

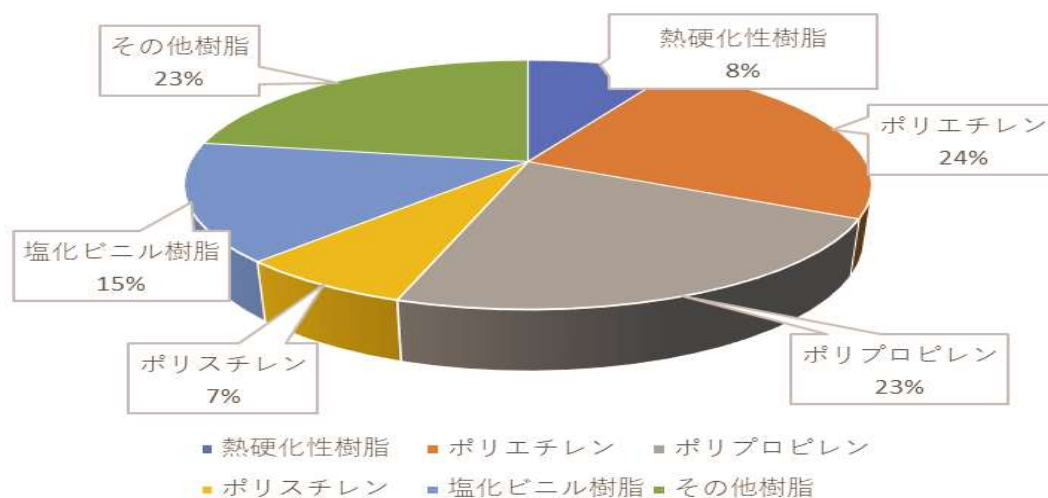
## ポリ塩化ビニル（塩ビ）樹脂製品のリサイクル促進 -プラスチック循環利用のために-

