

**PETボトルからPETボトルに再生する  
”水平リサイクル”への挑戦**

**～使用済みPETボトルの国内循環を目指して～**

**2014.6.19**

**【九州エコフェア】**

**サントリービジネスエキスパート株式会社  
新包材技術開発推進部 高田 宗彦**

1. 包材開発におけるサントリーの基本的な考え方
2. PETボトルのリサイクルを取り巻く環境
3. PETボトルのリサイクル手法
4. メカニカルリサイクルによる『ボトルtoボトル』の評価
5. 導入後の状況と今後の課題

**Our Mission**

**人と自然と響きあう**

**Our Vision**

**Growing for Good**

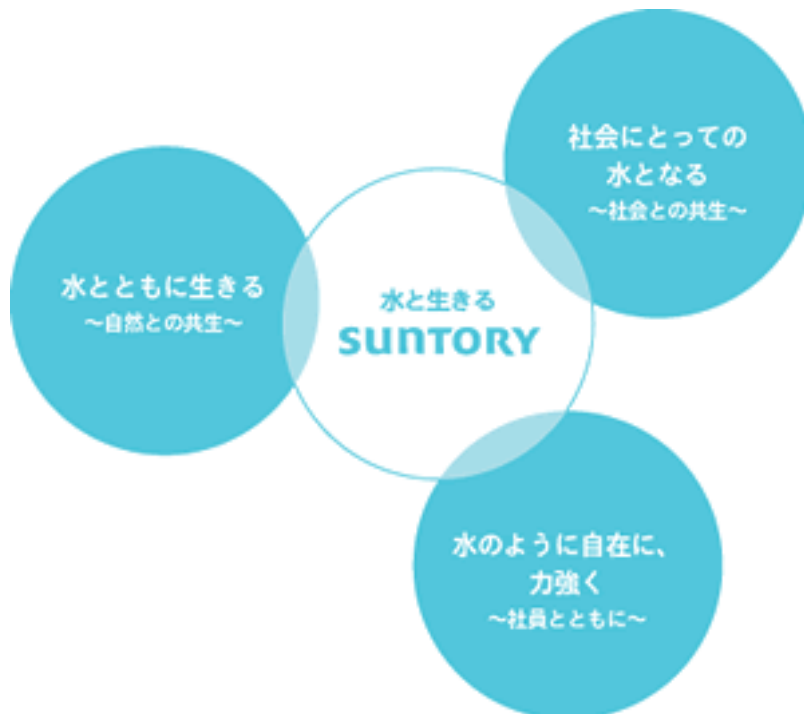
**Our Values**

**チャレンジ精神（やってみなはれ）**

**社会との共生（利益三分主義）**

**自然との共生**

## 水と生きる SUNTORY



### ●水への思い

「世の中に水の恵みを提供する企業として、貴重な水を守る」という水への思い

### ●社会への思い

「文化・社会貢献活動を通じて社会と共生し、社会にとっての水となる」という社会への思い

### ●私たち自身への思い

「社員ひとりひとりが水のように自在に、しなやかに新しいテーマに挑戦できる企業でありたい」という私たち自身への思い

**サントリーグループは、  
水と大地と太陽の恵みをお客様にお届けする企業として  
環境経営を事業活動の基軸におき、  
生命の輝きに満ちた持続可能な社会を  
次の世代に引き渡すことを約束します。**

- 1. 水のサステナビリティの実現**
- 2. イノベティブな3Rの推進による資源の徹底的有効活用**
- 3. 全員参加による低炭素企業への挑戦**
- 4. 社会との対話と次世代教育**
- 5. Good Companyの追求**

**VOC (Voice Of Customer) : 2013年度 91,000件**



毎日  
約350人のお客様と  
直接コミュニケーション



**「環境」に関する声が近年増加**

“リサイクルが常識の今  
ラベルがこんなに剥がしにくいと  
主婦は繰り返し買うことを  
ためらってしまいます。”

**『容器のリサイクル適性』が日常生活で切実化  
購入・愛用の選択基準の一つに**

美味・美装

安全で  
安心できる

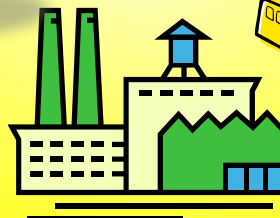


環境への  
配慮

生活の中の  
使い易さ

信頼

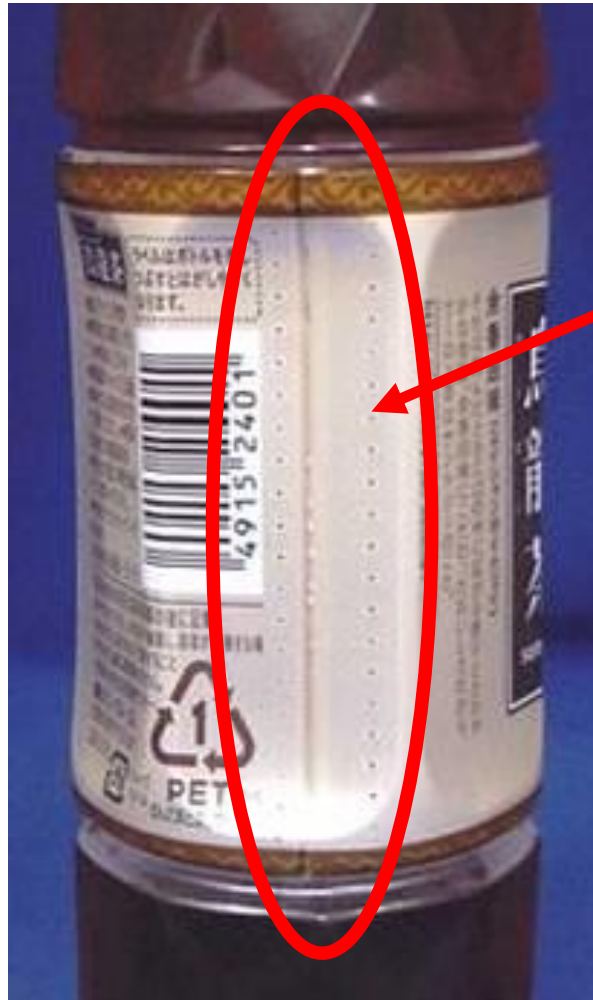
安心



喜び

愛着





ミシン目はあるが  
つまむ場所がない...



“ラベルが剥がしにくい”というお客様のご指摘が殺到...



Wのミシン目

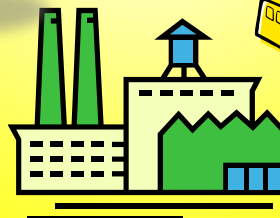
ラベルが剥がしやすいと分別も楽しくなるってもんです。

以前ラベルが剥がしにくいと電話したが、最近変わっていて驚きました。こんな些細なことでもお客様の立場に立った商品を提供していく企業の姿勢に好感を持ってました。

お客様は改善に敏感に気付かれ、きちんと評価されている。

信頼

安心



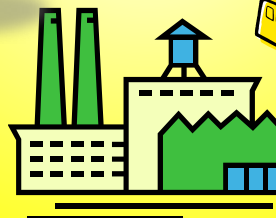
喜び

愛着

$$100 - 1 = 0$$

信頼

安心



喜び

愛着

$$100 + 1 = 200$$

## 両立



<今後の活動のキーワード>

Reduce

Recycle

Replace

Bio

1. 包材開発におけるサントリーの基本的な考え方
2. PETボトルのリサイクルを取り巻く環境
3. PETボトルのリサイクル手法
4. メカニカルリサイクルによる『ボトルtoボトル』の評価
5. 導入後の状況と今後の課題

