

## ペットボトルリユース実証実験結果の取りまとめについて（案）

平成 21 年 7 月

## 1. 背景・経緯

ペットボトルを始めとする容器包装について、容器包装リサイクル法に基づく「リサイクル」は一定程度進展してきたが、更なる循環型社会の形成を目指して廃棄物の発生抑制とより一層の環境負荷低減を図るため、平成 20 年 3 月に「リユース」や「デポジット」の導入について検討するため、「ペットボトルを始めとした容器包装のリユース・デポジット等の循環的な利用に関する研究会」（座長：安井至国連大学名誉副学長、東京大学名誉教授。以下「研究会」という。）が設置された。研究会においては、①環境負荷—LCA によるリサイクルの比較、②食品衛生や品質確保、③経済性や消費者の受容性、④回収促進策その他の社会システム等の在り方等の論点について 5 回にわたり審議が行われ、またドイツ視察等も踏まえ、平成 20 年 7 月には、「中間取りまとめ～ペットボトルのリユースについて～」がまとめられた。中間取りまとめにおいては、ペットボトルのリユースについて、販売・回収・洗浄に係る実証実験や、消費者の誤用に係る実証実験を実施し、更なる検討を行うべきとされたところである。

このため、平成 20 年 8 月以降、実証実験を実施し、環境負荷分析や消費者に対するアンケート調査を行った。今般、これらの結果を取りまとめ、ペットボトルのリユースについて現時点での取りまとめを行うものである。

## 2. デポジット制を利用したリターナブルペットボトルの販売・回収・洗浄に係る実証実験の実施

## (1) 実証実験の実施

平成 20 年 8 月から平成 21 年 3 月まで、デポジット制を利用したリターナブルペットボトルの販売・回収・洗浄に係る実証実験を実施。実施概要は以下のとおりである。

- ◆販売商品：ミネラルウォーター1.5 リットル  
(専用ボトル (1.5 リットル、耐熱、59g) を使用)
- ◆販売方法：
  - ・オープンシステム (店頭販売) 及びクローズドシステム (宅配)。
  - ・商品価格 (130 円) にデポジットを付与 (横浜市：10 円、柏市：20 円)。
- ◆販売店・地域
  - オープンシステム : 京急百貨店 (横浜市)  
イトーヨーカドー 綱島店 (横浜市)  
apris KEIHOKU (柏市)
  - クローズドシステム : パルシステム千葉 (柏センター)

◆販売時期等

オープンシステム：

1次販売 平成20年8月30日～9月30日

2次販売 平成21年1月24日～2月22日

クローズドシステム：

1次販売 平成20年9月1日～9月5日

追加販売 平成20年10月6日～10月10日

2次販売 平成21年1月26日～1月30日

販売時には、ペットボトルのリユース実験であることを明示し、2次販売期間においては、回収されたペットボトルを再使用したボトル（以下「リユースボトル」という。）には、キャップまたは箱に「②」のシールを貼りバージンボトルと区別した。また、「②」がリユースボトルであることを、店頭掲示により明示した。

◆回収時期：平成21年3月末まで

◆回収方法・デポジット精算

オープンシステム：京急百貨店及び apris KEIHOKU は自動回収機で回収し、発行されたレシートによりレジ又はサービスカウンターで精算。

イトーヨーカドー 綱島店はサービスカウンターで回収・精算。

クローズドシステム：宅配時に箱入りで回収し、回収月に精算。

◆洗浄：洗びん工場にて洗浄。洗びん工場への輸送は、びん商の協力を得て行った。洗浄液は、ペットボトル用洗浄液を使用し、下記洗浄条件にて洗浄。

洗浄液：水酸化ナトリウム、乳化剤、次亜塩素酸ナトリウム

洗浄条件：（風味不良発生前）60℃±5℃で13分間シャワー洗浄

（風味不良発生後）45℃±5℃で13分間シャワー洗浄

◆品質管理：

リターナブルペットボトルの食品衛生法等の規格・基準は新ボトルと同様である。リターナブルペットボトルの繰返し使用に対する強度検査、回収ボトルの確認検査（臭気および外観）、ボトル洗浄後の確認検査等、ヨーロッパの事例を参考に実施。回収ボトルの検査を、臭気物質感知器（スニッファー）、外観検査（検査員5名による目視・官能評価）により実施し、洗浄前後に汚損ボトルを除去。