2018年11月14日

塩ビ工業・環境協会専務理事 博士（環境科学） 関 成孝

（※ このプレゼンテーションは演者個人の見解であり、必ずしも塩ビ工業・環境協会の公式見解を反映するものではありません。）

### 塩ビ樹脂は樹脂全体の15%を占める汎用樹脂



プラスチック樹脂生産量の樹脂別シェア(2016)（日本プラスチック工業連盟「プラスチック原料販売実績」から作成）

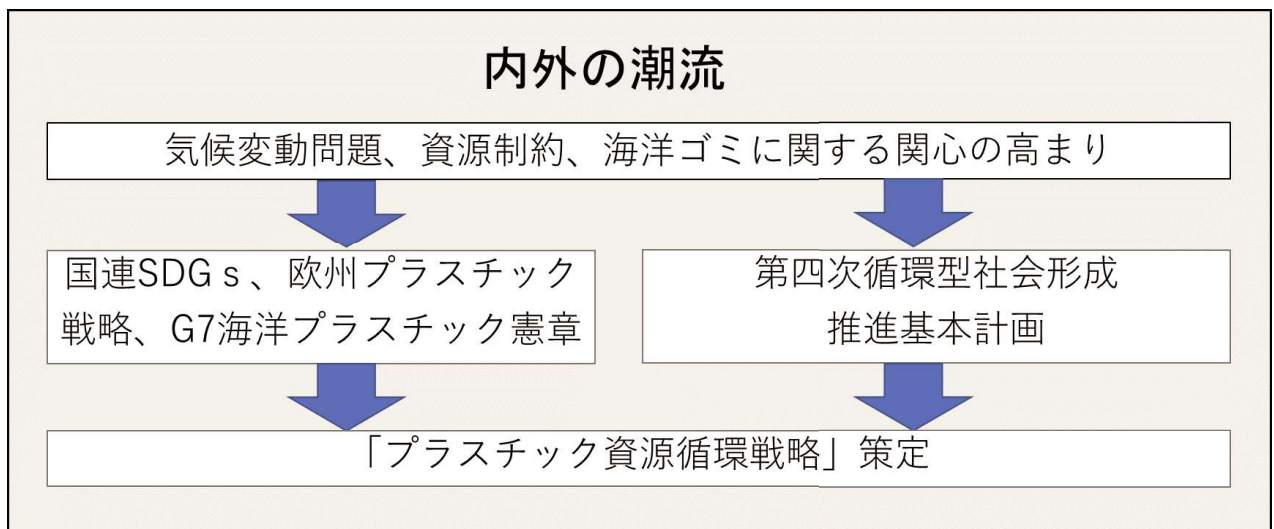
## 塩ビ樹脂製品は主用途が建材。雑貨他でも用途が広い

- ◆ プラ生産量の15%、出荷額の10%
- ◆ エチレンの13%、電解塩素の4割を消費。
- ◆ 建材向けが6割、5年以上使用が7割（PP 20%、PS17%、PE 7%）
- ◆ 耐久性、耐候性、耐腐食性、非結晶性、相溶性
- ◆ 熱分解で塩化水素発生
- ◆ 硬質製品と軟質製品 製品用途が幅広い



3

## なぜ、今、プラスチックのリサイクルか？



4

## プラスチックのリサイクル手法は3つ

分類(日本)	リサイクルの手法	ISO 15270
マテリアルリサイクル (材料リサイクル)	再生利用 ・プラ原料化 ・プラ製品化	Mechanical Recycle (メカニカルリサイクル)
ケミカルリサイクル	原料・モノマー化	Feedstock Recycle (フィードストックリサイクル)
	高炉還元剤	
	コークス炉化学原料化	
サーマルリサイクル (エネルギー回収)	ガス化 油化	化学原料化 燃 料
	セメント原・燃料化 ごみ発電 RPF*1	RDF*2
	Energy Recovery (エネルギーリカバリー)	

\* 1: Refuse Paper & Plastic Fuel (マテリアルリサイクルが困難な古紙と廃プラスチック類を原料とした高カロリーの固形燃料)  
\* 2: Refuse Derived Fuel (生ごみや可燃ごみや廃プラスチックなどからつくられる固形燃料)

5

## 日本では廃プラ利用では高い割合で熱回収

■ 廃プラスチックの総排出量・有効利用量・有効利用率の推移

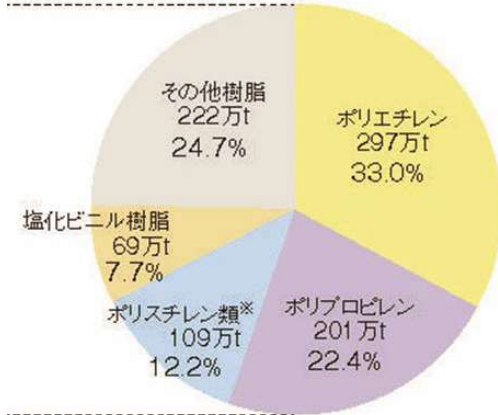
(単位=万t)

年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
廃プラ総排出量	1,013	1,006	1,005	994	998	912	945	952	929	940	926	915	899	
有効利用量	マテリアルリサイクル量	181	185	204	213	214	200	217	212	204	203	199	205	206
	ケミカルリサイクル量	30	29	28	29	25	32	42	36	38	30	34	36	36
	サーマルリサイクル量	364	368	457	449	494	456	465	496	502	535	534	521	517
	合計	575	582	688	692	733	689	723	744	744	767	768	763	759
有効利用率 (%)	57	58	69	69	73	75	77	78	80	82	83	83	84	