# メカニカルリサイクルによる“BtoB”への挑戦 “リペットボトル”の開発



※ B to B: Bottle to Bottle



**PETボトルの回収率は世界的に見ても非常に高い水準  
約6割が自治体ルート → 容リ協への円滑な引き渡し...**

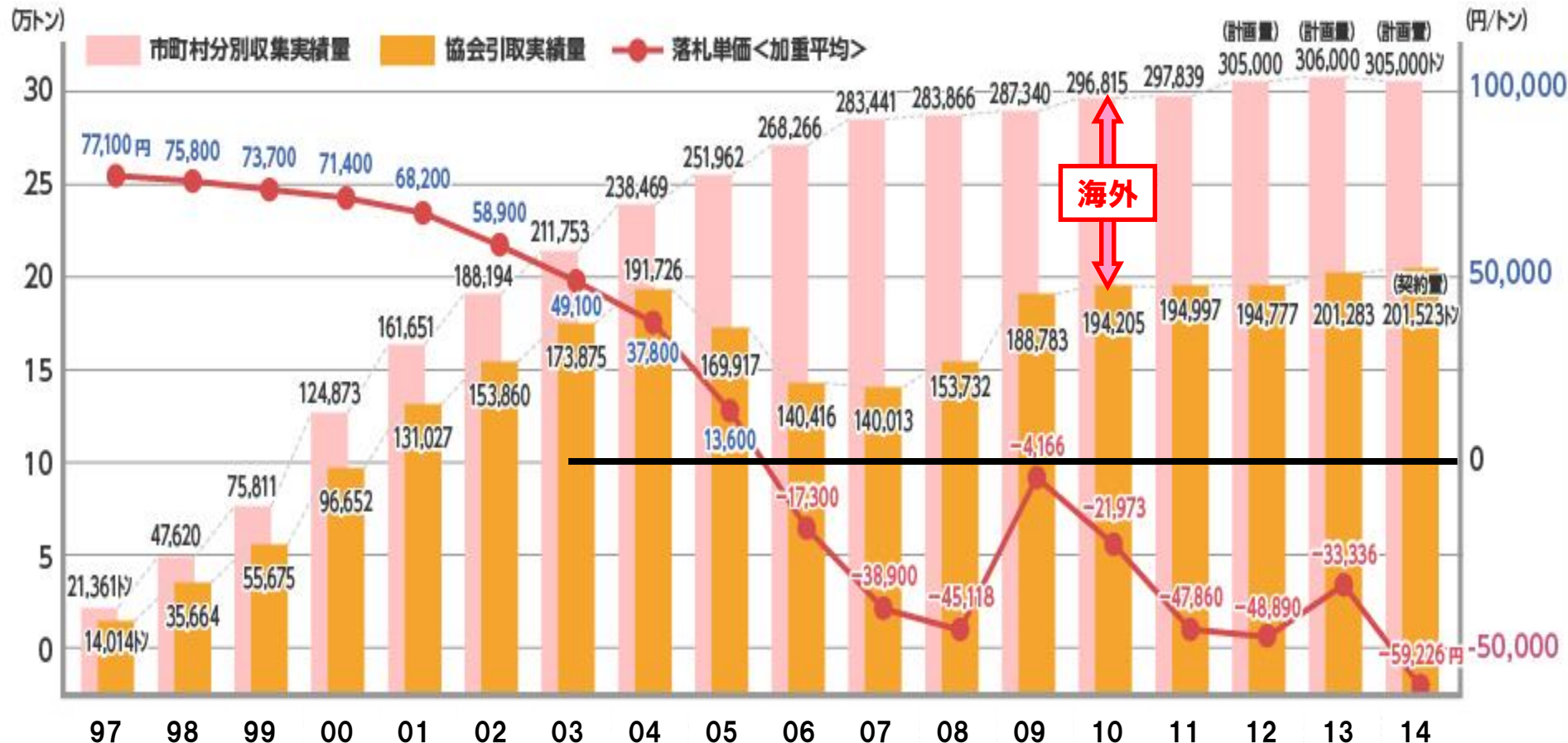




# 容リ協での引取り実績と落札価格の推移

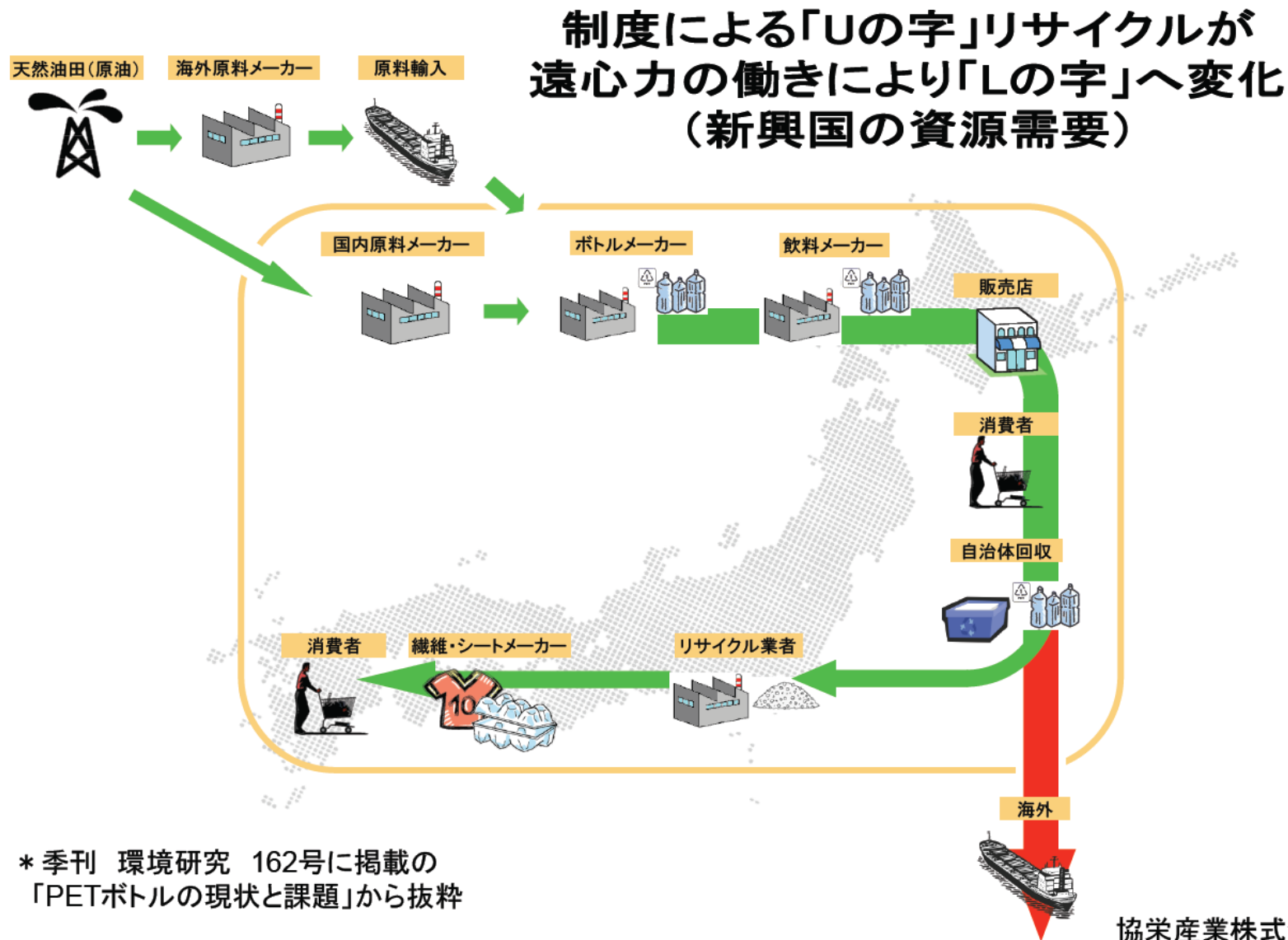
■ PETボトルの市町村分別収集実績量、協会引取り実績量、落札単価<加重平均>の推移

※容リ協ホームページより



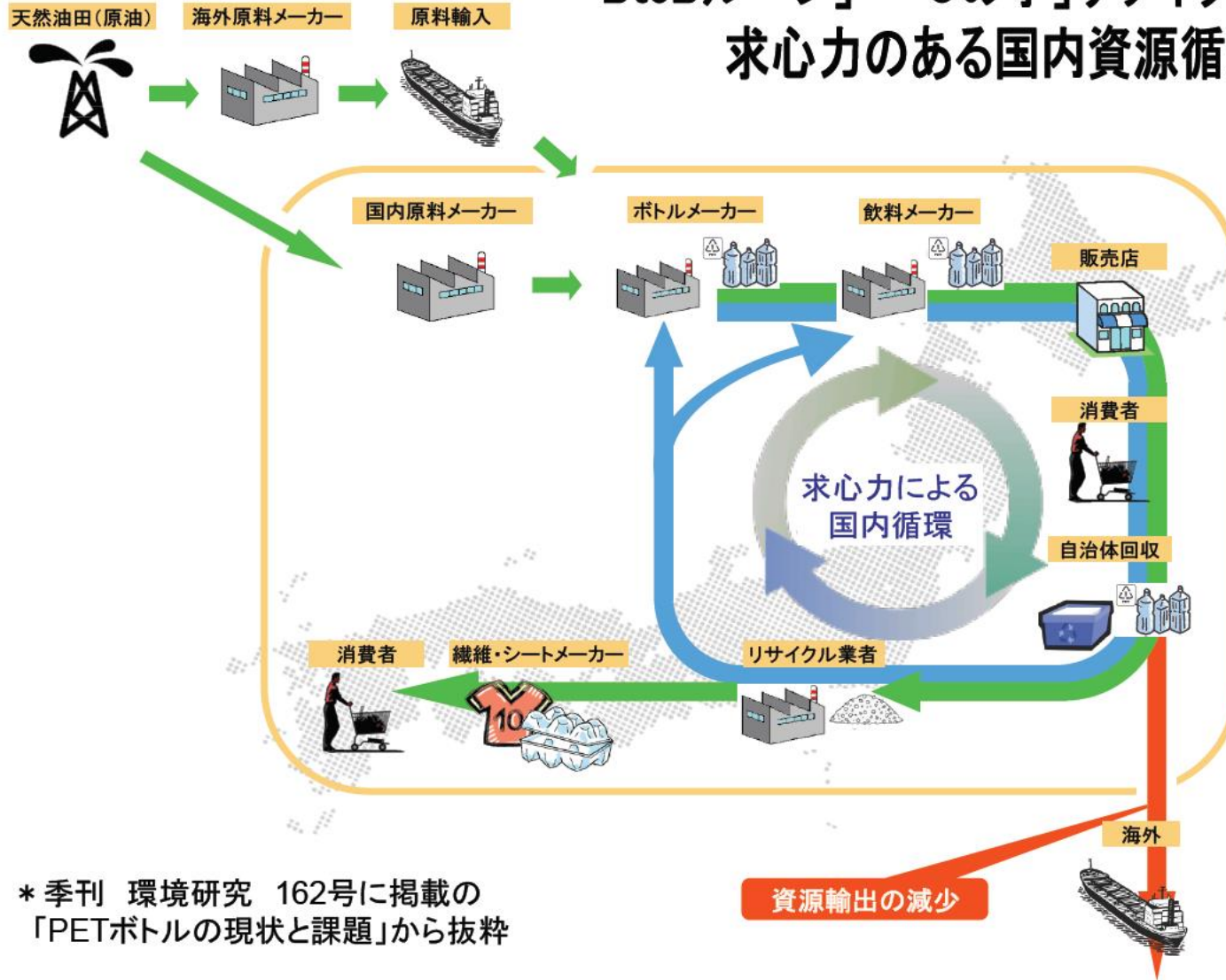
自治体回収量 : 約300千トン/年  
 容リ協引取り量 : 約200千トン/年  
 容リ協ルート再生事業者処理能力 : 約400千トン/年