## (2) 実証実験の結果

実証実験結果の詳細は別紙1のとおりであるが、その概要については以下のとおりであった。

### ①販売・回収について

実験の結果、オープンシステムとクローズドシステムを合わせて、販売本数は2733本、回収本数は2148本、回収率は78.6%（1次・2次合計）であった。オープンシステムについては、販売本数は1025本、回収本数は519本、回収率は50.6%であり、クローズドシステムについては、販売本数は1708本、回収本数は1629本、回収率は95.4%であった。なお、回収期間が長かった1次販売・回収についてみると、回収率は、オープンシステムで67.2%、クローズドシステムで97.0%、合計で87.6%であった。

なお、回収に伴って対象物以外のものが誤回収された事例はなかった。

表 販売・回収本数と回収率

	デポジット	一次販売			二次販売			一次販売・二次販売計		
		販売	回収	回収率	販売	回収	回収率	販売	回収	回収率
イトーヨーカドー 網島店	10円	129	72	55.8%	67	5	7.5%	196	77	39.3%
京急百貨店	10円	320	197	61.6%	207	57	27.5%	527	254	48.2%
apris KEIHOKU	20円	201	168	83.6%	101	20	19.8%	302	188	62.2%
オープン計		650	437	67.2%	375	82	21.9%	1025	519	50.6%
クローズド	20円	1,420	1,377	97.0%	288	252	87.5%	1,708	1,629	95.4%
合計		2070	1814	87.6%	663	334	50.4%	2733	2148	78.6%

表 2次販売におけるバージンボトルとリユースボトルの内訳

	オープン	クローズド	計
バージンボトル (本)	208	144	352
リユースボトル (本)	167	144	311
計 (本)	375	288	663

販売数については、3店舗統一の価格設定（130円＋デポジット分）が大きく影響したと考えられ、適切な価格設定を行えば、十分受容性があることが示唆された。また、オープンシステムにおける回収率は、店舗により違いはあるが、回収期間が長ければ高い回収率を達成できることが分かった。このため、継続的な

取組により、消費者の受容性はさらに高まると考えられる。

## ②洗淨トラブル（風味不良の発生）について

1次販売後の洗淨・再充填において、風味不良が発生。風味不良の原因は、洗淨工程で使用する洗淨液の調合不備による洗淨力の低下であったため、下記措置を実施し、2次販売を実施。

- ・洗淨液成分の組成、温度、時間を点検し、正確に調合した上で洗淨を実施
- ・万全を期すため、洗淨設備をステンレス製の小規模洗淨機に変更

## ③品質管理について

1回収したボトルを2次販売に供するため、1,582本の回収ボトルについて目視検査を実施したところ、口紅等で汚染されたボトルが9本（オープンシステム1本、クローズドシステム8本）、傷が付いているボトルが4本、他の飲料に使用した形跡のあるボトルが3本であった。これらのボトルは、洗淨前にリサイクルに回した。

また、ボトルの安全性を確認するため、官能試験と臭気物質感知器（スニッファー）による異臭検知を実施したところ、薬品等の臭気ではなかったが、113本のボトルで臭いを検知した。これら113本については、リユースに回さず、洗淨効果を確認するための実験用として洗淨・再検査を行ったところ、すべてのボトルで異臭が除去されていることが確認できた。