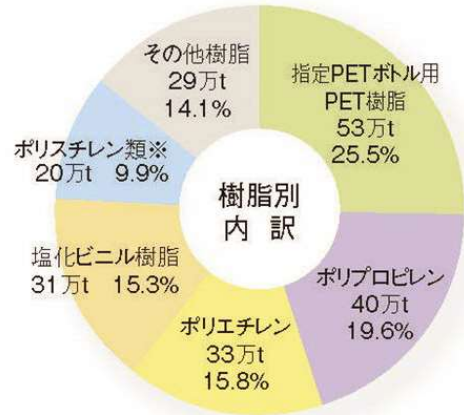
出典: (一社) プラスチック循環利用協会

## 塩ビ樹脂製品は高いMR率を誇る（金属材料に近い）

樹脂別排出量  
全体899万トン



樹脂別マテリアルリサイクル量  
全体206万トン



全体のMR率 =  $206/899 = 23\%$   
 塩化ビニル樹脂のMR率 =  $31/69 = 45\%$

※ポリスチレン類：AS、ABS含む

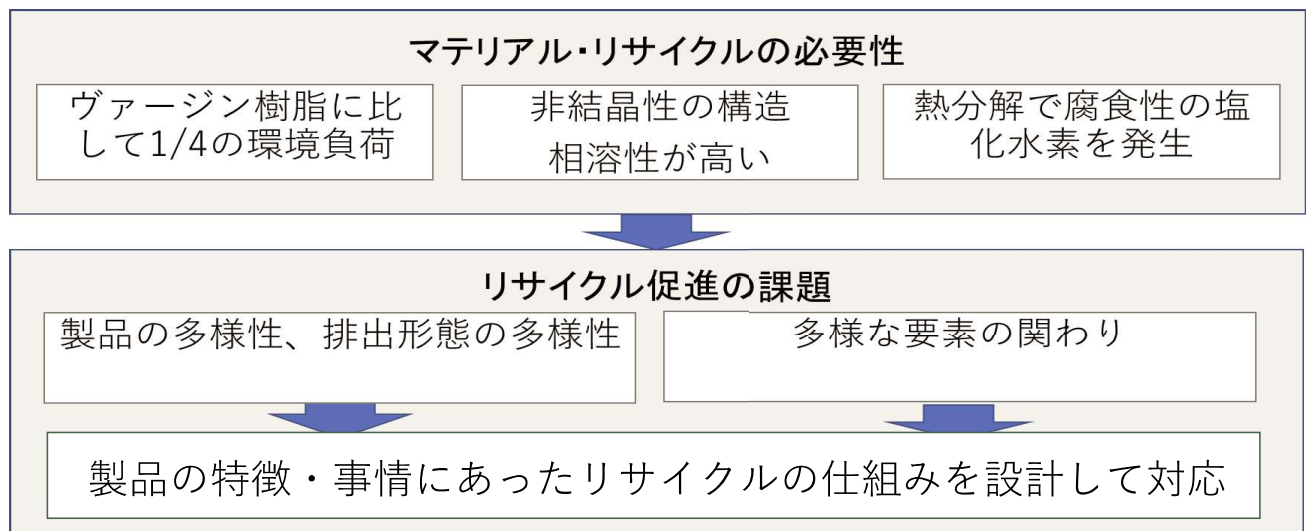
プラスチック循環利用協会：2016年のプラスチック・マテリアル・フロー(2016)から

## 塩ビ樹脂製品はそもそも長寿命 = 省資源型



汎用樹脂製品の用途別耐用年数(出典:塩ビ工業・環境協会)

## 塩ビ樹脂製品はMRの促進を志向。



9

## (参考) プラスチック資源循環戦略で検討中の努力目標

- ① 2030年までに、ワンウェイのプラスチック（容器包装等）を累積で25%排出抑制
- ② 2025年までに、プラスチック製容器包装・製品のデザインを、容器包装・製品の機能を確保することとの両立を図りつつ、技術的に分別容易かつリユース可能又はリサイクル可能なものとする
- ③ 2030年までにプラスチック製容器包装の6割をリサイクル又はリユースし、かつ、2035年までにすべての使用済プラスチックを熱回収も含め100%有効利用
- ④ 2030年までに、プラスチックの再生利用を倍増するよう目指す
- ⑤ 2030年までに、バイオマスプラスチックを最大限（約200万トン）導入するよう目指す