過当競争に



**国内リサイクルシステムの危機！**

## 「BtoBループ」=「0の字」リサイクルの実現 求心力のある国内資源循環



\* 季刊 環境研究 162号に掲載の「PETボトルの現状と課題」から抜粋

協栄産業株式会社

新たな石油資源を消費することなく、国内での資源循環システムの確立

1. 包材開発におけるサントリーの基本的な考え方
2. PETボトルのリサイクルを取り巻く環境
3. PETボトルのリサイクル手法
4. メカニカルリサイクルによる『ボトルtoボトル』の評価
5. 導入後の状況と今後の課題

## 従来のリサイクル技術

## ケミカルリサイクル

- ・除染能力が高い
- ・コストが高い
- ・エネルギー面で大きな優位性がない

- ・最も安価で簡便
- ・外観上の問題(黄変・異物)
- ・PETの物性劣化(IV低下)
- ・除染技術のハードルが高い

## マテリアルリサイクル

## PETボトルの製造プロセス



今回我々が注目した  
リサイクル技術

ケミカルリサイクル

精製 解重合 洗浄 粉碎

メカニカルリサイクル

熱・真空等  
による除染

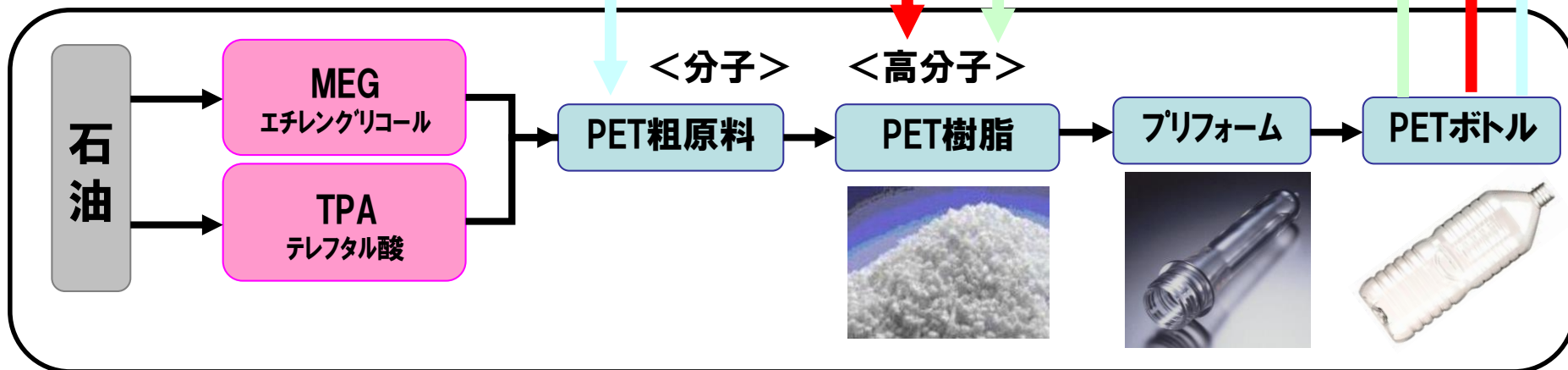
洗浄 粉碎

- ・コスト/エネルギー面で優位
- ・物性(IV)調整が可能
- ・除染能力が高い(要確認)

マテリアルリサイクル

洗浄 粉碎

PETボトルの製造プロセス





## PETボトル 洗浄

回収バール



選別



粉碎(フレーク化)



異物除去(風力・比重分離)



ペレット



除染  
押出し



フレーク



アルカリ洗浄



## メカニカル 処理

1. 包材開発におけるサントリーの基本的な考え方
2. PETボトルのリサイクルを取り巻く環境
3. PETボトルのリサイクル手法
4. **メカニカルリサイクルによる『ボトルtoボトル』の評価**
5. 導入後の状況と今後の課題



## 回収PETの適切なソースコントロール

### 安全性

#### 汚染成分の除染

評価方法は世界的にFDA方式(代表6成分)が主流。  
厚労省主導でガイドライン策定中。  
当社も独自基準にて汚染除去チャレンジテストを実施

### 安心性

#### 官能

当社独自基準にて判断。

#### 外観

ボトルの黄色味。混合比率で異なる

#### 異物

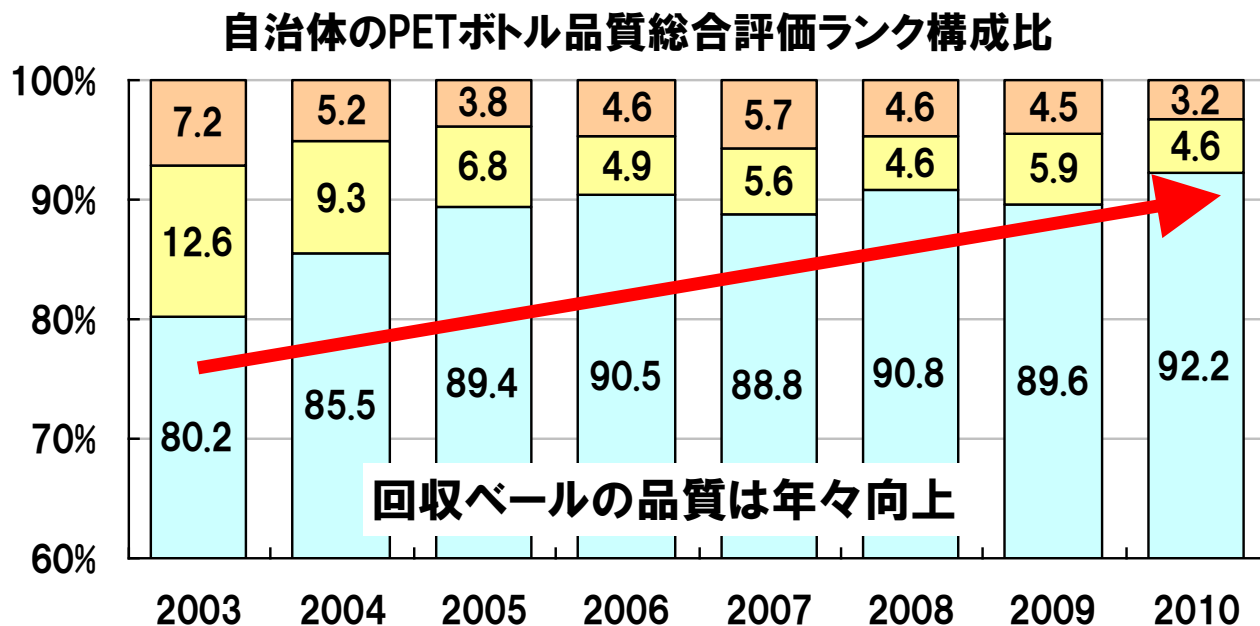
現行(バージン)でのコゲ異物と同等のレベルを確保

### ボトル物性

#### 成形性・工程適性

ロット間のIV値ばらつきレベルが  
射出成形・ブロー成形性に与える影響の把握

日本の回収PETボトルは、世界的に見ても非常に品質が高い



■ Dランク  
■ Bランク  
■ Aランク

回収PETのランク付け:  
 日本容器包装リサイクル協会が実施。  
 回収されるPETボトルの汚れ、異物混入、  
 キャップの取り外し状況等の点から  
 3段階(A、B、D)でランク付け

