

平成22年度環境部調査事業成果報告会  
省資源型・環境調和型資源循環プロジェクト  
c. 先進的な食品リサイクルシステム  
「コンビニエンスストアの食品廃棄物を対象とし  
た効率的回収及びリサイクルシステムの検討」

社団法人日本フランチャイズチェーン協会  
三菱マテリアル株式会社  
株式会社三菱総合研究所

平成23年7月4日

# 1. 調査実施の背景

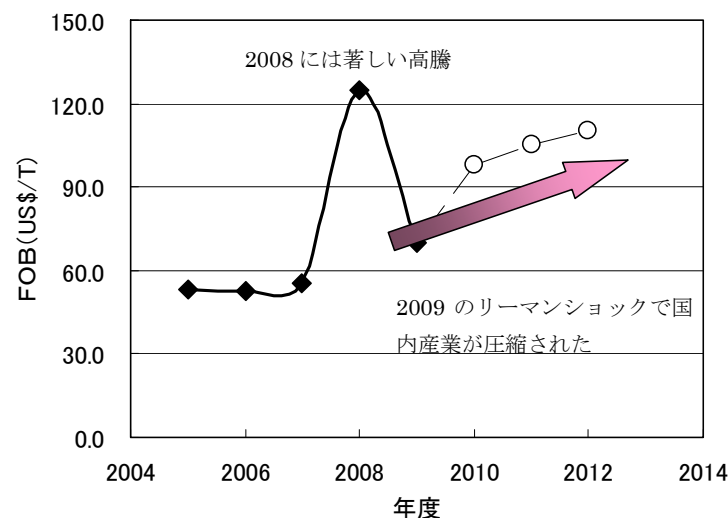
- 食品小売業の食品リサイクル率は現在約35%であるが、食品リサイクル法では、平成24年度にはこれを45%とすることが目標とされている。また、同法では、コンビニエンスストアを含むフランチャイズチェーンについて、加盟店で発生する販売期限切れ商品(以下、期限切れ商品)を含めて評価することとなり、食品リサイクル率の一層の対応強化が求められている。
- しかし、コンビニエンスストアから排出される期限切れ商品は、多種多様で、少量が分散して発生すること、弁当など容器包装と一体的に発生することなどから、効率的に回収することが困難であり、原料としての成分の制約が多い飼料化や肥料化へのリサイクルも困難な状況にある。
- その他の食品リサイクルの手法には、メタン化、バイオエタノール化、炭化などがあるが、このうち、炭化物の熱量は約25MJ/kgで石炭と大差ないことから、石炭の代替として期待でき、温暖化防止策としても有効である。なお、近年、化石燃料は資源枯渇の観点から高騰しており、石炭を例にすれば、2008年にFOBは、それ以前の2倍に高騰した経緯があり、将来的には上昇していくとの予想もある。

## <業種別食品リサイクル実績と目標>

区分	H19年度 (実績)	H24年度 (目標)
食品製造業	81	85
食品卸売業	62	70
食品小売業	35	45
外食産業	22	40

(出所)農林水産省調べ

## <石炭の価格(FOB)の推移と予測>

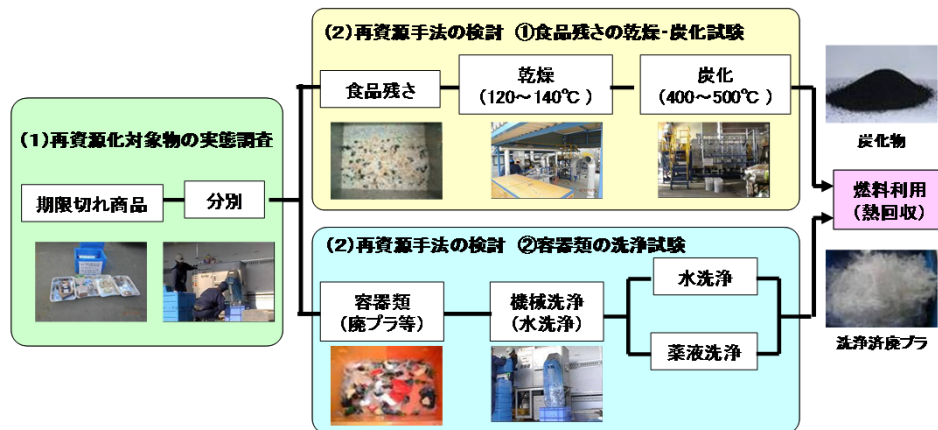
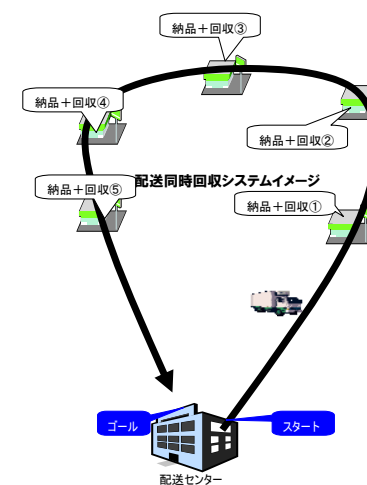
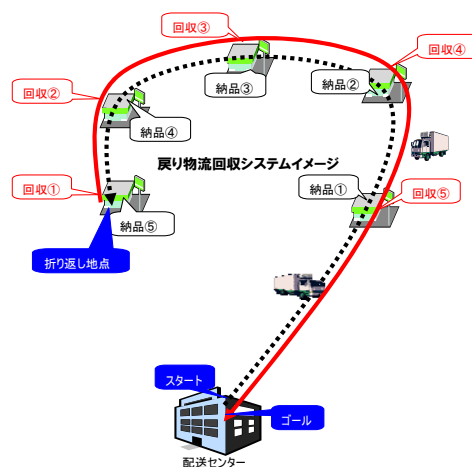


## 2. 調査の目的・目標

本調査では、コンビニエンスストア各店舗から少量かつ容器付きで排出される期限切れ商品を、高効率に回収し、リサイクルする仕組みの構築を目的として、期限切れ商品の効率的な回収方法やリサイクル方法の検討を行った。

### <効率的な回収の検討・検証>

商品の納入便を活用して期限切れ商品を回収する「動脈物流活用回収」の検討・検証を実施。



### <効率的なリサイクル方法の検討・検証>

容器包装は直接燃料として、食品は炭化処理を行うこととし、期限切れ商品の保有エネルギー量を最大限活用する検討・検証を実施。

### 3. 調査内容

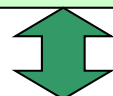
#### 3-1. 調査の概要

本調査では、期限切れ商品の効率的な回収方法やリサイクル方法の検討を行うとともに、リサイクルを促進するために必要となる基礎情報として、リサイクル主体の受入れ要件や、都市別の分別ルールや処理委託料金水準などの把握を行い、高効率回収・再資源化システムの課題を整理するとともに、同システムの構築に向けて、今後取り組むべき方策を整理した。