10



# PVC製品業界のリサイクル取組み概要

PVC製品	関連団体	取組概要	再生品
塩ビ管・継手	塩化ビニル管・継手協会	全国に74の受け入れ拠点を配置し、回収されたパイプを買い取りパイプ製造メーカーへ売却。毎年2万t以上をリサイクル。震災の被災管リサイクルに貢献	三層管、排水用塩ビ管(REP管)
	塩ビリサイクル排水管協会	宮城県で使用済み塩ビ管のリサイクルを推進 震災の被災管リサイクルに貢献	排水・通気用塩ビ管
農業用ハウス	農業用フィルムリサイクル促進協会	全国に農家、農協、市町村からなるリサイクルのための協議会を設置し、リサイクルを推進。毎年約2万tをリサイクル	床材、タイルカーペット裏面層
壁紙	日本壁装協会	規格外品、施工端材、解体・リフォーム時の剥がし材の回収・リサイクル方法の検討。広域認定制度利用によるリサイクルの推進中	養生敷板、タイルカーペット裏面層、猫砂
床材	インテリアフロア工業会	広域認定取得によりゼネコンと提携して施工時に発生する余材、端材の回収とリサイクルを推進	床材
タイルカーペット	日本カーペット工業組合	製造工程で発生する原材料屑や施工現場で発生するカーペット端材のリサイクルを推進	タイルカーペットの裏面層
サッシ	樹脂サッシ工業会 日本サッシ協会 塩ビ工業・環境協会	塩ビサッシリサイクルワーキンググループを結成し、将来北海道で排出量が増えるとされる塩ビサッシリサイクルの実証試験を実施	サッシ、サッシ部材、パイプ
電線	電線工業会	電力用電線、通信用ケーブル、ビル用配電線などの回収とリサイクルを推進	電線、養生敷板

11

## リサイクルには多くの条件を満たす必要がある

### 市場と技術的な要素

相当量の廃材が回収できる  
廃材の処理能力が十分ある  
再生材の需要がある  
再生材の品質が安定  
再生材使用製品の品質が安定

### 経済的要素

分離回収費用  
廃材等運搬費用  
廃材処理加工費用  
再生材付加価値  
管理費用

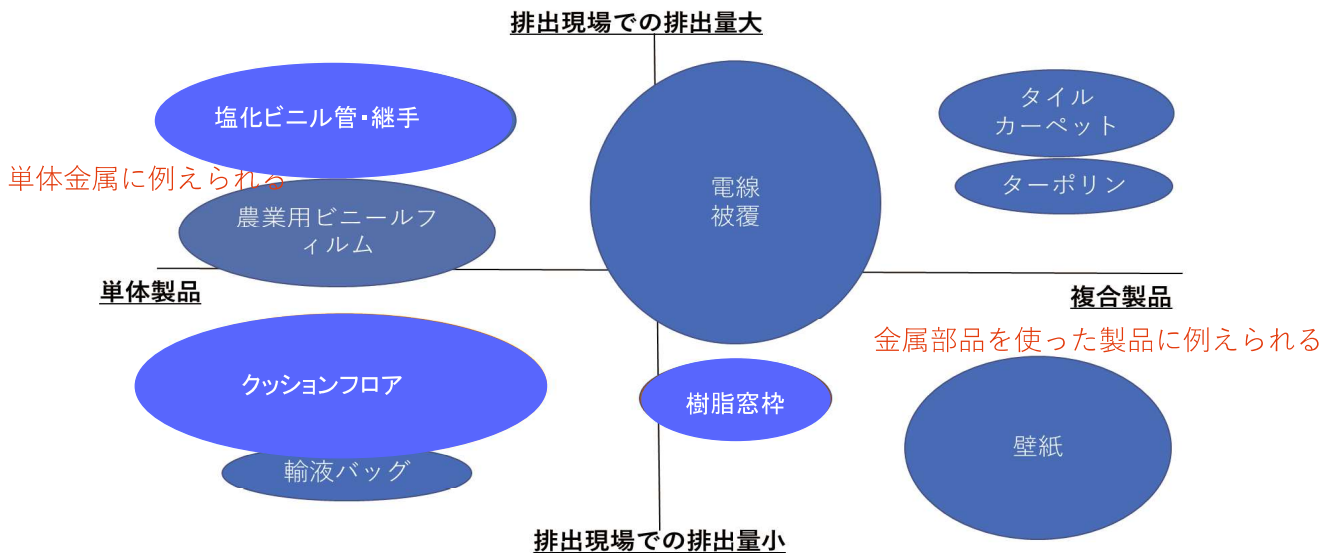
(最終処分と比べリサイクルが費用的に同等か有利)

### 制度と体制的要素

廃棄物処理、リサイクル関連法規制の順守・活用  
グリーン調達を活用  
川上から川下に至る関係企業・業界の連携  
リサイクルに積極的に取り組むことによるメリットの活用

