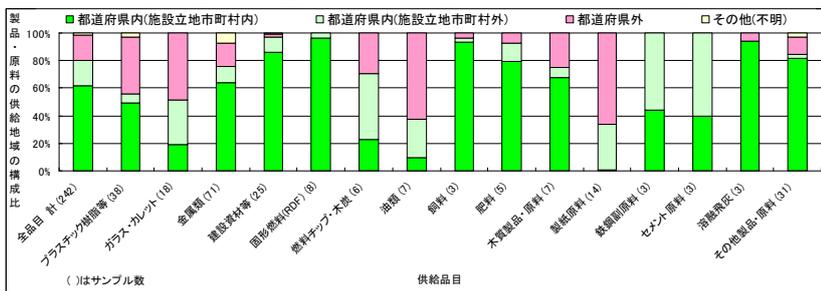
エコタウン施設における資源循環の 調達・供給エリア

エコタウン施設での循環資源品目別の調達エリア



- エコタウン施設で調達された循環資源の約59%が同一エコタウンプラン地域内から調達
- エコタウン施設が立地する市町村内での調達率が高い品目は、食品廃棄物(一般廃棄物)、がれき類、木くず、一般廃棄物(可燃ごみ、不燃ごみ、資源ごみ)

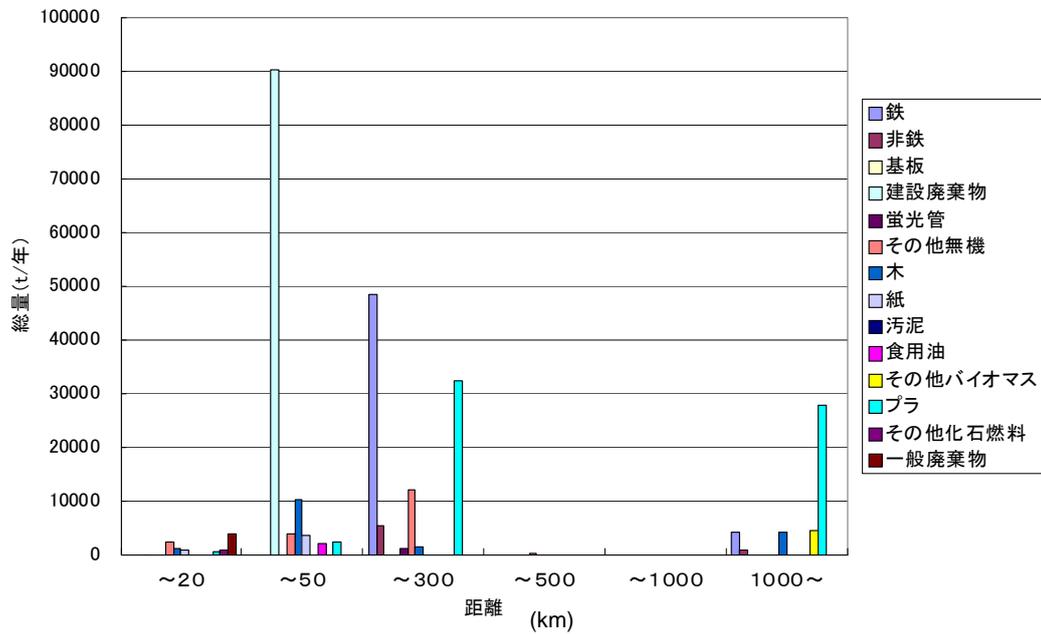
エコタウン施設で生産・加工された製品・原料の品目別の供給エリア



- エコタウン施設で生産された製品・原料の約890千トン(40%)が同一エコタウンプラン地域へ供給
- エコタウン施設が立地する市町村内への供給率が高い品目は、固形燃料(RDF)、飼料、建設資材、肥料