#### I. 大規模・高効率回収の検討調査

##### (1) 企業横断的な高効率回収システムの検討

- 1) 高効率回収方法の検討
- 2) 実証データの収集・検証
- 3) 企業横断的な高効率回収の検討



実証方法・分析方法の連携・  
結果のフィードバック

##### (2) 資源再生システムの検討

- 1) 再資源化対象物の実態調査
- 2) 再資源手法の検討

#### II. 食品リサイクル率向上に資する基礎調査

##### (1) コンビニエンスストアの期限切れ商品の受け入れ可能施設の全国マップの作成

- 1) 調査設計
- 2) データの集計・分析

##### (2) 高度なリサイクル資源システムを導入するための実態調査

- 1) 情報収集
- 2) データの集計・分析

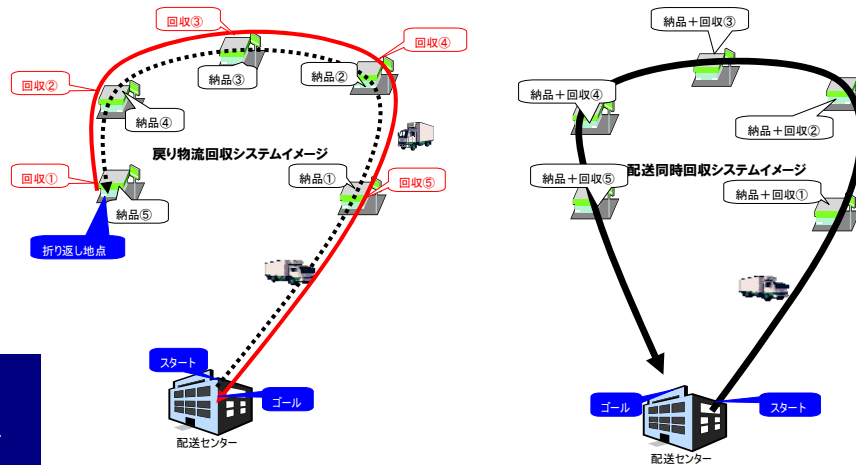
#### III. とりまとめ

### 3. 調査内容

#### 3-2. 各論【高効率回収システムの検討: 検討内容】

- 期限切れ商品の高効率回収方法としては、各店舗を巡回して商品を納入後の戻り便を活用して期限切れ商品を回収する「戻り物流回収」及び商品の納入便を活用して店舗を巡回しながら商品納入と期限切れ商品の回収を同時に行う「配送同時回収」の検討・検証を行うこととした。
- 戻り物流回収システム実験については、さいたま市内のファミリーマートの7店舗の協力の下、平成22年11月22日～12月1日の10日間に実施し、配送同時回収システム実験については、さいたま市内のセブン-イレブンの5店舗の協力の下、平成22年11月29日～12月8日(12月5日を除く。)の9日間実施した。

**< 配送車で回収 >**  
保冷機能のある配送車で回収を行った。

**< 臭気測定の試料採取 >**  
試料採取には、乾電池式ハンディポンプとポリエステル製バッグ容量10Lを用いた。





乾電池式ハンディポンプ

**< システムの評価項目 >**

- ① 店舗オーナー・従業員、ドライバーの対応可能性
- ② 高効率回収システム導入に伴う臭気発生可能性
- ③ 高効率回収システム導入に伴う追加コスト
- ④ 高効率回収システム導入に伴うCO2排出量

**< 専用ボックス等を利用 >**  
期限切れ商品の回収には、商品の配達ボックスとの取り違えの防止のために、専用ボックスを用いた。さらに配送車内での臭い対策、液漏れ対策として、専用袋とカバーコンテナを用いた。

**< 期限切れ食品の管理、輸送距離の把握 >**  
NECの携帯端末によるトレーサビリティ管理システム(ルーテビ)を用いた。




ルーテビによる地理表示管理画面イメージ

### 3. 調査内容

#### 3-2. 各論【高効率回収システムの検討：検証結果】

##### ①店舗オーナー・従業員、ドライバーの対応可能性

今回の実験では、臭気の発生とその商品への影響を重視し、保冷库、回収ボックス内のビニール袋、回収ボックス、車両内のカバーコンテナを利用した。臭気については、今回の実験方法では問題がないことが明らかになった一方で、店舗、配送センター、ドライバーの指摘から、以下の検討や新たな対応が必要である。

##### ▼店舗に係わる検討・対応

コンビニエンスストアのバックヤード空間は非常に狭く、店舗によって空きスペースの状況が大きく異なることに配慮し、袋形式など、回収形態を再検討する必要がある。

##### ▼配送センターに係わる検討・対応

回収ボックス洗浄の手間、時間的ロスが大きいとの指摘があり、臭気遮断型ビニール袋(ワンウェイ)による回収や、商品配送に利用している「ばんじゅう」の活用など回収形態を再検討する必要がある。また、本格導入した場合、回収ボックスを大量に保管することが必要になるため、折りたたみ式などの省スペース設計の工夫のほか、配送+回収を前提とした配送センターの構成、作業手順等全体の見直しが必要であると考えられる。

##### ▼運搬に係わる検討・対応

今回の実験で用いた回収ボックスやカバーコンテナについては、車両内でのかさばりや、不安定さについての改善が必要との指摘があった。これについては、臭気を抑えつつ、最低限必要な密閉手法について検討が必要である。

コンビニエンスストアチェーンごとに、配送システム、配送トラックの構造が異なっており、それぞれに応じた回収形態の検討が必要である。

### 3. 調査内容

#### 3-2. 各論【高効率回収システムの検討：検証結果】

##### ② 高効率回収システム導入に伴う臭気発生可能性

今回の実験では、戻り便回収、配送同時回収ともに、コンビニエンスストアに設置する回収ボックス周辺への臭気の影響は見られなかった。また、輸送トラックの荷台内でも出荷商品に影響を及ぼす恐れが懸念されるような臭気は測定されなかった。回収ボックスについては、実験期間中に臭気が増加することは無く、本実験期間のような冬場の低気温条件下では高い密閉性は必要ない可能性が示唆された。

#### <臭気測定指標>

臭気測定は、臭気判定士により、現地採取試料は持ち帰り、採取当日もしくは翌日には試験を実施した。測定指標には、臭気強度と以下の快・不快度を用いた。

快・不快度	内 容
-4	極端に不快
-3	非常に不快
-2	不快
-1	やや不快
0	快でも不快でもない
+1	やや快
+2	快
+3	非常に快
+4	極端に快

#### <戻り物流回収の快・不快度測定結果>

測定回数	トラック荷台		A-3店		A-6店		A-7店	
	回収前	回収後	ボックス内	ボックス外	ボックス内	ボックス外	ボックス内	ボックス外
1日目	0	0	0	-1.0	0	0	0	-1.0
4日目	0	0	+0.5	-1.0	0	0	+0.5	-1.0
8日目	0	0	+1.0	-1.0	0	0	+1.0	-0.5
空ボックス：0								