12

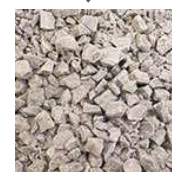
## 製品が多様故にそれぞれのリサイクルの仕組みが必要



13

## 塩化ビニル管・継手の事例

- ① 塩化ビニル・継手市場
  - ◆塩ビ樹脂の主要な需要分野。ピーク時に年間50万ト、近年30万ト強
  - ◆60年前から上下水道用で普及。埋設管は50年以上の寿命。
- ② 排出とリサイクルの実態
  - ◆自治体による上下水道更新の際の排出、建物解体時の排出。
  - ◆多くが埋設されたまま。年間の排出推計量は35,000ト
- ③ 仕組みづくり前のリサイクルの実態
  - ◆零細中間処理業者、再生製品製造業者が低品質な再生材・製品を製造
- ④ 規制強化の動き
  - ◆リサイクル関連法の強化の動き（90年代）



14

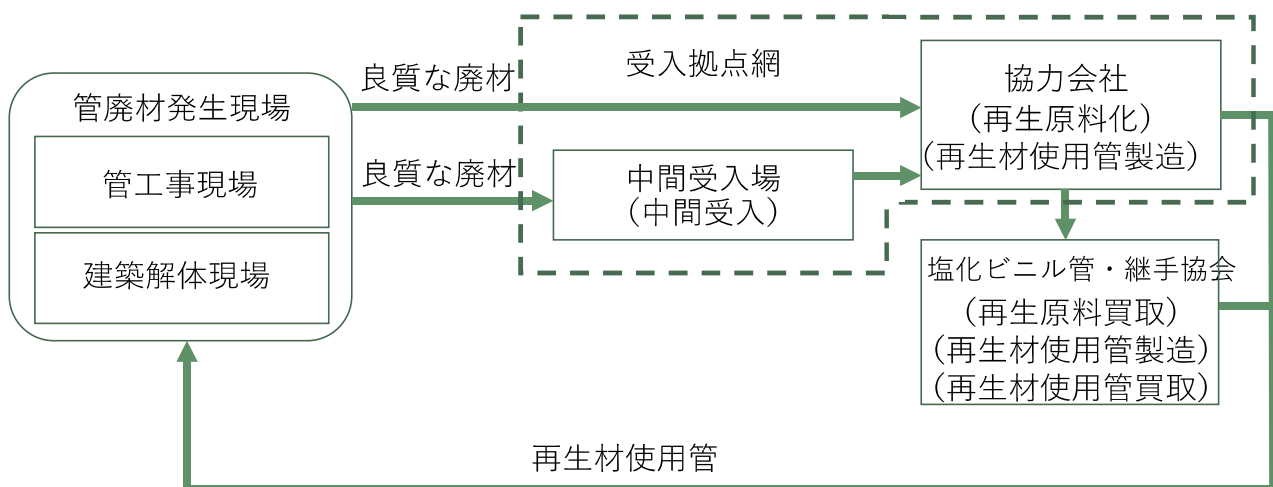
## 初期のリサイクル・システムの設計

- ① 既存のリサイクル企業と共棲。塩化ビニル管・継手協会が能力と信頼のある企業と協力。協力会社へ定額・従量の協力金を支払う。協力会社には処理設備（粉砕機）を貸与（後に無償譲渡）
- ② 良質な廃材の有価で引き取る。受入れ拠点の全国網を整備する（2002年以降、協力企業でカバーできない地域には中間受入場導入。運搬業者を手配し協力企業に運搬）
- ③ 再生材利用製品に協会規格を設定
- ④ 協力企業が処理した再生材、及び、再生材利用製品は、企業が希望すれば協会が買い取る。

注：初期とは制度発足の1998年～2002年の廃材回収全国網整備迄

15

## 初期のリサイクル・システムにおけるフロー図



初期とは制度発足から廃材回収の全国網を整備するまでのもの（1998～2002）

16



## 初期のリサイクル・システムの運用結果

- リサイクル量 4,000トン（1998） → 6,790トン（2002）
- 協力会社 11（1998） → 21（2002）
- 再生材利用製品規格：ほとんど再生樹脂の管：AS-58（1999） コア発泡三層管AS59（2000） コア無発泡三層管AS62（2000）