北九州エコタウンへの 距離帯別・物質別の投入量

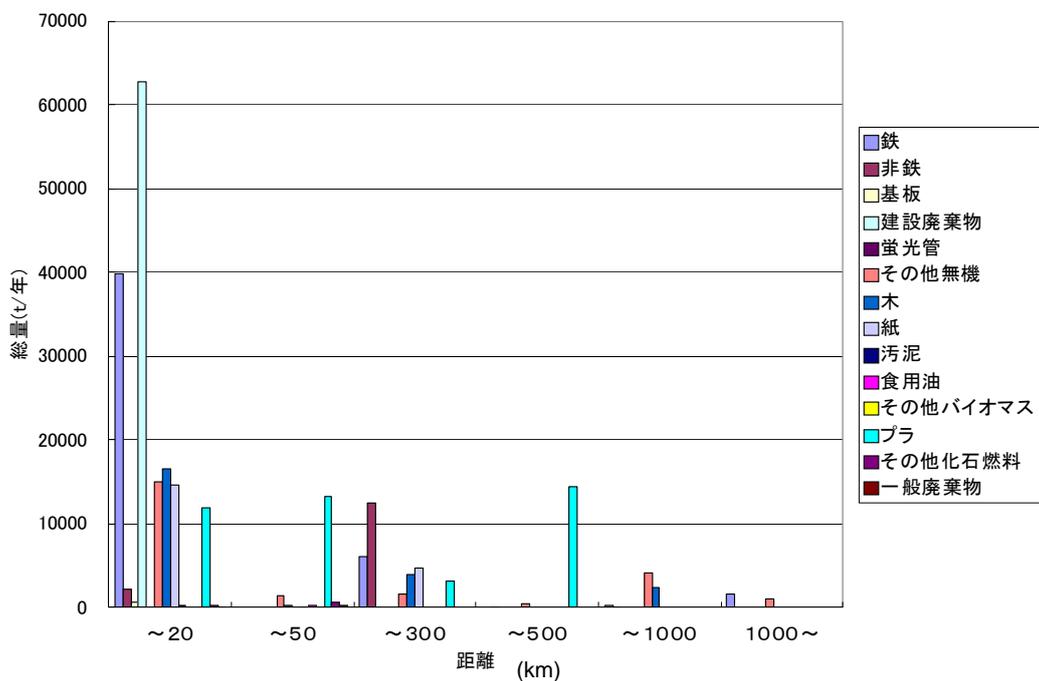
距離帯別(IN) 14品目分類



13

北九州エコタウンからの 距離帯別・物質別の算出量

距離帯別(OUT) 14品目分類



14

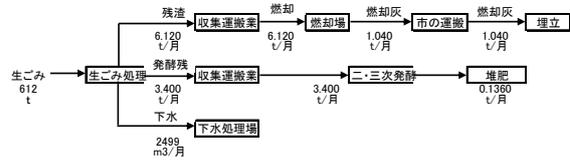
4. 事例研究

生ごみのオンサイト処理・再資源化