#### <配送同時回収の快・不快度測定結果>

測定回数	トラック荷台		B-1店		B-2店		B-3店	
	回収前	回収後	ボックス内	ボックス外	ボックス内	ボックス外	ボックス内	ボックス外
1日目	0	0	0	0	0	0	0	0
4日目	0	0	+1.0	0	-0.5	0	0	0
8日目	0	0	0	0	0	0	-0.5	0
空ボックス：0								

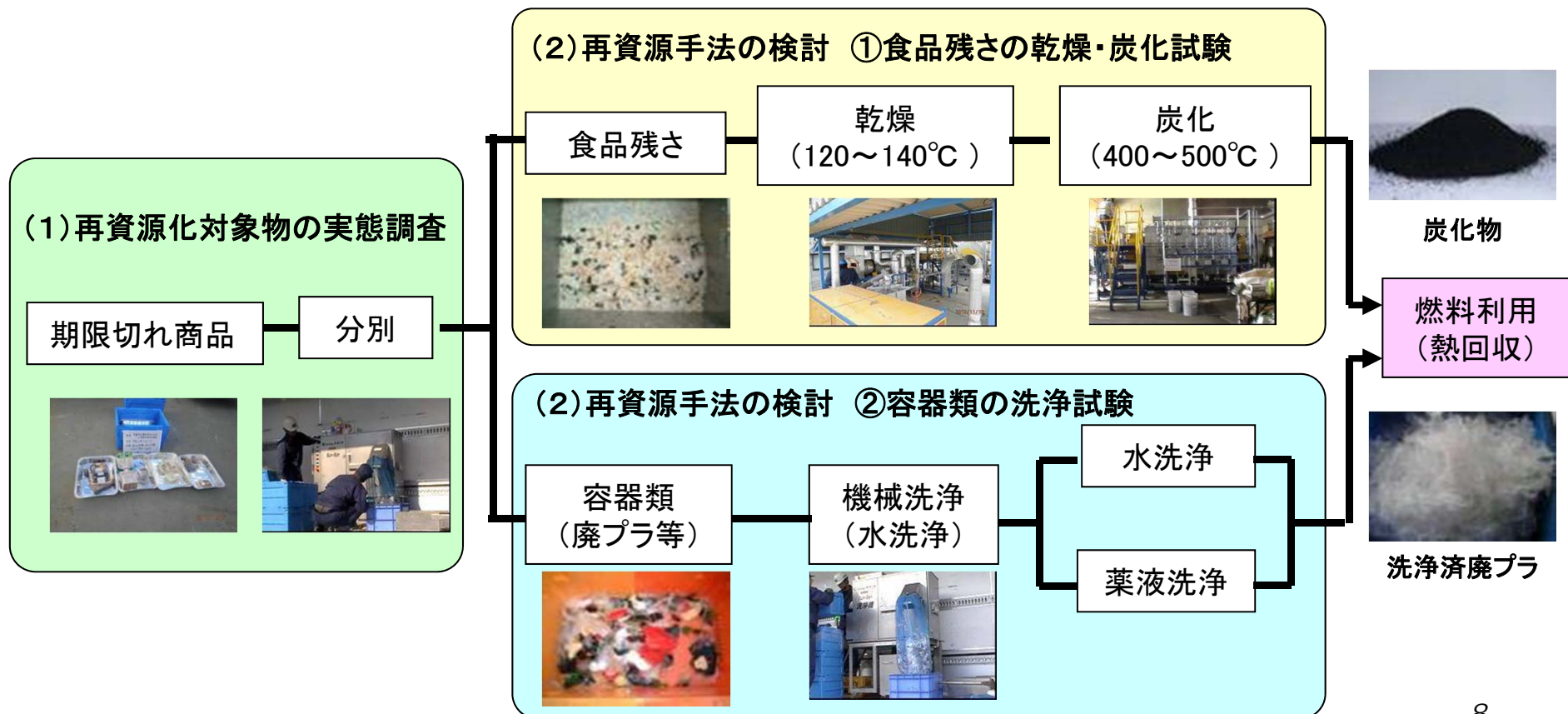


### 3. 調査内容

#### 3-2. 各論【資源再生システムの検討】

##### ① 検討項目と調査手順

期限切れ商品を収集し、(1)実態調査、(2)食品残さの炭化・乾燥試験、及び容器類の洗浄試験を実施した。





### 3. 調査内容

#### 3-2. 各論【資源再生システムの検討】

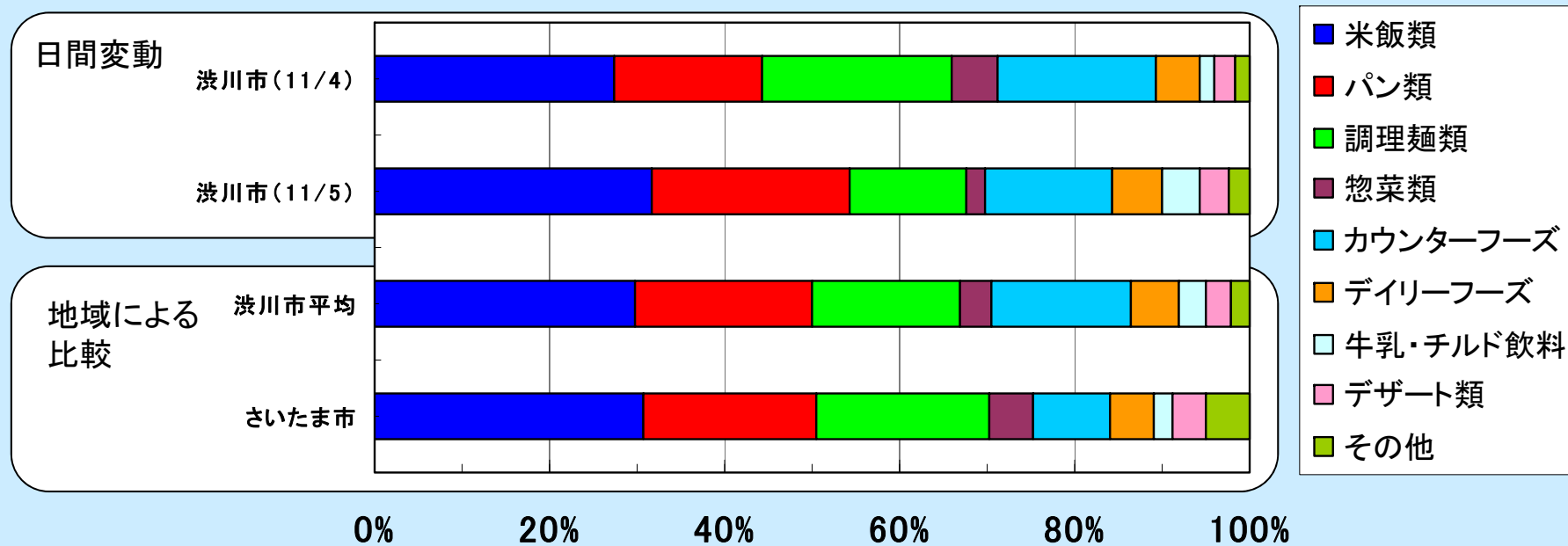
##### ② 再資源対象物の実態調査(期限切れ商品の品目調査)