92%の自治体がAランク('10年)  
 ※引取量ベースでは79%



Aランク  
非常に良いベール



Bランク  
比較的良いベール



Dランク  
要改善ベール

メカニカルリサイクルに使用される回収PET

容リ協ルートで回収された回収PETボトルの中でも非常にきれいな自治体を選択



大部分がラベルを剥がし、キャップを取り、中味が濯がれている



参考) 海外(欧州)のベール

回収ボトル置き場  
※色別に保管



大多数がラベル & キャップ付。  
中味入りのものも多く非常に汚い  
(日本では「Dランク」)

## 回収PETの適切なソースコントロール

### 安全性

#### 汚染成分の除染

評価方法は世界的にFDA方式(代表6成分)が主流。  
厚労省主導でガイドライン策定中。  
当社も独自基準にて汚染除去チャレンジテストを実施

### 安心性

#### 官能

当社独自基準にて判断。

#### 外観

ボトルの黄色味。混合比率で異なる

#### 異物

現行(バージン)でのコゲ異物と同等のレベルを確保

### ボトル物性

#### 成形性・工程適性

ロット間のIV値ばらつきレベルが  
射出成形・ブロー成形性に与える影響の把握



カレー風味の食品を入れました。  
食後、洗剤で洗いました。

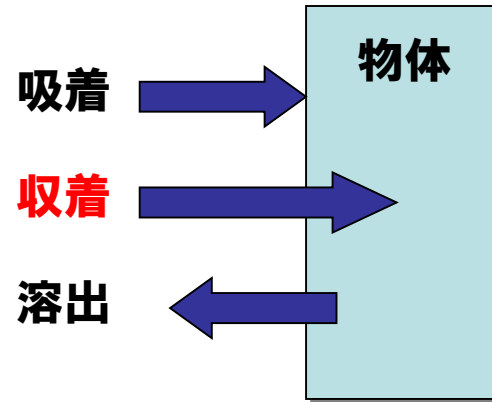


匂いが残っているのは？



# 当社のメカニカルリサイクルに対する安全性の考え方

## 合成樹脂への異物汚れと溶出の関係



《吸着、収着した異物が溶出する様子》

### 【メカニカルリサイクルBtoBにおける安全性評価に対するスタンス】

- ① お客様に安全であることをきちんと説明できる根拠が必要。
- ② そのためには「収着」する物質をしっかりと除去できることの証明が必要。
- ③ 家庭から排出される食品用途のボトル(自治体→容リ協ルート)を対象とする。