A 業務用生ごみ処理機を使わない場合

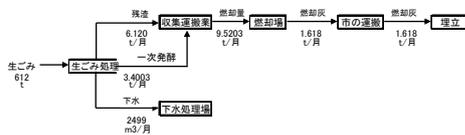


2 ニ・三次発酵を行う場合

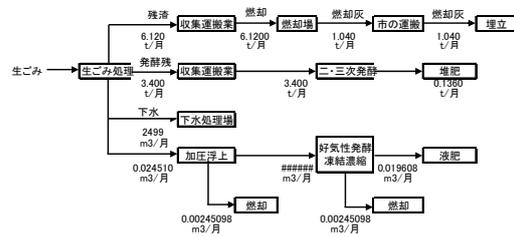


B 業務用生ごみ処理機を使う場合

1 一次発酵を行う場合

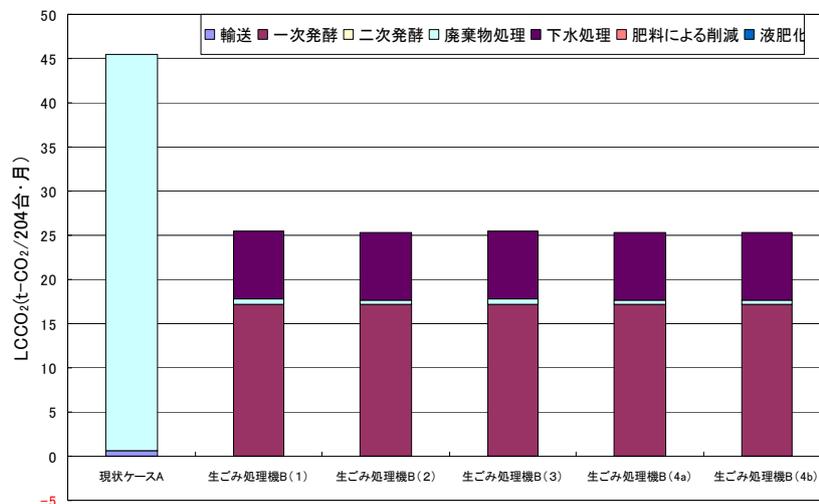


3 ニ・三次発酵を行う場合+液肥