渋川市及びさいたま市にて、期限切れ商品の品目調査を行った。その結果、以下のことを確認した。

- ・ 米飯類、パン類、調理麺類が7割を占めている。
- ・ 店舗間、日間の変動はあるが、広域(地域)化すれば、均一化できる可能性がある。

#### <期限切れ商品の品目調査結果>

調査対象 渋川市内 : 13店舗(セブンイレブン、ファミリーマート、ローソン)  
さいたま市内 : 10店舗(サンクス、セブンイレブン、ファミリーマート、ミニストップ、ローソン)

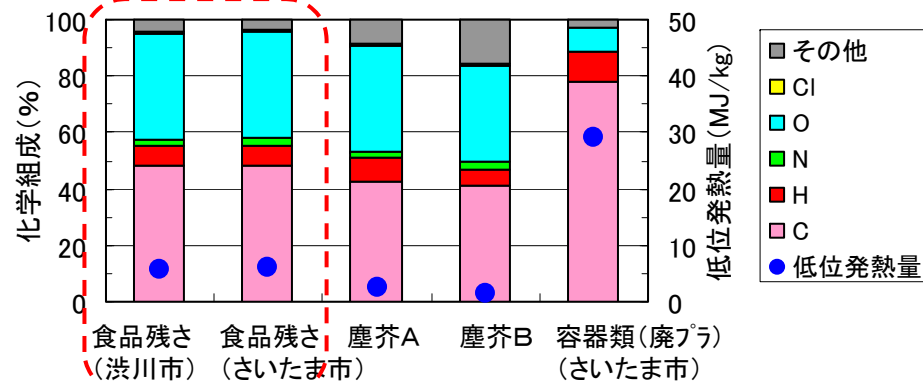
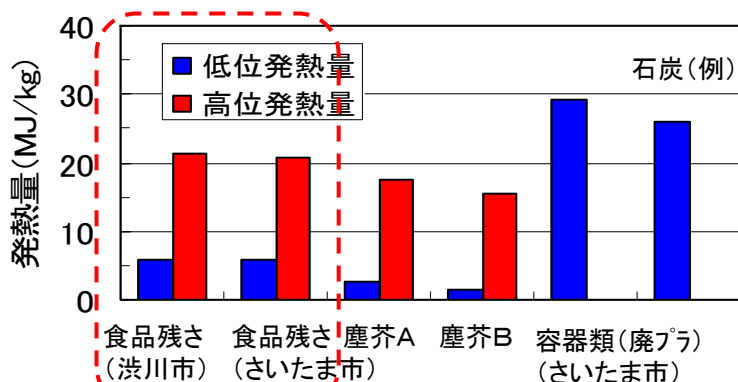
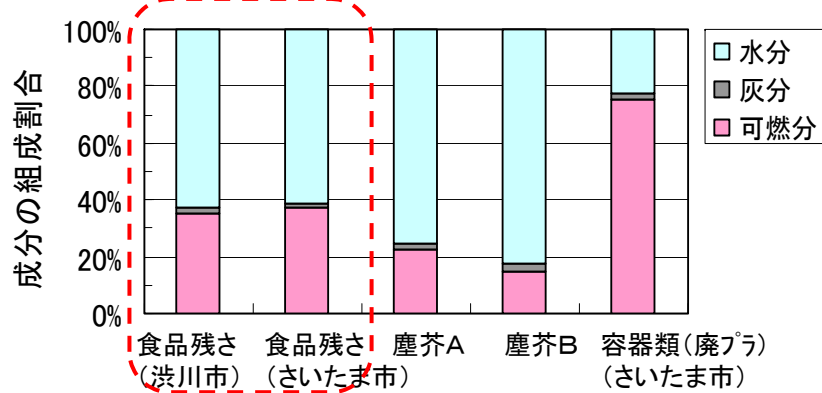
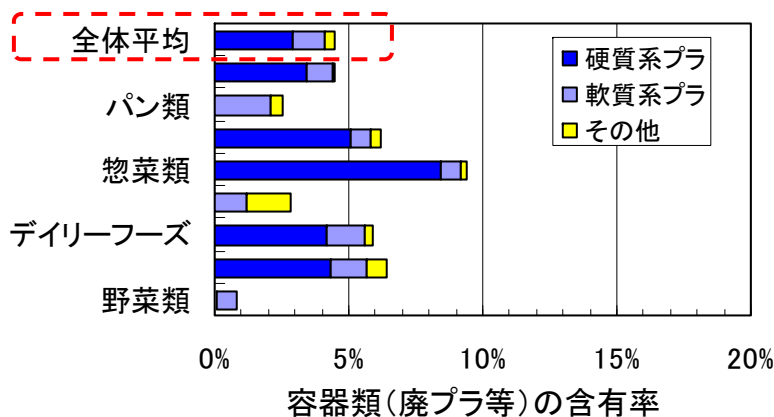


### 3. 調査内容

#### 3-2. 各論【資源再生システムの検討】

#### ② 再資源対象物の実態調査(期限切れ商品の分析調査)

- ・ 期限切れ商品の容器類(廃プラ等)の含有率は、平均で4.5%である。(PVCはほとんどない)
- ・ 食品残さの含水率は60%以上である。(一般的な塵芥よりやや少ない)
- ・ 食品残さの発熱量(低位発熱量)は約6 MJ/kgである。(一般的な塵芥の2~3倍、石炭の1/4程度)