## ④事務負担等に対する実験店の意識について

実験店から事務負担等に対する特別な意見はなかった。また、消費者からの目立ったクレームもなかった。自動回収機での回収についても円滑に進んだと考えられる。

## 3. 研究会中間取りまとめにおける論点の検討

### (1) ペットボトル等のリユースの環境負荷－LCAによるリサイクルとの比較－

#### ①LCA分析の実施

今回の実証実験で得られたデータを活用した分析を行うため、容器包装リユース・リサイクルに伴う環境負荷等調査検討委員会（座長：森口祐一国立環境研究所循環型社会・廃棄物研究センター長）を設置し、既存のLCA分析等も踏まえ、PETボトル・ガラスびんのリユースとリサイクルの環境負荷（エネルギー消費量、CO2排出量、最終処分量等）について比較検討を行った。

ペットボトルについては、ワンウェイ容器について従来型のカスケードリサイクルを行うシナリオ、クローズドループリサイクル（ボトルへのリサイクル、メカニカル及びケミカル）を行うシナリオ、リターナブルペットボトルについてリユース（オープンシステム及びクローズドシステム）を行うシナリオ等を設定し、

環境負荷分析を行った。

ガラスびんについては、ワンウェイびんについてリサイクルを行うシナリオ、Rびんについてリユースを行うシナリオ等を設定し、環境負荷分析を行った。

## ② LCA分析の結果

LCA分析の結果の詳細は別紙2のとおりであるが、その概要については以下のとおりであった。

### ②-1. ペットボトル（2リットル、ミネラルウォーター）

#### a) エネルギー消費量

- ・リユースシナリオ間で比較すると、回収率の高いクローズド（回収率 90～95%）の方が、オープン（回収率 60～70%）よりもエネルギー消費量が小さい。
- ・ワンウェイとリユースを比較すると、クローズドリユースシステム（回収率 90～95%、充填工場から販売拠点までの輸送距離 260km）と従来型のリサイクルを念頭に置いたワンウェイ（回収率 69%、繊維等へリサイクル）のエネルギー消費量は、ほぼ同水準。また、輸送距離を短くした地域限定クローズドシステム（充填工場から販売拠点までの距離を 260km→50km）との比較では、地域限定クローズドシステムの方がワンウェイよりもエネルギー消費量が小さい。
- ・一方、オープンリユースシステム（回収率 60～70%）とワンウェイを比較すると、ワンウェイの方が、エネルギー消費量が小さい。
- ・ワンウェイシステムシナリオ間で比較すると、従来型のリサイクル（繊維等へのリサイクル）とメカニカルなクローズドループリサイクル（ボトルへのリサイクル）はほぼ同水準となり、ケミカルなクローズドループリサイクル（ボトルへのリサイクル）のエネルギー消費量が最も大きい結果となった。

#### b) CO2 排出量

- ・リユースシナリオ間で比較すると、回収率の高いクローズド（回収率 90～95%）の方が、オープン（回収率 60～70%）よりも CO2 排出量が小さく、また、いずれにおいても、輸送距離を短くした地域限定ケースの方が CO2 排出量は小さい。
- ・リユースとワンウェイを比較すると、同じ条件（輸送距離、回収率）では、ワンウェイの方が CO2 排出量は小さい。ただし、条件が変われば（輸送距

離が短くなる、回収率が高くなる等)、リユースの CO2 排出量が小さくなり、クローズド地域限定システムでは、ワンウェイよりも小さくなる。

- ・ワンウェイリサイクルシステム間で比較すると、従来型のリサイクル（繊維等へのリサイクル）とメカニカルのクローズドループリサイクル（ボトルへのリサイクル）では、より高品質の樹脂に再生するメカニカルの方が、CO2 の排出量が多い。一方、ボトル以外の用途へのリサイクルによる代替効果を含まない CO2 排出量を見ると、従来型のリサイクルよりもメカニカルの方が小さい値となっている。

#### c) 最終処分量

- ・リユースとワンウェイを比較すると、総じて高い回収率が期待できるリユースにおいて環境負荷が小さくなるが、データの更なる収集を通じた算定結果の精査が必要であると考えられる。