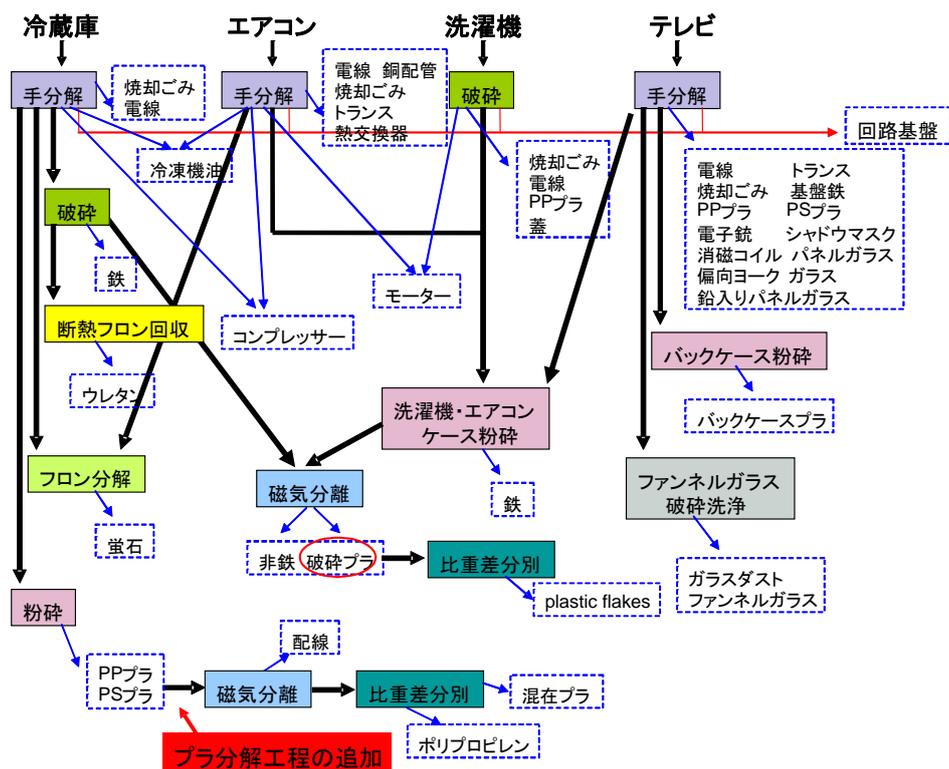
15

生ごみのオンサイト処理・再資源化



16

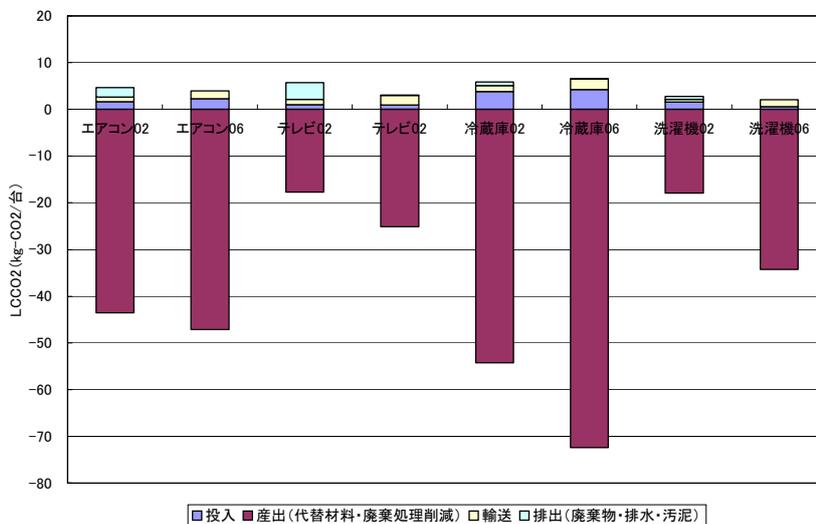
家電リサイクルの処理フロー



17

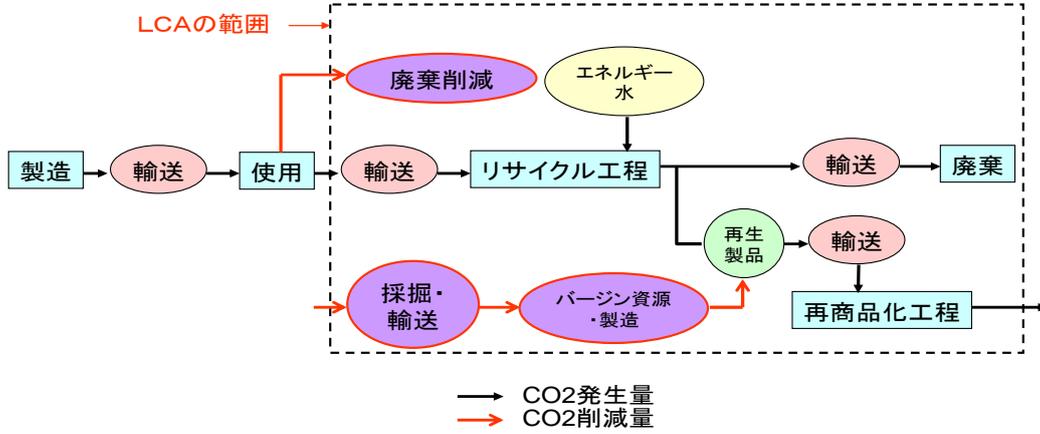
家電リサイクル

: 製品別、工程別LCCO₂の結果
(製品1台あたり: 2002年と2006年の比較)