塵芥A、B : 東京都環境科学研究所年報(2000)より  
 石炭発熱量: 電中研レビュー第46号より

高位発熱量: 総発熱量(生成水の蒸発潜熱を含む)  
 低位発熱量: 高位発熱量から生成水の蒸発熱を差し引いた熱量<sup>10)</sup>

### 3. 調査内容

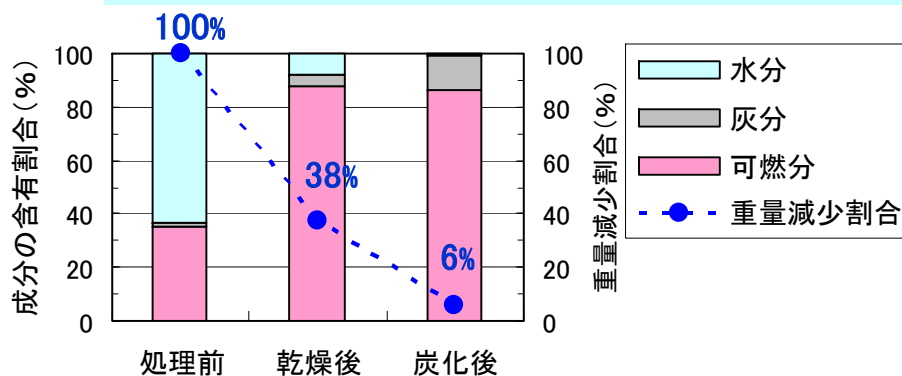
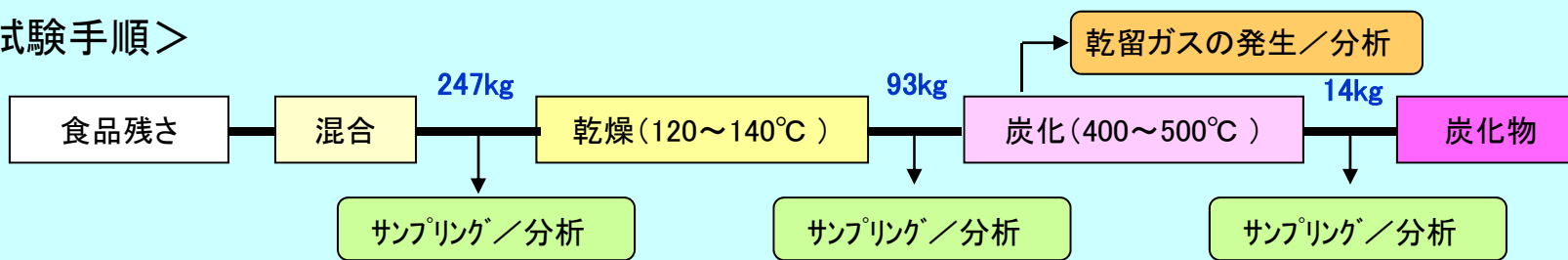
#### 3-2. 各論【資源再生システムの検討】

#### ③ 再資源化手法の検討(食品残さの乾燥・炭化試験)

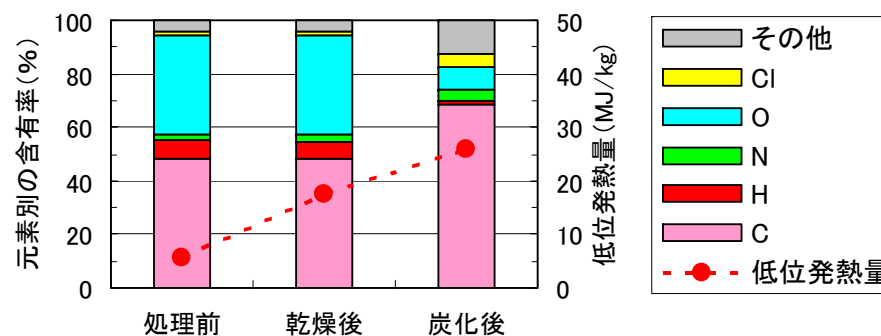
食品残さについて、乾燥・炭化試験を実施した。乾燥は120～140℃(40分)、炭化は400～500℃(60分)であった。その結果、

- ・ 食品残さの重量は、乾燥後では38%、炭化後では6%にまで減少した。
- ・ 炭化処理によって炭素濃度は48%から68%に上昇し、低位発熱量は6MJ/kgから26MJ/kgに上昇した。
- ・ 乾燥処理では、化学組成の変化はほとんどなかった。

#### <試験手順>



組成と重量変化



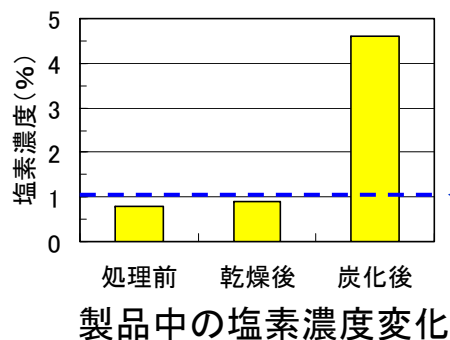
化学組成と低位発熱量の変化

### 3. 調査内容

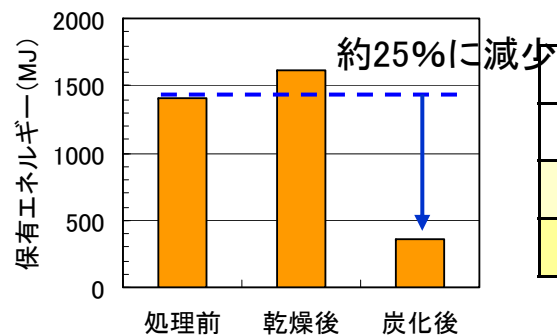
#### 3-2. 各論【資源再生システムの検討】

#### ③ 再資源化手法の検討(食品残さの乾燥・炭化試験)(続き)

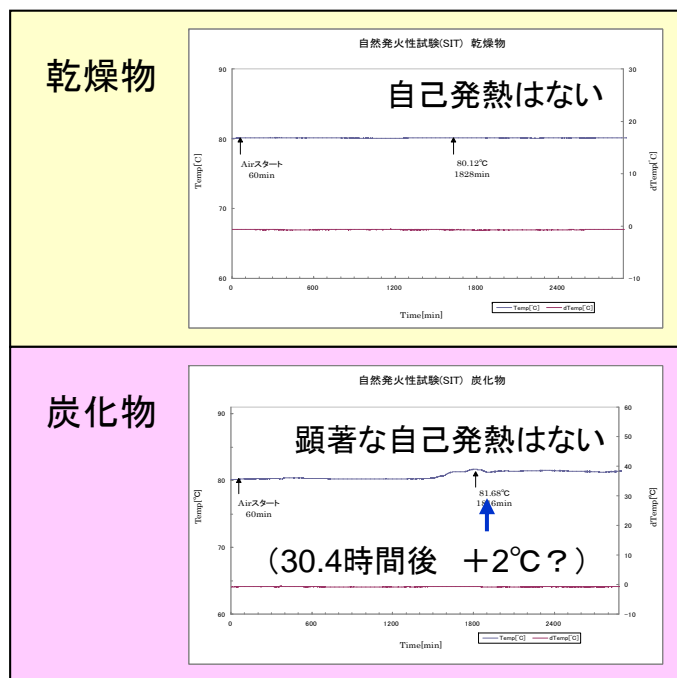
- ・ 炭化処理により、塩素濃度は0.8%から4.6%に上昇した。(燃料利用における課題)
- ・ 廃棄物全体の保有エネルギーは、乾燥によって上昇後、炭化後には25%にまで減少した。  
(エネルギー利用の観点からは、乾燥物が有利である)
- ・ 自然発火性試験(SIT試験)を実施した結果、炭化物及び乾燥物とも顕著な発熱は見られなかった。