17

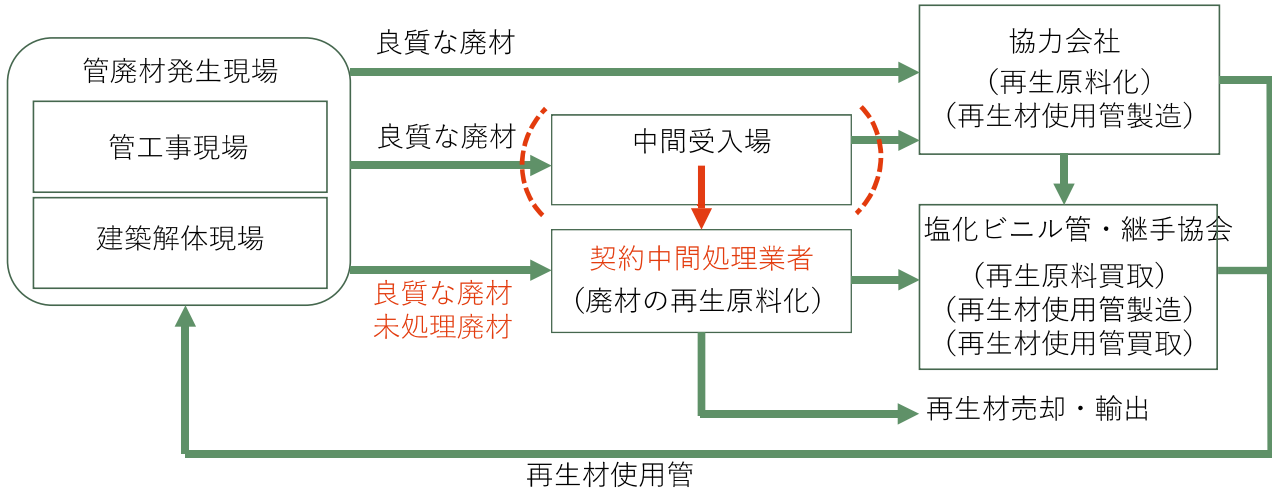
## リサイクル・システムの改善(2004以降)

### 契約中間処理業者を導入

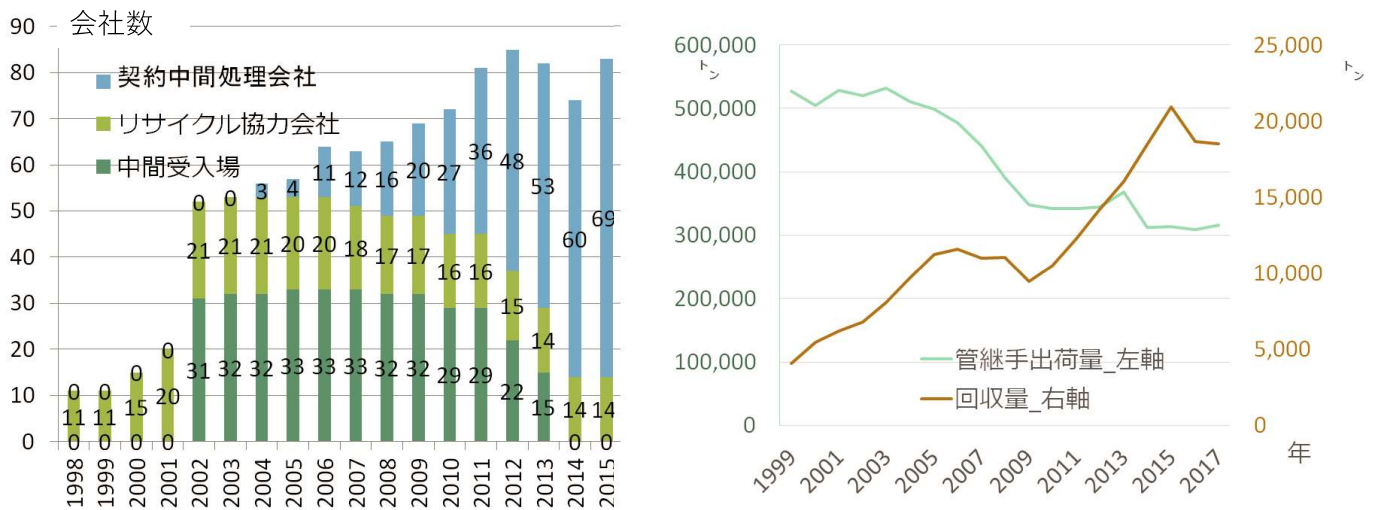
- 良質な廃材は有価で、そうでないものは有償で受け入れる
- 処理した再生材は、業者が欲すれば協会が買い取る
- 契約中間処理業者には金銭的インセンティブを出さない
- 契約中間処理業者がカバーする範囲の中間受入場を廃止