# 「類は類を溶かす」



**水と油**



**水割りウイスキー**

# 物質には「極性」がある

「油に溶け易いか？」 「水に溶け易いか？」





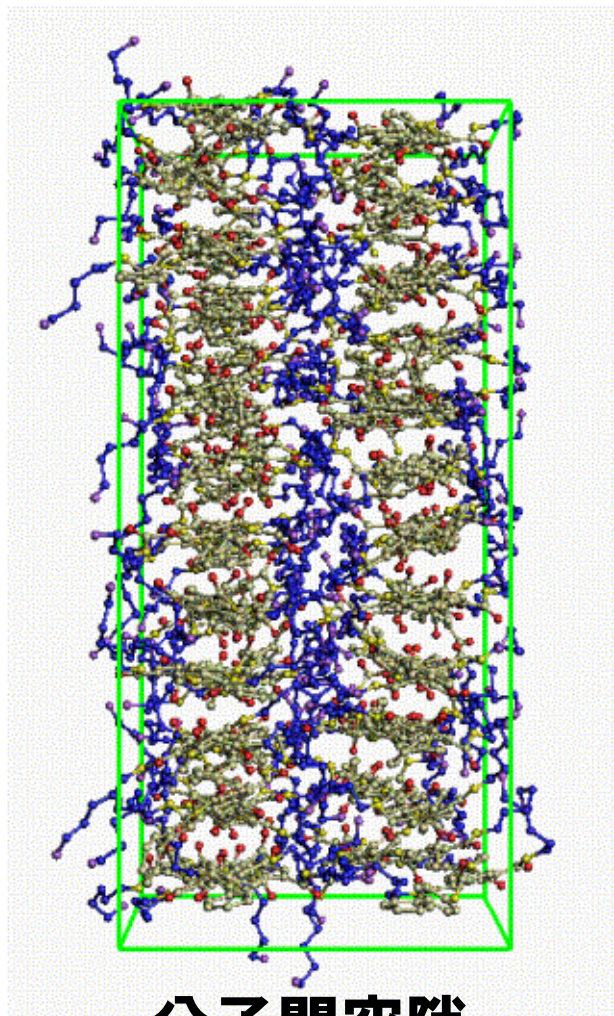
# 分子間空隙



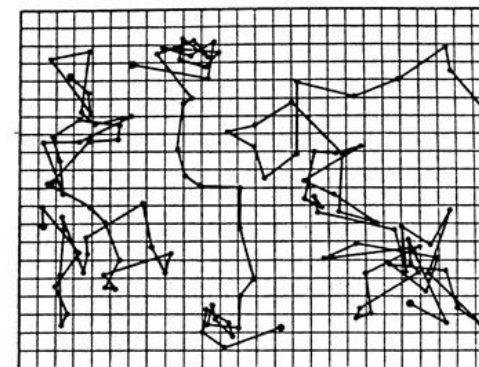
**ゴム風船は何故萎むのか？**

# 「粗」な箇所と「密」な箇所

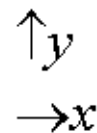
## 「粗」な箇所から気体が抜ける

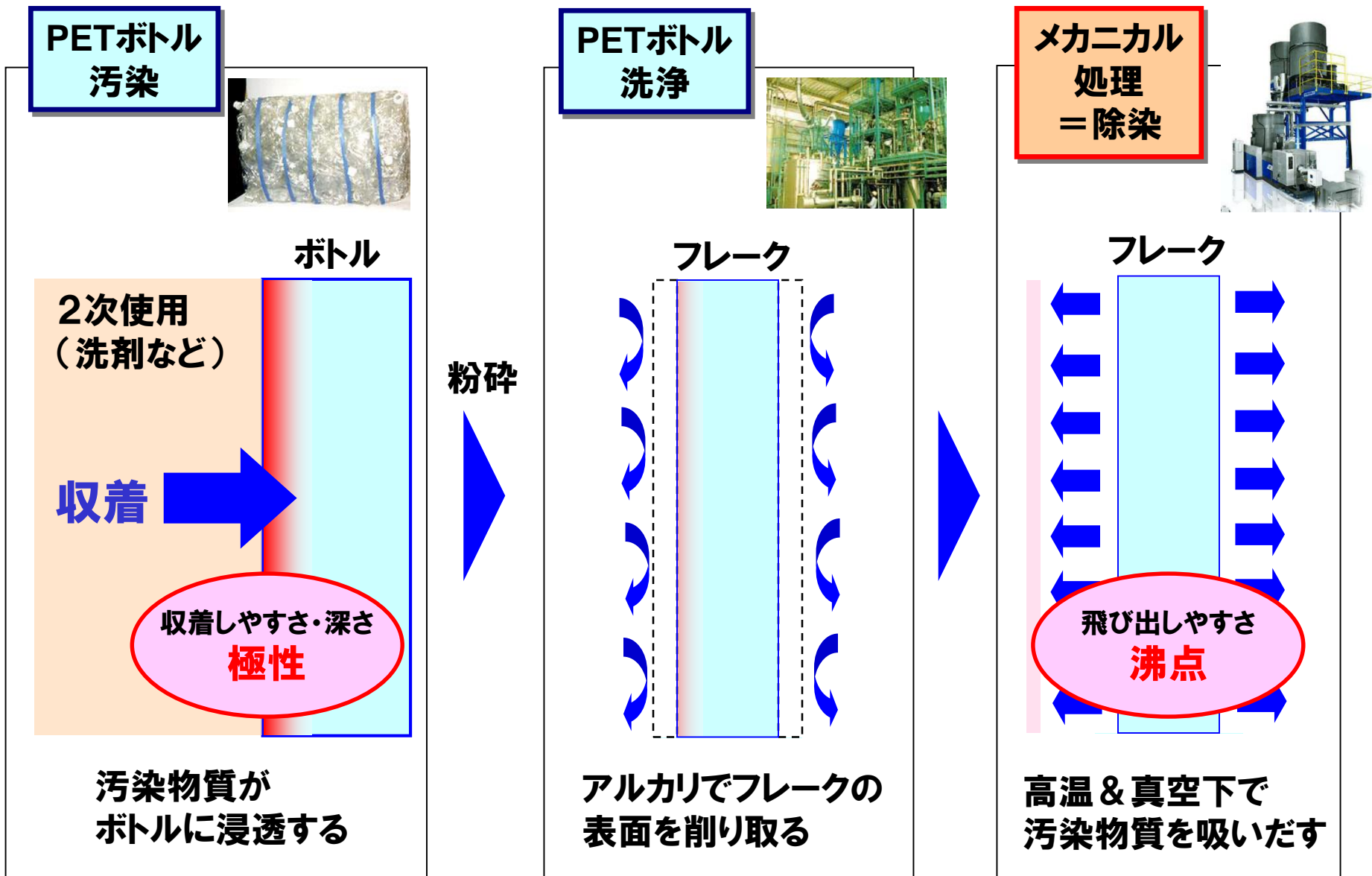


分子間空隙



ブラウン運動





## 回収PETの適切なソースコントロール

### 安全性

#### 汚染成分の除染

評価方法は世界的にFDA方式(代表6成分)が主流。  
厚労省主導でガイドライン策定中。  
当社も独自基準にて汚染除去チャレンジテストを実施

### 安心性

#### 官能

当社独自基準にて判断。

#### 外観

ボトルの黄色味。混合比率で異なる

#### 異物

現行(バージン)でのコゲ異物と同等のレベルを確保

### ボトル物性

#### 成形性・工程適性

ロット間のIV値ばらつきレベルが  
射出成形・ブロー成形性に与える影響の把握

安心性

外観



日本の“回収バールの品質”“リサイクル業者の洗浄・異物除去技術力”から判断すると

**50%以上も使用可能と判断**



安心性

異物

## サントリー ニュースリリース

ロールラベル<sup>※1</sup>では業界初  
リサイクルペットボトルを原料にした  
商品ラベルを導入

— 東洋紡績(株)、協栄産業(株)、  
サントリービジネスエキスパート(株)の3社で共同開発 —



## 当社の全ロールラベル製品に展開



ボトルへの使用に先立ち、2010年6月よりラベル(18 $\mu$ m厚)へ使用  
→ 薄肉ラベルで異物等の問題がないことを確認

※ 現在は12 $\mu$ m<sub>38</sub>

1. 包材開発におけるサントリーの基本的な考え方
2. PETボトルのリサイクルを取り巻く環境
3. PETボトルのリサイクル手法
4. メカニカルリサイクルによる『ボトルtoボトル』の評価
5. 導入後の状況と今後の課題

メカニカルリサイクル材 50% + ケミカルリサイクル材 50%

2011年5月～ 榛名工場 ウーロン茶2L製品に導入



**原料石油資源 : 90%削減**

**CO<sub>2</sub>排出量 : 60%削減**



# PETボトルの種類とリサイクル時の懸念点

非炭酸系内容物		炭酸系内容物	
耐熱用	無菌充填用	耐圧用	耐熱圧用
口部：白色	口部：透明	口部：透明	口部：白色
			
底部：凹型	底部：凹型	底部： $\wedge$ 知 $\wedge$ （花卉）型	底部： $\wedge$ 知 $\wedge$ （花卉）型
0.75~0.76	0.76~0.80	0.80~0.83	0.85