← 電力会社の塩素濃度の受入れ基準(1.0%以下)



	保有エネルギー
処理前	1410 MJ
乾燥後	1610 MJ
炭化後	360 MJ



自然発火性試験(SIT試験)結果  
(80°C、48時間)

### 3. 調査内容

#### 3-2. 各論【資源再生システムの検討】

#### ④ エネルギー収支とコスト評価

期限切れ商品の処理について、エネルギー収支を評価した。

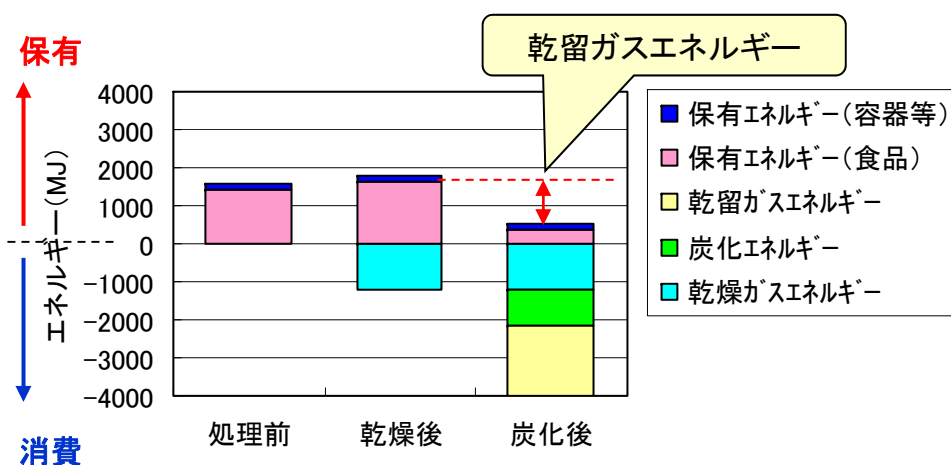
- ・ 期限切れ商品(247kg)から得られる保有エネルギーは、乾燥後は1610MJ、炭化処理後は360MJであった。
- ・ 乾燥に必要な外部エネルギーは1220MJ、炭化処理では940MJであった。

(エネルギー収支比(EPR)は、乾燥後では1.5であるが、炭化処理後には0.12に低下)

- ・ 容器類(廃プラ)(6.5kg)の保有エネルギーは190MJであった。

期限切れ商品の乾燥・炭化処理コストを試算した。

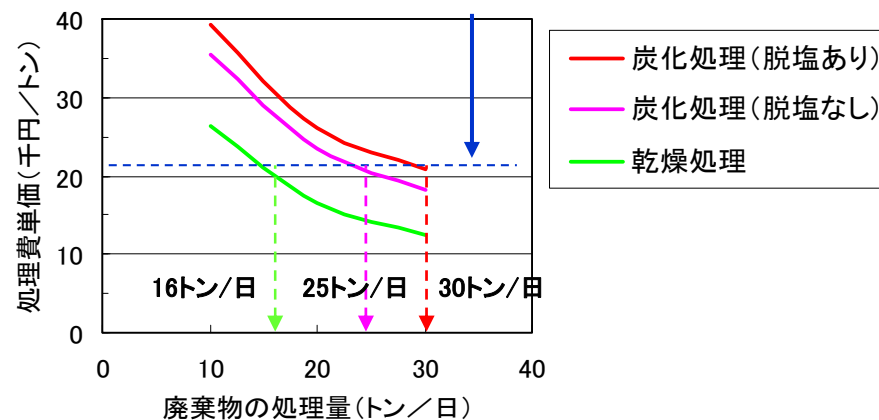
- ・ 現在の処理費と同等にするには、乾燥処理では16トン/日、炭化処理(脱塩なし)では25トン/日、炭化処理(脱塩あり)では30トン/日規模が必要と評価された。(乾留ガスのエネルギー利用は含まず)



期限切れ商品処理のエネルギー収支

(食品残さ247kg、容器類6.5kgを処理した場合)

関東エリアの処理費平均(20.4千円/トン)



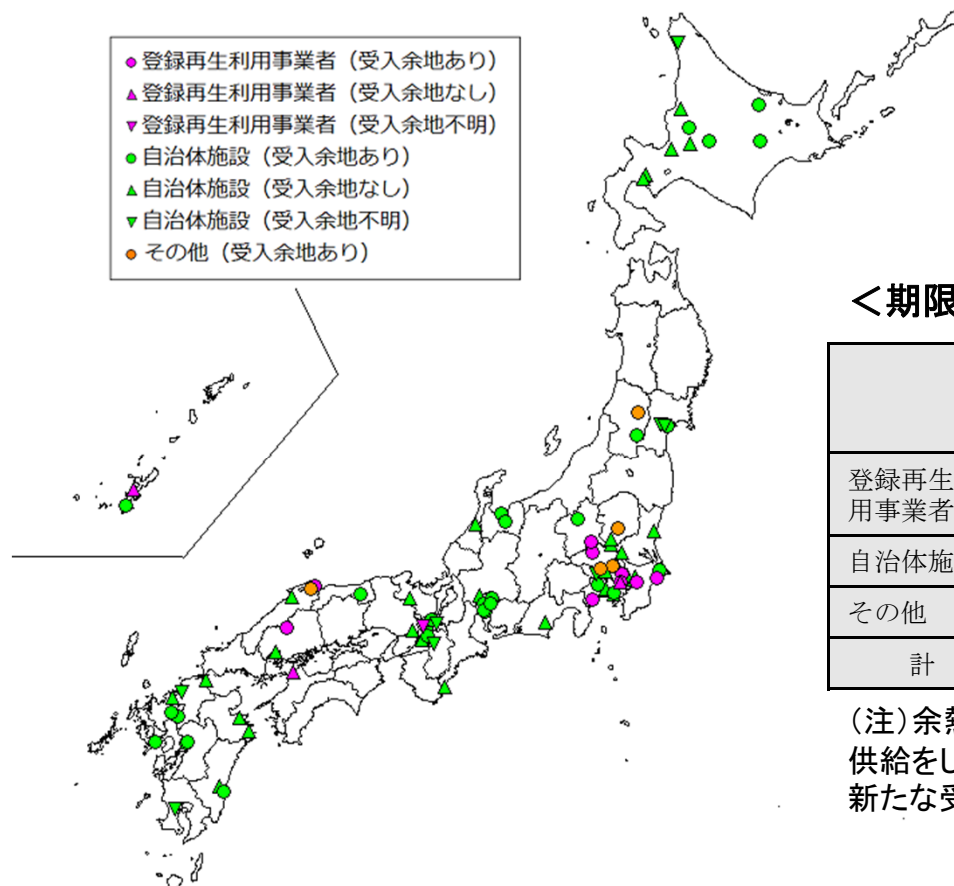
期限切れ商品の処理コスト

注) エネルギー収支比(EPR) = 保有エネルギー / 製造に要したエネルギー

### 3. 調査内容

#### 3-2. 各論【期限切れ商品の受入可能施設の全国マップの作成】

- コンビニエンスストアの期限切れ商品の受入れ可能施設を全国網羅的に把握するために、登録再生利用事業者164社、産業廃棄物処理業者(動植物性残渣取扱業者)209社、自治体の生ごみ処理施設および余熱利用施設359箇所を対象にアンケート調査を行い、全国マップを作成した。
- アンケートの結果、期限切れ商品の受入施設は全国で89施設であり、このうち、現在、新たな受入れ余力のある施設は43施設で、地域的に偏在していることが明らかとなった。