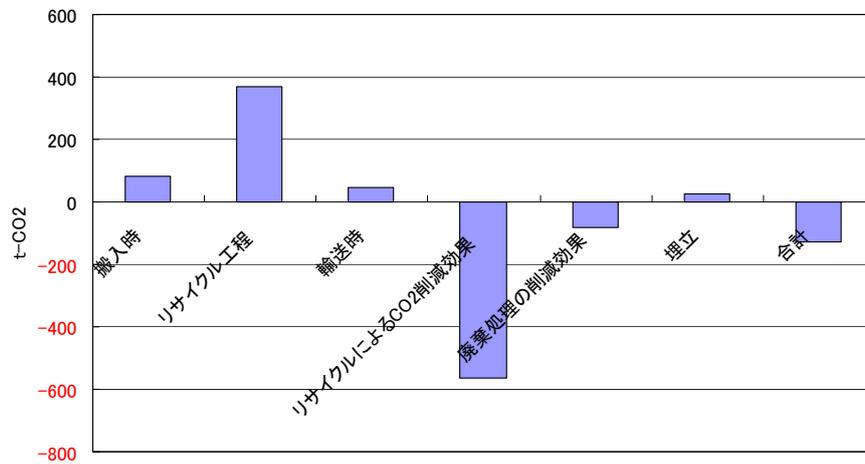
18

蛍光管リサイクル



19

蛍光管リサイクル



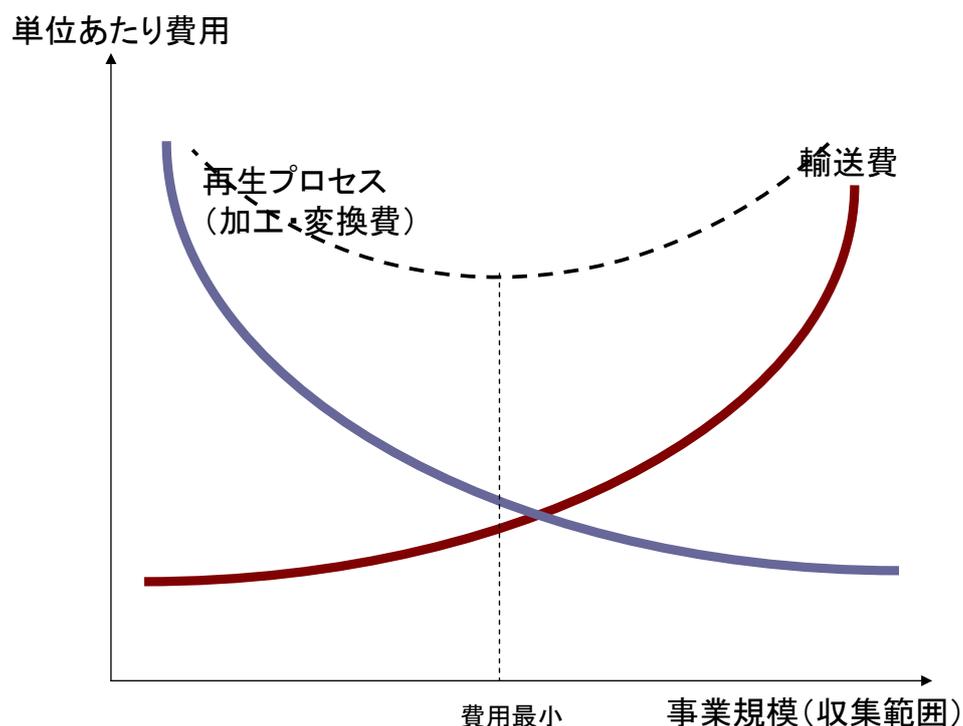
20

広域化の利点と留意点

- 利点
 - 取り組みメニューの増加(技術、資源の種類)
 - 相互補完(情報共有、需給構造、機能)
 - 事業規模の拡大によるスケールメリット
 - 体制整備(行政と産業界の調整円滑化、推進母体の充実)
- 留意点
 - スケールメリットと輸送効率の相反
 - 二次製品の需要
 - 法制度との調整