冬場増加



通年

季節変動あり

夏場増加



夏場増加

【当初より、安全性については100%でも問題なし】

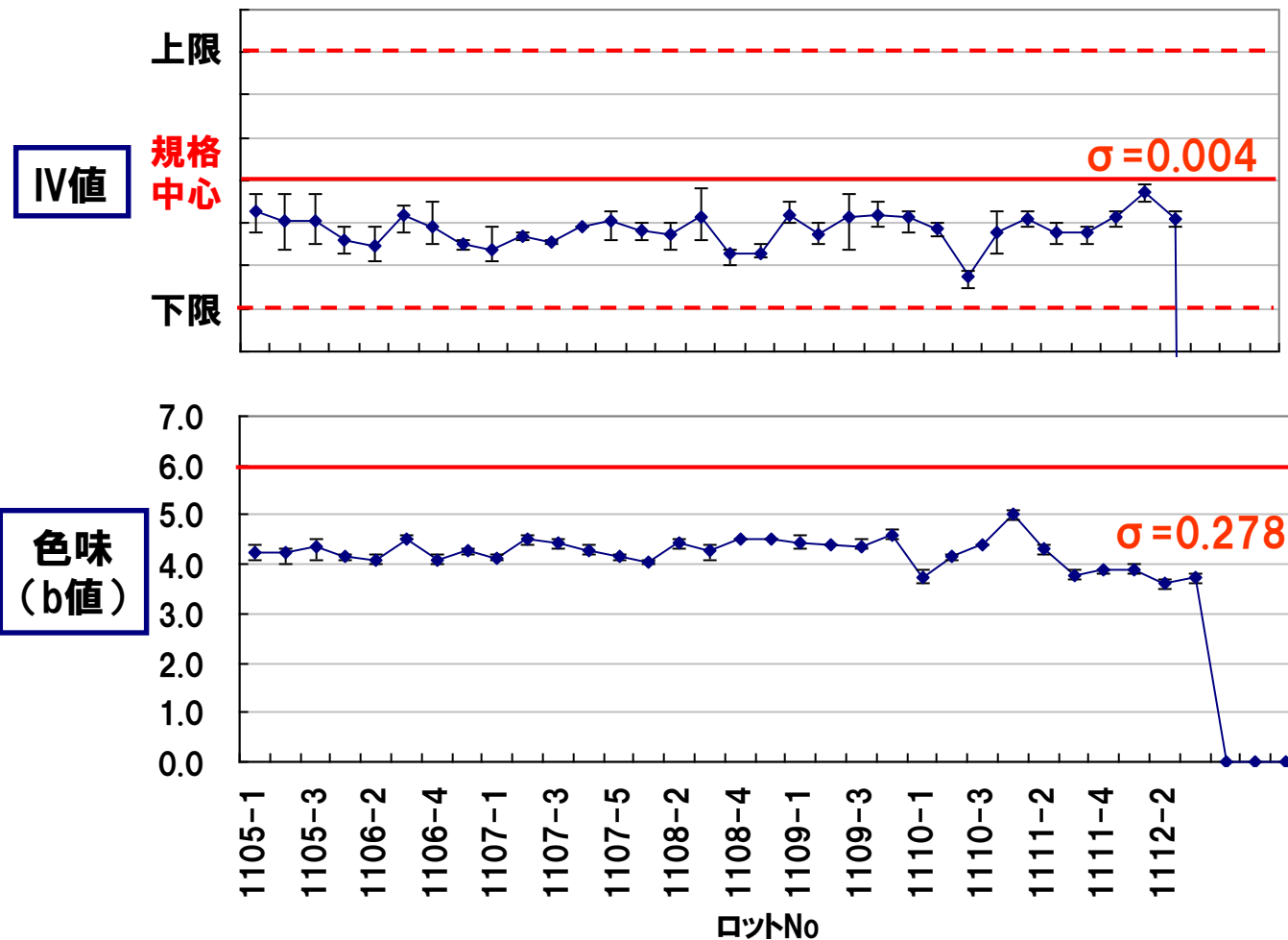
回収PETの季節変動による物性・品質のバラツキ？



年間通して下記項目をウォッチ

- レジン物性(IV値、色味)
- 異物レベル
- お客様の反応

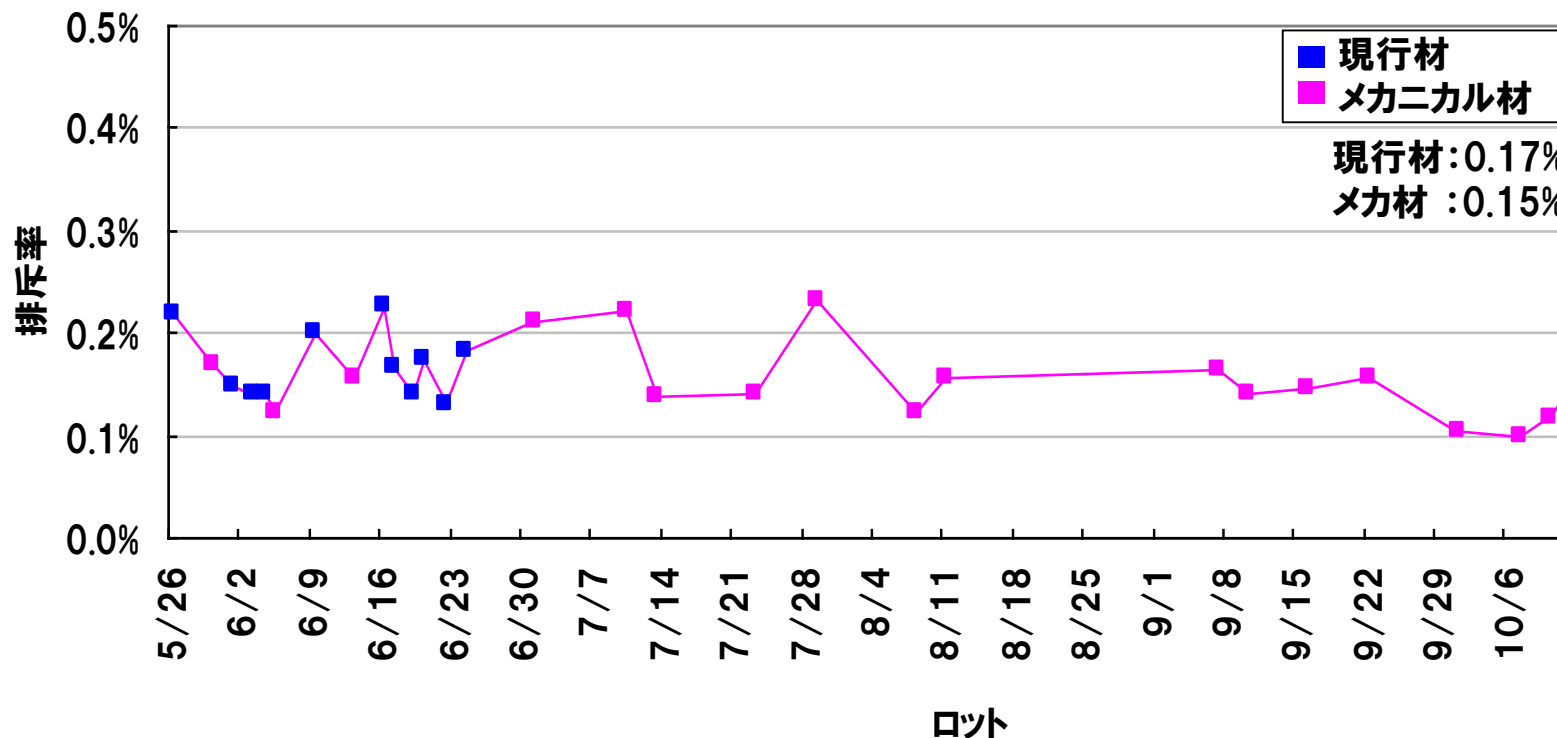
## メカニカルリサイクルレジンの安定性(IV値 & 色味)



**季節の影響なく、物性は非常に安定 (ばらつきはバージンと同等レベル)**

回収材のばらつきが考えられるため、  
季節変動や大量に流さないとの見れないものの確認

( 榛名工場 ) 空瓶検査機排斥率( 異物関係のみ )



排斥率は現行材と同等レベルで安定して推移

多数の新聞・雑誌・テレビ等に取り上げて頂き注目度も高い。

## 2011/7/4 読売新聞



ペットボトルをペットボトルに再生する。  
そんな新しいリサイクルの仕組みを、サントリー（大阪）と、プラスチック製瓶などの再生加工・販売を手がける協栄産業（栃木県小山市）が共同で作った。再生材を使用することで原料となる石油の使用量を約2割減らす。製造時に発生する二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）も削減する。サントリーの高田宗吾・新技術開発推進部長は、「両社の技術力が環境負荷の軽減と安全性の両立を達成した」と話す。

「ボトルからボトル」への再利用を実現できたのは、使用済みのボトルに埋みこんだ目に見えないような細かい不純物を取り除く技術の確立が大きい。家庭などから回収されたPETは、協栄産業の工場で選別される。協栄産業は、異物を除去され、粉々に粉砕された後、アルカリ洗浄で表面の不純物を除去する。さらに同社が独自のメカカラムで、1年以上以上強固に改良してきた機械で、「成層分離」によって、ほぼ完全に分離し、状態を作り出す。その過程で、樹脂の内部に付着した化学物質なども完全に除去され、ボトルの



## ペットボトル循環再生

再生ペットボトルの品質を調べるサントリーの研究員とサントリーの協栄産業の古沢社長（右）と協栄産業の古沢社長。両社の技術力で、新しい取り組みが成功した（栃木県小山市の協栄産業小山工場）  
高橋実樹撮影

原料となる高品質な樹脂に再生するところができる。同社の古沢社長は「55は」長年研究を重ね、夢がよきかなった。この仕組みが広がってほしいと期待を込める。環境リサイクル推進室は「買手が再生材を再び買るといった、非常に価値がある」と話す。

サントリー機名工場（群馬県渋川市）では、7月から、「サントリーウーロン茶」の2ℓペットボトルの50%が、この再生材を初使用する。試みが始まっている同社は、約10年間でPETボトルを製作し、1年かけて安全性を確認。極端な暑さで安全性を確認。風味や匂いに変化はないかと、ボトルやへこみはないかといつては、「飲料メーカーでも特に厳しい基準」（高田部長）を設けて、其

PETボトルリサイクル推進協議会（東京都）によると、2009年度に国内で販売された清涼飲料水などのペットボトルは約56.4万ト。うち回収率は市町村28.7万ト、事業系15万トで、回収率は77.5%だった。そのうち再資源化されたのは約15.8万トで、日本容器包装リサイクル協会（同）によれば、半数以上が積極になっており、ペットボトルに再利用されたのは2.5%にとどまる。

「日本が声をそろえるのは、PETの洗浄で洗って回収されるPETボトルは、世界一清潔で貴重な資源」という「CO<sub>2</sub>消費量も」とも新しい資源循環を確立した。サントリーは、今後再生材の使用率100%、CO<sub>2</sub>の60%以上削減を目標に掲げている。



2012年1月まで約25百万本を製造し、お客様からのネガティブなご意見はない

100%化 & 導入拡大 を決定

## 日経エコロジー（7月号）

### eco Report

## サントリー、飲料容器に再生材90%使用で消費者に訴求

サントリーはペットボトルに再生材を本格的に利用し始めた。一部の容器の90%に使い、化石資源節約への貢献を訴求する。

サントリーグループの食品会社であるサントリー食品インターナショナルがこの5月から、様名工場で生産する「サントリーウーロン茶」の2ℓペットボトルに導入した。年内に480万ケース（2880万本）を販売する計画だ。

全社で約10万1使うペットボトル原料の約2割を再生材に切り替える。ペットボトルの軽量化との両輪で持続可能な社会に貢献する姿勢をアピールする。

人間が口にする飲料用ペットボトルに再生材を使用していることを公表する企業は珍しい。従来は、消費者に嫌がられるのを懸念し、利用を避ける飲料メーカーが大半だった。

サントリーは再生材の導入に当たって消費者調査を実施。再生ペットボトルに対する抵抗感は、再生材の使用で先行するビンやカンと比較して大きな差がなかった。衛生面など品質を徹底的に検証し、「安全・安心」を確保できたことと合わせて導入を決断した。

再利用の手法として取り入れたのが、「メカニカルリサイクル」。



ペットボトルの原料に再生材を90%使用した「サントリーウーロン茶」。再生材の使用量は全社で年間約2万トになる見通しだ

が、「メカニカルリサイクル」。選別・回収した使用済みペットボトルを粉砕、異物を除去し、アルカリで洗浄。その後、高温の真空状態にする事で吸着した化学物質などを取り除き、高分子の樹脂に再生する。リサイクル事業者の協栄産業（栃木県小山市）と共同で仕組みを構築した。

得られた再生樹脂を原料の50%に使う。使用量は年間1万1を見込む。コストはバージン（新品）材と同等に抑えられるという。サントリービジネスエキスパートSCM本部新包材技術開発推進部の岸重信課長は、「日本の自治体ルートで回収する使用済みペットボトルは品質が良かったので50%使えた」と話す。

### 2つの手法を併用

メカニカルリサイクルの導入に先立ち、昨年から「ケミカルリサイクル」による再生材を使用し始めた。東洋製罐グループのペットリファインテクノロジー（川崎市）から年間約1万1を調達する。ケミカルリサイクルは、使用済みペットボトルを化学

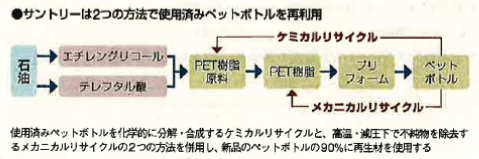
的に分解・合成し、低分子の樹脂原料に再生する手法。石油から製造する原料と同等の純度を得られる反面、メカニカルリサイクルに比べてコストが高いといわれる。

ケミカルリサイクルによる再生材をペットボトル原料の40%に使用。メカニカルリサイクルと合わせて原料の90%を再生材で賄う。CO<sub>2</sub>排出量を約60%削減できるという。

来年から「伊右衛門」の2ℓペットボトルにも展開する予定。同じ2ℓペットボトルを使用する「DAKARA（ダカラ）」「ビタミンウォーター」への導入も検討中である。

日本コカ・コーラなど競合他社は植物由来ペットボトルを導入して環境への配慮を訴求している。東日本大震災の影響で消費者の環境意識は高まっており、再生ペットボトルが市民権を得る可能性がある。