#### d) 感度分析（容器重量・容器回収率・輸送距離）

- ・容器重量については、重量の増加により、CO2 排出量は増加する。
- ・容器回収率については、リユース・ワンウェイシステムいずれのシナリオについても、回収率が高くなるほど CO2 排出量は小さくなる。
- ・地域限定シナリオにおいて、90%以上の回収率が得られれば、従来型のワンウェイシナリオにおける CO2 排出量を下回る可能性がある。
- ・輸送距離については、設定した全国ケース（500km）、広域ケース（260km）、今回実証実験ケース（100km）、地域限定ケース（50km）のうち、輸送距離が短くなるほど CO2 排出量が減少し、今回実証実験ケースではワンウェイシナリオとほぼ同水準の CO2 排出量となり、地域限定ケースではワンウェイシナリオを下回るという結果となった。本試算により、リユースの実施にあたっては輸送距離が重要な因子となりうることが示唆された。

#### e) まとめ

- ・リユースとワンウェイで回収率や輸送距離が同じ水準であれば、ワンウェイの方がエネルギー消費量、CO2排出量は小さくなる。一方、回収率の向上、輸送距離の短縮化、容器重量の軽量化を図ることでリユースが有利となるケースがある。
- ・最終処分量については、総じて高い回収率が期待できるリユースにおいて環境負荷が小さくなるが、データの更なる収集を通じた算定結果の精査が必要であると考えられる。

- ・リサイクルについても、従来型のリサイクル（繊維等へのリサイクル）とメカニカルのクローズドループリサイクル（ボトルへのリサイクル）を比較すると、メカニカルの方が、CO<sub>2</sub>の排出量が多い。一方、ボトル以外の用途へのリサイクルによる代替効果を含まないCO<sub>2</sub>排出量を見ると、従来型のリサイクルよりもメカニカルの方が小さい値となっている点にも配慮すべきと考えられる。

## ②-2. ガラスびん

- ・Rびんについて、リユースシステムの方がワンウェイシステムよりも環境負荷が小さい結果となることが示唆された。

## (2) ペットボトルのリユースと食品衛生や品質確保について

### ①消費者誤用実験の実施

ペットボトルリユースの安全性について評価するため、消費者の誤用を想定した実験を実施した。具体的には、極性、揮発性の有無等から選定した代理汚染物質（ステアリン酸メチル、ベンゾフェノン、トルエン、クロロベンゼン、フェニルシクロヘキサン、トリクロロエタン）をペットボトルに保管（40℃、14日間）し、洗浄を行った上で、食品擬似溶媒への溶出量及びボトル残存量を分析し、ペットボトルへの残留性、残留物質の洗浄除去可能性・残留量、溶出性、検知可能性を検証した。

### ②消費者誤用実験の結果

消費者誤用実験の結果の詳細は別紙3のとおりであるが、その概要については以下のとおりであった。

- 実験の結果、極性揮発性物質（トリクロロエタン）、非極性揮発性物質（トルエン、クロロベンゼン）、極性不揮発性物質（ベンゾフェノン）では洗浄後残留が見られ、溶出試験、残留試験で設定した許容限度内には収まらなかった。
- 一方で、今回の実験では官能試験により検知することが可能であった。また、官能試験により検知されない場合についても、適切な分析装置を用いることにより、比較的容易に残留量の有無を検知することが可能であることがわかった。
- このため、こうした分析装置を用いた品質管理体制が不可欠であると考えられる。
- また、会員制やトレーサビリティの管理等、そもそも消費者の誤用を防ぐシステムが効果的と考えられる。

### (3) ペットボトルリユースに係る経済性や消費者の受容性について

#### ①再使用容器に係るコスト分析

##### ①-1. コスト分析の実施

PET ボトルのミネラルウォーター（1.5L）について、オープンシステム及びクローズドシステムにおけるリターナブルペットボトル導入に係るコスト分析を実施した。ボトラーがリターナブル容器を導入した場合における追加的な費用（ワンウェイ容器導入時との差）を求め、その大小をもって評価・分析を行った。

##### ①-2. コスト分析の結果

コスト分析の結果の詳細は別紙 2 のとおりであるが、試算における課題が多く残っており、各シナリオにおけるコストの評価は幅のあるものになった。リターナブル容器導入による容器購入費及び再商品化委託費の削減分と回収・保管・洗浄に関する費用の増加分がどの程度となるかで、リユースとリサイクルのどちらが有利かが変わる結果となった。