21

輸送費と再生コストの関係



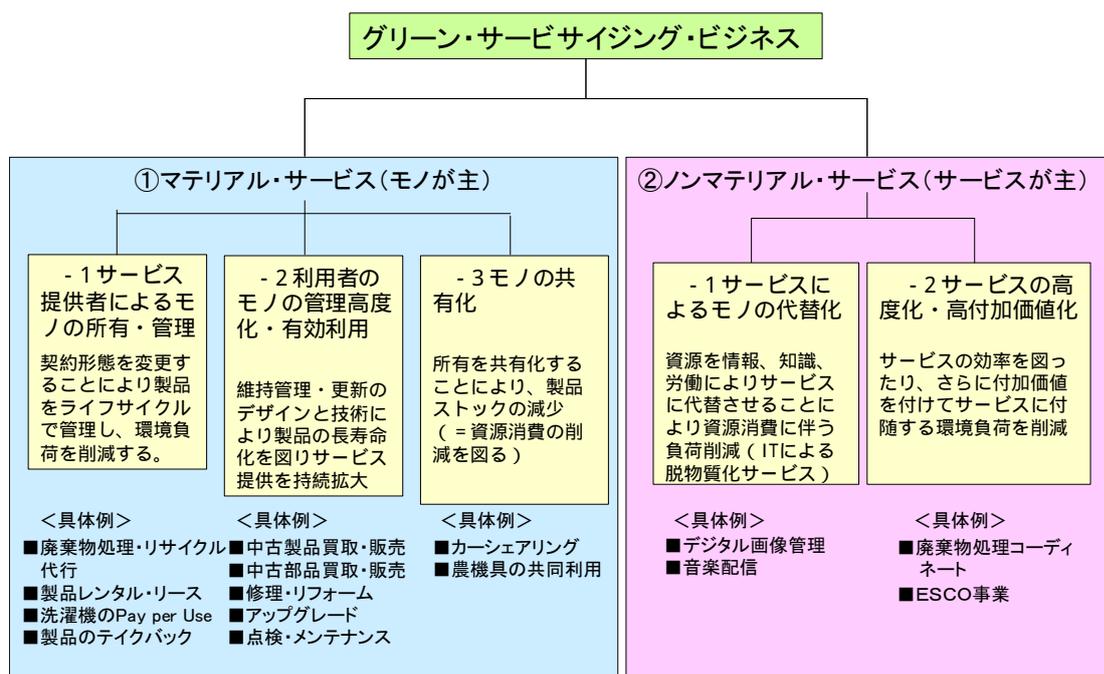
22

2Rを促進するための方策

- リターナブル容器に対する法的枠組み→自主回収認定者
- 事業者による自主努力→自主協定(主にレジ袋削減)
- 大規模施設や行政における積極導入→グリーン購入
- 大量利用事業者や自治体ごとの原単位削減計画
- 経済的手法(デポジット、課徴金)
- 新たなビジネスモデル

23

グリーンサービサイジングの類型



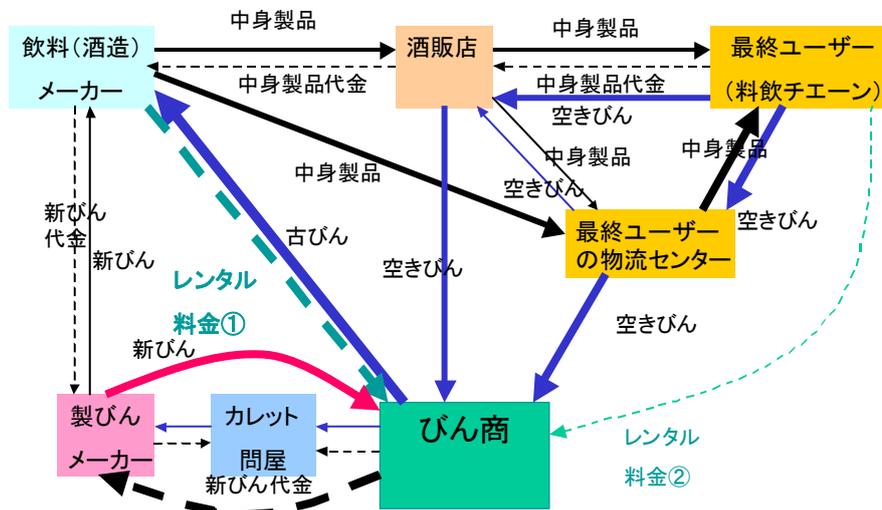
24

レンタルボトルによる容器リユースサービス :株式会社エリックス

レンタルボトルシステムの概略

黒矢印が動脈、青矢印が静脈、緑矢印が金の流れ

レンタル料金は方式によって①②がある(①が主流)