（相馬 隆宏）





国内飲料業界初。  
メカニカルリサイクル再生PET樹脂100%の  
“リペットボトル<sup>※1</sup>”を導入

— 新たな石油由来原料を使わないペットボトルを初めて実用化 —



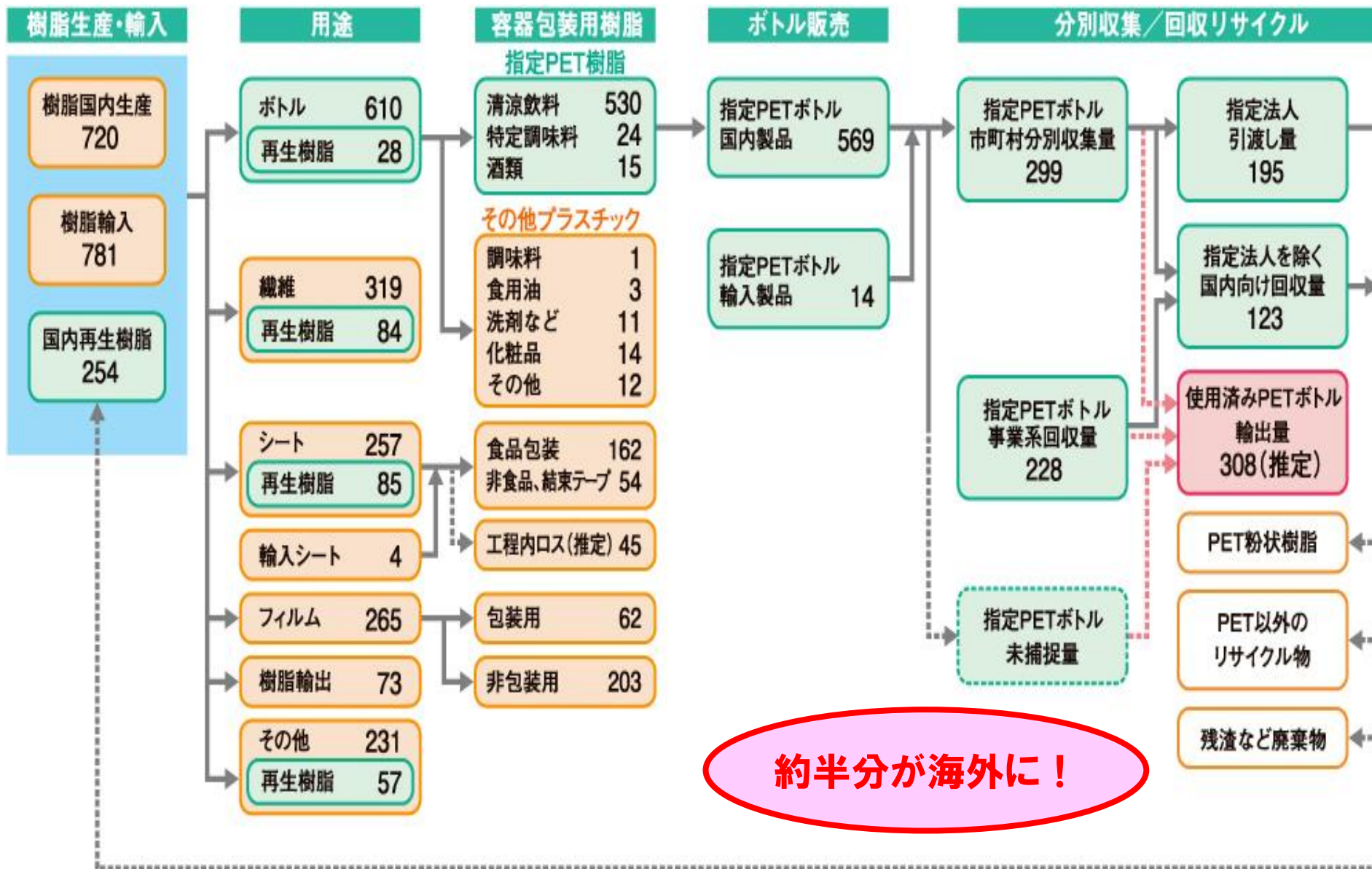




## 【メカニカルリサイクルPET樹脂 使用量】

2013年度実績：10,000トン

2014年度予定：15,000トン

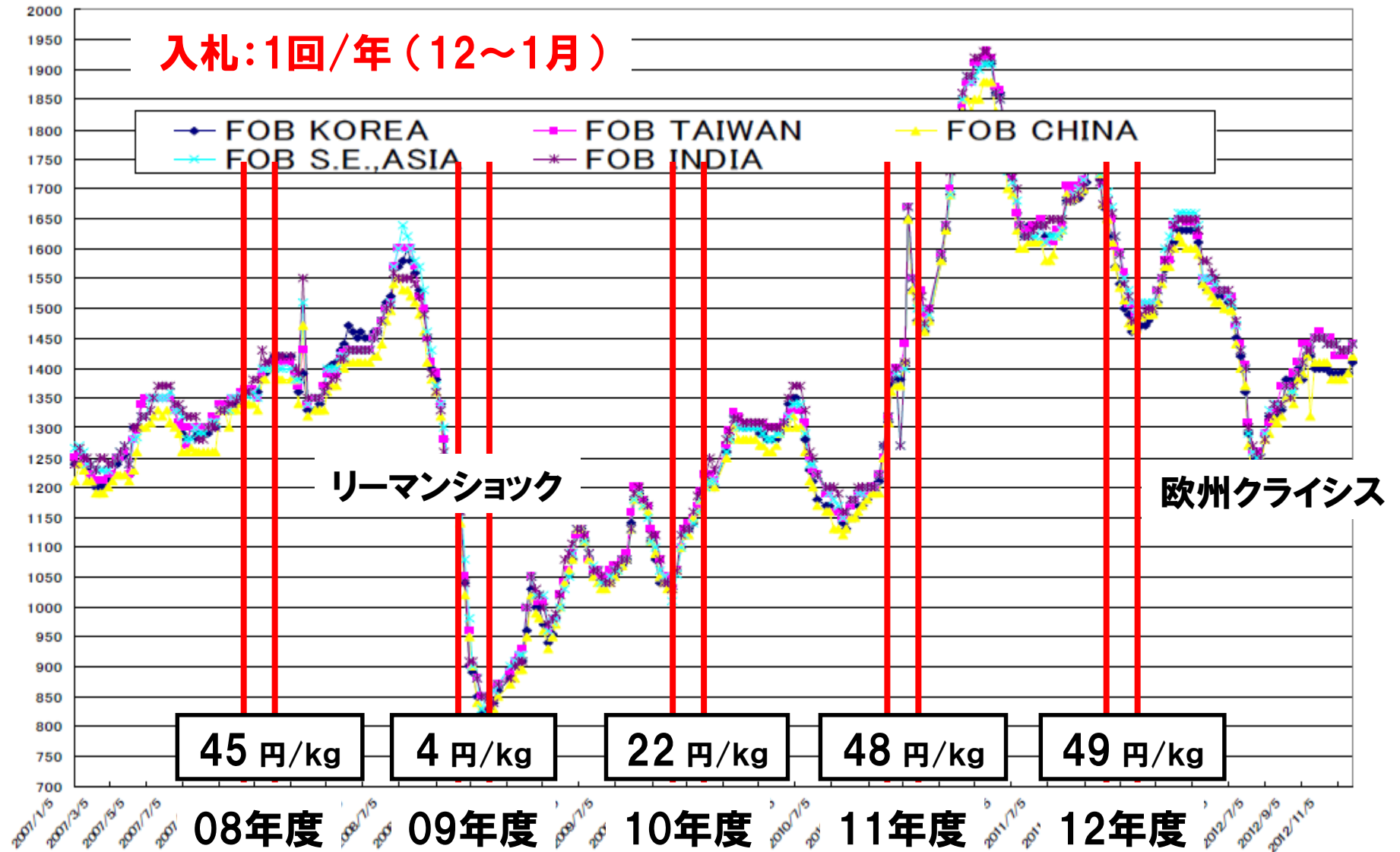


※2012年度PETボトルリサイクル年次報告書より





# バージンPET相場と容リルート平均落札価格





2012.11.24  
日本経済新聞

2012年(平成24年)11月24日(土曜日)
日本経済新聞社 2012 (日刊)

**使用済みペットボトルの再生**

消費者 (資源ごみ(年約30万トン))

↓

市町村 (在庫増)

↓

委託 (約19万トン)

↓

リサイクル協会

↓

引き渡し 赤字で契約解消

↓

再生事業会社 (在庫増)

↓

約15万トン

↓

衣類、自動車の天井材、卵のパックなど

## 廃ペットボトル山積み

使用済みペットボトルの在庫が急増し、リサイクル事業に暗雲が漂ってきた。衣類などの原料になる再生プラスチックの価格が年初に比べて4割も下がったことでリサイクル事業会社の採算が大損に悪化し、使用済みペットボトルの引き取りを拒否するケースが相次いでいる。業界団体の日本資源再生リサイクル協会(容り協)は補助金支給などの対応を急いでいる。