＜期限切れ商品の受入候補施設数＞

	期限切れ商品の再 利用施設	余熱利用 施設	計
登録再生利 用事業者	13 (9)	0	13 (9)
自治体施設	32 (19)	39 (10)	71 (29)
その他	5 (5)	0	5 (5)
計	50 (33)	39 (10)	89 (43)

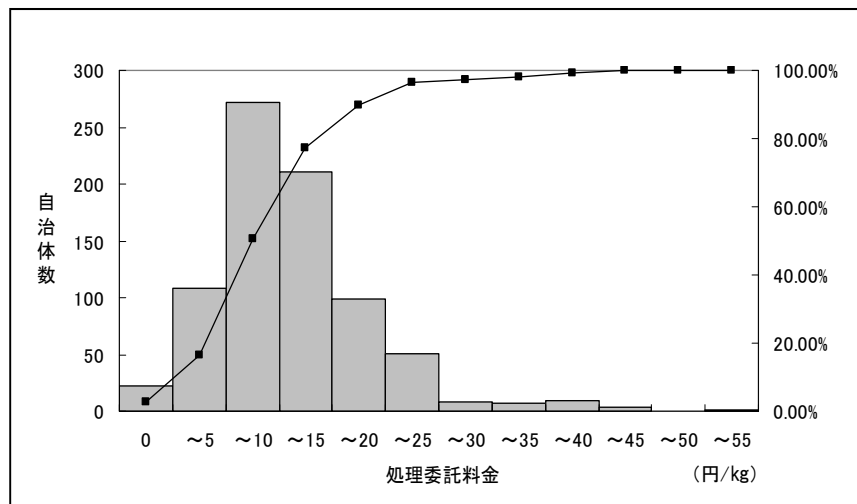
(注)余熱利用施設は発電効率10%以上で外部供給をしている施設に限定した。( )内の数値は新たな受入れ余力があると回答した施設数である。

### 3. 調査内容

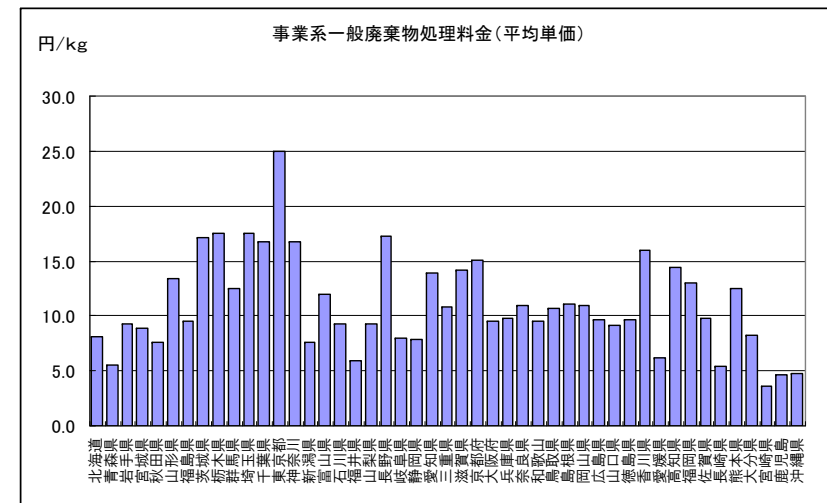
#### 3-2. 各論【高度なりサイクル資源システムを導入するための実態調査】

- 全国の都市(政令指定都市19、市786、特別区23)を対象に、各都市のWEB情報などを基に、事業系一般廃棄物の分別条件や、一般廃棄物収集運搬事業者の処理委託料金の条件などの情報を収集、整理した。
- 最も多い料金帯は5～10円/kgであり、平均は12.1円/kgであったが、地域によって平均的な料金に差があることがわかった。

#### <事業系一般廃棄物の処理料金の価格帯分布>



#### <都道府県別の事業系一般廃棄物の平均処理料金>





## 4. 今後の展開

### 4-1. 実用化シナリオ(高効率回収システムの導入シナリオ)

1章の収集実験の結果や、2章の炭化試験の結果を踏まえ、高効率回収システムを実験規模ではなく、本格導入するとした場合のシナリオを設計し、そのコストとCO<sub>2</sub>排出量を算定した。主なシナリオは以下のとおり。

#### ■回収側の設定概要

##### ①取り扱う資源量

・10トン/日(10kg/店舗・日×1,000店舗/日)を想定し、さいたま市+周辺市域を対象地域に設定。

##### ②回収ルート

・1日4便のうち1便を配送同時回収すると設定。  
 ・配送は、通常1ルート15店舗を約3時間で実施していると仮定し、追加作業時間(資源の積み込み)の増加分を考慮して、配送同時回収便は1ルート10店舗を約3時間で実施すると設定。走行距離は約34キロ/便。  
 ・減少した配送分を補うため、配送同時回収便のみ1.5倍の車両により実施すると設定。

##### ③回収に使用する機材

・より使い勝手の良い資材の候補として「ばんじゅう」を使用。

##### ④臭気対策

・実験を踏まえ、密閉性の高い高気密性袋によって臭気を遮断。

#### ■搬入先(再商品化施設)の設定概要

・さいたま市及びその周辺市域から最短距離に位置する再商品化施設への搬入を追加コスト及びCO<sub>2</sub>排出量につき試算。往復10kmと設定。

#### ■その他

・現状との比較値を算出することを目的に試算した。

#### <効率的な回収の検討・検証>

		高効率	従来	
配送	配送費用	10,000.0 円/車両	10,000.0 円/車両	
	1 配送車当たり店舗数	15.0 店舗/回	15.0 店舗/回	
	一日当たり便数	3.0 便	4.0 便	
	1便当たり配送時間	3.0 時間/回	3.0 時間/回	
	1店舗当たり時間	12.0 分/店舗	12.0 分/店舗	
資源化	取扱総量	10,000.0 kg/日		
	配送費用	10,000.0 円/車両		
	1 配送車当たり店舗数	10.0 店舗/回		
	一日当たり便数	1.5 便		
	1便当たり配送時間	3.0 時間/回		
	1店舗当たり時間	18.0 分/店舗		
	ボックス洗浄代	400.0 円/日		
高気密性袋	30.0 円/10kg			
	袋の利用枚数	2.0 枚/日		
廃棄物処理費	可燃物	25.0 円/kg	25.0 円/kg	
	輸送費	7,000.0 円/車両	7,000.0 円/車両	
	1店舗当たり排出量	期限切れ商品	0.0 kg/日	10.0 kg/日
		可燃物	20.0 kg/日	20.0 kg/日
	袋	10.0 円/10kg	10.0 円/10kg	
	袋の利用枚数	4.0 枚/日	6.0 枚/日	