25

経産省グリーンサービスサイジング事例集、2007

レンタルボトルによる容器リユースサービス :関係者のメリット

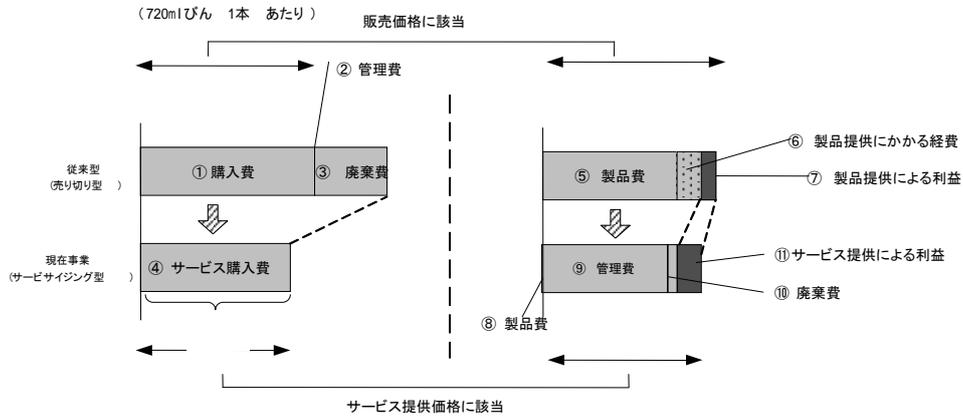
- **びん商**
 - 需要あるびんを確実に回収できるシステムを構築できる
 - レンタル契約による安定的な取引が可能になる
- **飲料メーカー**
 - 新びんよりも安いコストでびんを調達できる
 - 確実に自社製品びんの回収が可能になる
 - びん購入による資産負担を軽減できる
- **最終ユーザー**
 - 環境配慮(3R、資源生産性向上)実践で企業価値上昇
 - 消費者・企業に自社の環境配慮の姿勢をPRできる
 - オリジナルな高付加価値びんでもリユースが可能に
- **酒販店**
 - 引き取りカレット処理費の負担から開放される
 - 預かり金が得られる
- **製びんメーカー**
 - 他容器でなく必ずびんを選ぶユーザーとの取引を保障
 - 高付加価値びん(PB品など)の取引につながる

26

経産省グリーンサービスサイジング事例集、2007

レンタルボトルによる容器リユースサービス :利用者と提供者のコストメリット

コスト構造比較

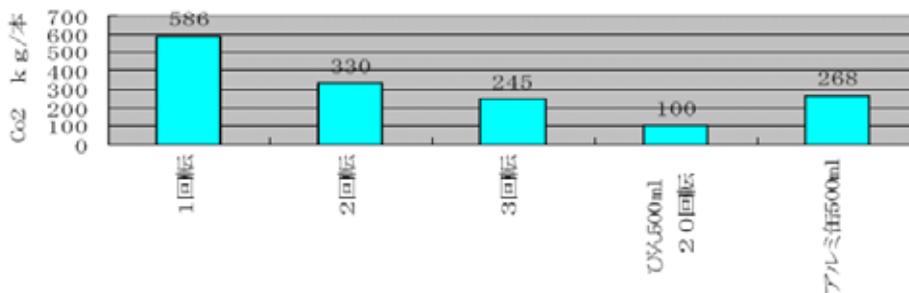


27

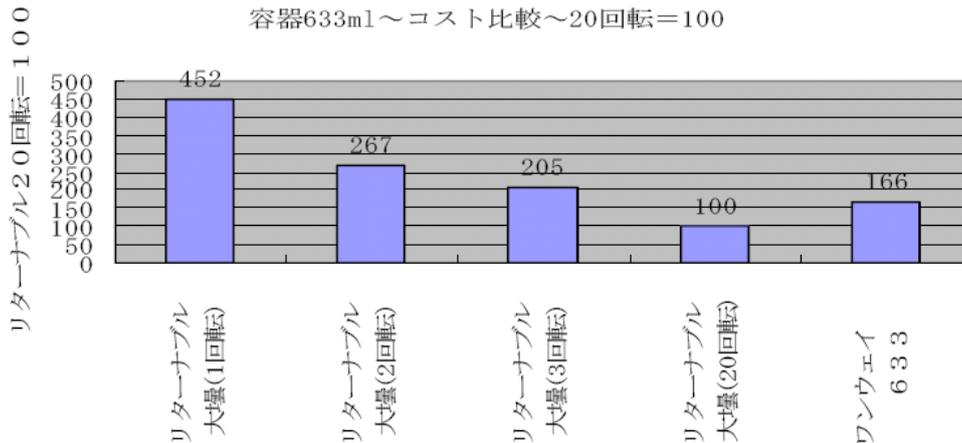
経産省グリーンサービスサイジング事例集、2007

ライフサイクル評価 (CO2、コスト)

容器500ml ~CO2比較~ 20回転=100



容器633ml ~コスト比較~20回転=100



28

ガラスびんリサイクル促進協議会、2008