リサイクル事業会社が10月前後から30%も下販売する使用済みペットボトルを再生したプラスチックの国内価格は現在、今夏の猛暑で使用済みが87円程度、年初の1みみボトルが増えたため

一方、事業会社の使用済みペットボトルの仕入れ価格は年初に高騰した割高な価格で確定され、採算が大損に悪化している。この影響で容り協が2012年度に契約した安全56の事業会社のうち、3割強の19社が市町村からの引き取りを拒否。全国で今年10月から来年3月までに予定していた処理量の約半分の4万トンが受け皿を失い、使用済み

業界の共通では、使用済みペットボトルの全在庫は10月までの4カ月に2倍に急増した。関係のある事業会社は「猛暑の影響もあって昨夏の倍の1日500万本が工場に流れ込み、処理すればするほど赤字が膨らむ状態」と話す。別の事業会社は「保管能力の3割のボトルを埋め、一時的に処理を休止せざるを得なくなった」という。

容り協によると、11年度は全国の市町村が容り協に19万トン(約50億本)のペットボトルを引き取りを要する。事業会社が8割相当

**猛暑で大量消費▶再生品価格下落**

## リサイクル黄信号

使用済みペットボトルから再生したプラスチックの販売価格 (業界調べ)

120 円/キログラム

100 円/キログラム

### 襲撃のイオン全 中国・青島 反日デモ

「青島(中国山東省) 再びはななかった。イオン中国本社の辻晴芳社長は報道陣に「中国が魅力的な市場であることに変わりはない。地域に密着した事業展開に努める」と語り、中国重視の姿勢を変えないことを強調した。黄島店は同日午後、暴徒化した反日デモ隊がガラス製の外壁や店内の陳列棚を破壊。新品の価格を上げて

入札制度の見直し検討

## 日本経済新聞

夕刊  
11月24日  
(土曜日)

発行所 日本経済新聞社  
東京本社 電話03(3270)0251  
〒100-8565 東京都千代田区大手町1-3-7  
大阪本社 電話06(6943)7111  
名古屋支社 電話052(243)3311  
西野支社 電話092(473)3300  
電子版アドレス  
<http://www.nikkei.com/>  
購読のお申し込み  
電話0120-21-4946  
<http://www.nikkei4946.com>

電気・空調・衛生設備 CAD

NEW CAD/Vi/V/E

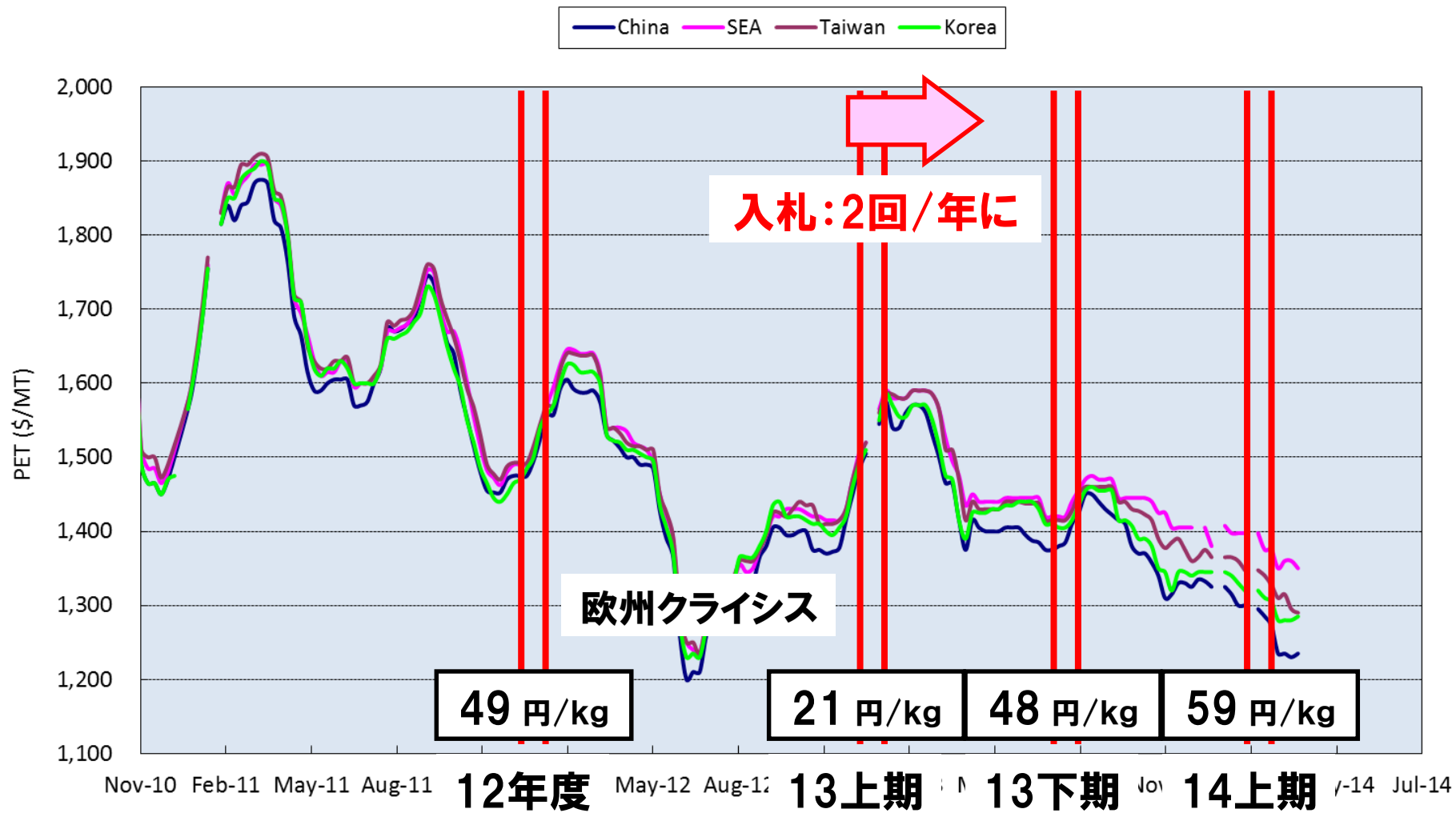
**クラウドで、CADを使おう。**

- 基本料金は0円
- 利用料金は使用分だけ
- 決済はクレジットカード
- お申込みはWebで

[www.webcadd.com](http://www.webcadd.com)

WebCADD 検索

ICIS Price Short-term



**バージンPET価格は下落傾向なのに、落札価格は高騰！**



## 安定供給に向けて！

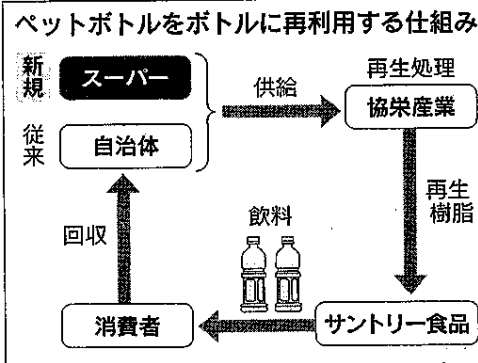
自治体回収≒スーパー店頭回収  
共に家庭から排出されるもので  
高品質(キレイ)

差がないことを調査・検証

## 【今後の課題】

- ◆ 効率的な回収モデル構築
- ◆ コンビニ等への拡大

2013 12 18 日本経済新聞 ⑩



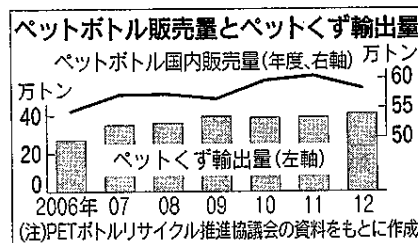
店頭回収したボトルを原料にするのは国内で初めて。サントリー食品は従来、自治体が回収したボトルを利用してきた。自治体から入札で購入する仕組みで、12年の平均的な落札価格は1キロ45円程度。ボトルに使えるようにするには異物除去などの加工が必要で、再生樹脂としての価格は新品樹脂(12年、1キロ313円程度)とほぼ同じ

## サントリー食品

サントリー食品インターナショナルは、ペットボトル原料にスーパーで回収した使用済みボトルを活用する。セブン&アイ・ホールディングスなどから集め、年内に利用を始める。2015年にボトル製造に必要な樹脂の1割近くを店頭回収分で賄う。石油由来の新品樹脂の使用割合を下げ、原油価格が上昇しても容器コストを抑え飲料価格に波及しにくい体制をつくる。

# ペット容器原料 店頭から

## 安定調達でコスト抑制



再生樹脂の利用割合を増やすことで原油価格に連動した原料費変動リスクを緩和できる。使用済みボトルの回収量が増えれば大量処理による加工費の引き下げ余地が広がり、再生樹脂の価格が新品樹脂より安くなる可能性もある。

以上

**ご清聴ありがとうございました。**

今後も様々な機会を通じて業界をリードしながら、国内の資源水平循環に貢献していきます。