#### ②消費者アンケート

##### ②-1. 消費者アンケートの実施

ペットボトルリユース実証実験において、リユースボトルを利用した飲料を購入すること、また小売店に返しに来ることに対する消費者の受容性を調査するため、販売時及び回収時に、購入者・非購入者に対するアンケートを実施した。アンケートは、店頭販売が行われた 3 店舗及び宅配販売において、店頭販売については 1 期と 2 期のいずれにおいても行い、宅配販売では、2 期にのみおこなった。アンケート結果について回帰分析を行い、リユースボトルの購入の要因等について分析した。

##### ②-2. 消費者アンケートの結果

消費者アンケートの結果の詳細は別紙 4 のとおりであるが、その概要については以下のとおりであった。

○アンケートの結果、リユースボトルを利用した飲料の購入理由として、「環境にやさしい容器と思ったから」という回答が多く見られた。購入要因の回帰分析の結果から、リユースによる環境負荷低減の認識を高めることは、リユースボトルの購入を促す効果があることがうかがえた。



- 一方、2回目の使用を表す「②」のシールが貼られたボトルの購入要因について回帰分析を行ったところ、環境負荷低減への認識は「②」のボトルの購入には影響を及ぼしていないように見受けられた。また、容器の傷や汚れを感じた人は、全体の5%であったが、「②」のボトルを購入しないことが有意に見られた。
- デポジットが販売量に与える影響については、その影響は軽微であることがうかがえる。

#### 4. まとめ ～ペットボトルのリユース・リサイクルの方向性～

- 実証実験結果及びLCA分析結果を踏まえると、
  - ・オープンシステムについては、現時点では、85%、90%といった高い回収率を確保することが全体的には難しいため、リユースに比べリサイクルの方が、環境負荷が低いこととなる。
  - ・クローズドシステムについては、概して高い回収率が見込まれるため、充填工場から販売拠点までの輸送距離を概ね100km未満等に限定すれば、リサイクルに比べリユースの方が、環境負荷が低いこととなる。
- このため、ペットボトルのリユースについては、以下のように場合を分けて考えるべきである。
  - ・オープンシステムについては、まずは高い回収率を確保する方策の検討等の工夫が必要であり、別途検討されている3R分野におけるエコポイントシステム等、高い回収率を確保するための社会システムの在り方に係る検討が引き続き必要である。
  - ・クローズドシステムについては、現時点においても、環境負荷の観点から見れば積極的な導入が望ましいと考えられる。他方で、専用の洗浄設備や十分な品質管理体制の構築や誤用を防ぐための措置が不可欠であることが分かった。
  - ・クローズドシステムの一形態である食品宅配事業については、約1兆5,844億円の市場規模（2008年度。株式会社矢野経済研究所調べ。）となっており、こうした事業においてリターナブル容器の利用が定着することは、大きな効果を有する可能性があると考えられる。
  - ・今回の実験におけるクローズドシステムと同様に高い回収率が期待できる業務用のペットボトルについて、導入可能性に関する検討を行う必要がある。
- また、現時点では、オープンシステムについては、リユースに比べリサイクルの方が環境負荷が低いものの、リサイクルにおける環境負荷削減効果を見ると、従来型のリサイクルとクローズドループリサイクル（ボトルへのリサイクル）とで

は、ボトル自体の環境負荷や代替効果の算定の点で質的に異なり、新規資源の消費が抑制され更なる負荷削減の余地があると考えられる。このため、よりリユース的なリサイクルとして、クローズドループリサイクル(ボトルへのリサイクル)の促進の検討が必要である。

- また、LCA 分析における感度分析により、リサイクルシステムにおいては、ボトル重量の軽量化による環境負荷削減効果が大きく現れやすいことが明らかとなった。このため、リサイクルシステム向けのボトルについて、軽量化の取組をさらに進めるべきである。