18

# リサイクル・システムの改善後のフロー図



# 協力会社等と廃材回収量の推移



Seki, S. & Yoshioka, T. J Mater Cycles Waste Manag (2017) 19: 21-31に最新のデータを加えて作成

## 改善されたシステムの成果

市場と技術的要素	結果的に品位の低い廃材も取り込み、品位に合わせた用途にリサイクルする弾力的なシステムとなる
経済的要素	リサイクル量は2万トに拡大する一方で、総費用が1／3に削減された。kgあたりコストは当初の1/10以下に削減され大きな改善となった。
制度と体制的要素	中間処理業者は導入当初（2003）の3社から48社（2012）に増加し無形のメリットが大きいことが立証された。中間受入場は全廃でき、協力会社と中間処理業者の一本化への道筋ができた。

21

## 塩ビ製壁紙張替時廃材のリサイクル事例

### ① 壁紙の排出量

- 年間10万トン強。6割が新築、残りがリフォーム。
- 新築は減る一方、リフォームの割合は増える。

### ② 施工現場での排出実態

- リフォーム施工現場では、使用済み壁紙、新壁紙端材、パテ、梱包資材、養生資材他、多種の廃材が小ロットで排出。一現場では全て合わせて平均126kg。
- 施工後、施工業者が廃材をひとまとめにして持ち帰り産業廃棄物として処理。廃棄物処理の認可を持たない施工業者が廃材を持ち帰ることは法律上グレー。