## 4. 今後の展開

### 4-1. 実用化シナリオ(高効率回収システム導入に伴う追加コスト)

高効率回収システムの導入に伴う追加コストは、一日一店舗当たりで見ると、配送については、便数の減少により667円の減少、資源化については1,600円の増加、廃棄物処理については、「可燃物処理費」、「輸送費」、「袋代」が減少し、426円の減少で、全体では508円/店・日の増加となった。これを年間トータルにすると、158,935円の増加となった。

1店舗当たり(/日)	高効率	従来	差分(高効率-従来)
配送	2,000.0 円/日	2,666.7 円/日	-666.7 円/日
資源化	1,600.0 円/日	0.0 円/日	1,600.0 円/日
廃棄物処理	851.1 円/日	1,276.7 円/日	-425.6 円/日
可燃物処理費	500.0 円/日	750.0 円/日	-250.0 円/日
輸送費	311.1 円/日	466.7 円/日	-155.6 円/日
袋代	40.0 円/日	60.0 円/日	-20.0 円/日
合計	4,451.1 円/日	3,943.3 円/日	507.8 円/日

1店舗当たり(/年)	高効率	従来	差分(高効率-従来)
年間日数	313.0 日	313.0 日	0.0 日
配送	626,000.0 円/年	834,666.7 円/年	-208,666.7 円/年
資源化	500,800.0 円/年	0.0 円/年	500,800.0 円/年
(配送+資源化)	1,126,800.0 円/年	834,666.7 円/年	292,133.3 円/年
廃棄物処理	266,397.8 円/年	399,596.7 円/年	-133,198.9 円/年
合計	1,393,197.8 円/年	1,234,263.3 円/年	158,934.4 円/年

## 4. 今後の展開

### 4-1. 実用化シナリオ(高効率回収システム導入に伴うCO2排出量)

- 追加コスト計算の条件に加え、配送センターから再商品化施設までの往復距離を10kmと設定し、また、配送車1便で15店舗分の期限切れ商品(30kg×15=450kg)を回収することとして、廃棄物の回収においては、高効率回収システム導入によって減少する廃棄物分を回収店舗数を増やすことで対応したと設定し、高効率回収システム導入に伴うCO2排出量を試算した。
- 一日一店舗当たりで見ると、配送については、配送便数の減少により0.6 kg-CO<sub>2</sub>の減少、資源化については1.3 kg-CO<sub>2</sub>の増加、廃棄物処理については、「可燃物処理費」、「輸送費」、「袋代」が減少し、1.4 kg-CO<sub>2</sub>の減少となった。全体では、0.7 kg-CO<sub>2</sub>/日の減少となり、年間トータルでは、223.4 kg-CO<sub>2</sub>/年の減少となった。

1店舗当たり(/日)	高効率	従来	差分(高効率-従来)
配送	1.800 kg-CO <sub>2</sub> /日	2.400 kg-CO <sub>2</sub> /日	-0.6 kg-CO <sub>2</sub> /日
資源化	1.305 kg-CO <sub>2</sub> /日	0.000 kg-CO <sub>2</sub> /日	1.3 kg-CO <sub>2</sub> /日
廃棄物処理	51.509 kg-CO <sub>2</sub> /日	52.928 kg-CO <sub>2</sub> /日	-1.4 kg-CO <sub>2</sub> /日
合計	54.6 kg-CO <sub>2</sub> /日	55.3 kg-CO <sub>2</sub> /日	-0.7 kg-CO <sub>2</sub> /日

1店舗当たり(/年)	高効率	従来	差分(高効率-従来)
年間日数	313.0 日	313.0 日	0.0 日
配送	563.4 kg-CO <sub>2</sub> /年	751.2 kg-CO <sub>2</sub> /年	-187.8 kg-CO <sub>2</sub> /年
資源化	408.5 kg-CO <sub>2</sub> /年	0.0 kg-CO <sub>2</sub> /年	408.5 kg-CO <sub>2</sub> /年
(配送+資源化)	971.9 kg-CO <sub>2</sub> /年	751.2 kg-CO <sub>2</sub> /年	220.7 kg-CO <sub>2</sub> /年
廃棄物処理	16,122.2 kg-CO <sub>2</sub> /年	16,566.3 kg-CO <sub>2</sub> /年	-444.1 kg-CO <sub>2</sub> /年
合計	17,094.1 kg-CO <sub>2</sub> /年	17,317.5 kg-CO <sub>2</sub> /年	-223.4 kg-CO <sub>2</sub> /年

## 4. 今後の展開

### 4-2. 課題

高効率回収・再資源化システムの構築上の課題としては、動脈物流活用回収、炭化燃料化、地域要件として以下が挙げられる。

項目	課題	ポイント
動脈物流 活用回収	①高温状況下における臭気管理	夏季の店舗、車両内における臭気管理
	②追加コストの低減及びその分担	特に回収に要する作業時間の短縮が重要
	③期限切れ商品の食品リサイクル業者への引渡し	現法制度下では、配送車で期限切れ商品を回収することや、引渡し場所に搬入することは不可
	④期限切れ商品の回収管理	期限切れ商品の管理と回収追跡システムとの連動
炭化燃料 化	①プラスチック等の分別・洗浄	洗浄工程でのプラスチック等回収率の向上
	②塩素濃度の低減	炭化物の塩素含有率の低減
	③保有エネルギーの向上	既存施設での廃熱利用、低温炭化等
	④コストの削減	規模拡大、乾燥物の燃料利用等
	⑤乾燥物の活用	炭化に係わる定義の検討
地域要件	①期限切れ商品の受け皿整備	食品リサイクル施設の空白地帯の存在
	②食品リサイクル施設との個別交渉	食品リサイクル施設50施設、余熱利用39施設
	③経済性の期待できる地域の検討	自治体処理料金の最も多い価格帯は5円~10円



## 4. 今後の展開

### 4-3. 関係各主体の今後、取り組むべき方策

実用化シナリオを実現するために、関係各主体が今後取り組むべき方策としては、以下が挙げられる。

(1) 夏場の高温条件下における臭気管理についての検討

(2) 配送同時回収の物量・時間管理の検討

(3) 乾燥・炭化の低コスト化、脱塩に関する検討

(4) CO<sub>2</sub>削減効果のクレジット化に関する検討

(5) 今後の食品リサイクル政策に関する検討