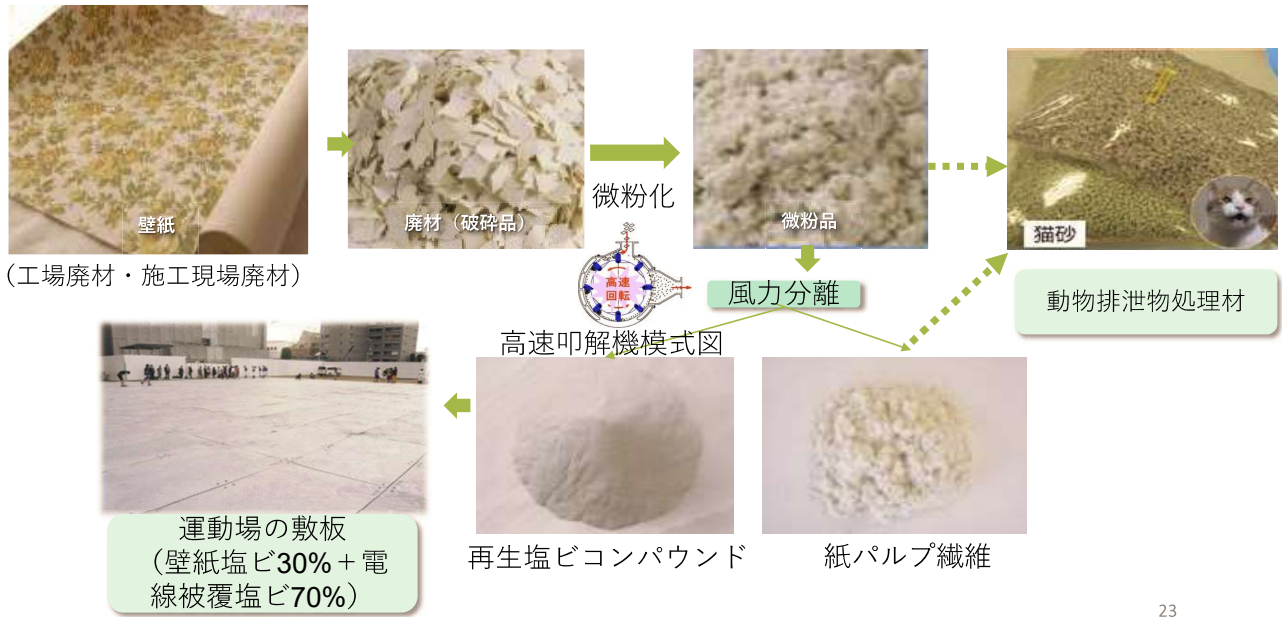
### ③ 仕組みづくり前のリサイクルの実態

- 製造時、流通段階の未使用品は一部がリサイクル。
- 使用済み壁紙他の廃材はほとんど埋め立て



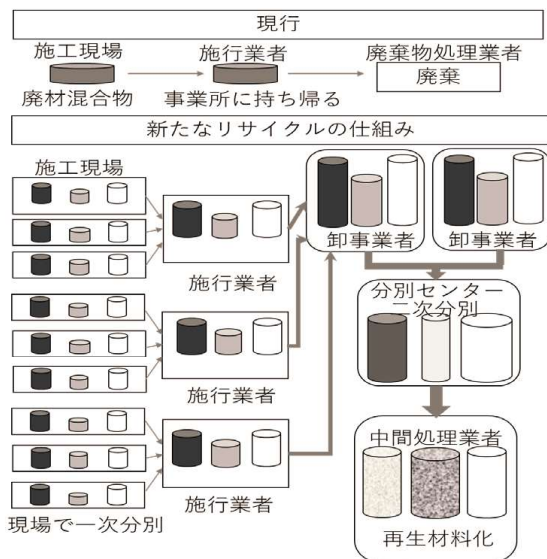
22

# 塩ビ製壁紙張替時廃材のリサイクル事例



23

# 考案されたリサイクル・システム



- ① 現場で作業に大きな負担とならない範囲で一次分別
- ② 施工業者が分別した廃材を持ち帰り一時保管
- ③ 施工業者が保管した廃材を荷受けの車で卸業者に運ぶ
- ④ 卸業者で保管した廃材が十分な量となったところで「分別センター」に搬送する
- ⑤ 分別センターで再分別した廃材を中間処理業者に渡し再生原料化

24

# 実証試験結果

## 施工現場における一次分別

	内容	重量(kg)	回収袋数
W1	使用済壁紙	36.8	6
W2	包装紙	2	1
W3	包装用プラスチック細帯	2	1
W4	パテ残渣	5	1
W5	コーナービート	1	1
W6	新しい壁紙の端材と壁紙接合面をカッターから保護するフィルム	28.5	3
W7	養生用紙	4	1
W8	養生用プラスチックシート	7.3	2
W9	塵	1	1
	合計	87.6	17

## 分別センターでの二次分別と最終用途

内容	用途	重量(kg)	%
使用済壁紙 (W1)及び汚れのない新しい壁紙端材 (W6)	猫砂	57.0	71.9
		4.0	
		2.0	
養生用紙 (W7)	プラスチック再生材	7.3	10.6
包装紙 (W2)		2.0	
保護フィルム (W6) と養生用プラスチック (W8)	RPF材料	8.3	17.5
包装用プラスチック細帯 (W3)		5.0	
使用済壁紙と新しい壁紙で汚れたもの (W1, W6)		1.0	
パテ残渣 (W4)	RPF材料	1.0	17.5
コーナービート (W5)		1.0	
汚れたプラスチックと塵 (W6, W8, W9)	合計	87.6	100.0

二次分別に作業員1人30分。処理費用は汚れのない紙、プラ以外の72.3kgに15.1円/kg

# 試行実験から推計された費用

分別費用	$(25,000\text{円}/\text{d}) / (8\text{h}/\text{d}) \times (1/2\text{h}) / (0.7\text{m}^3) = 2,230\text{円}/\text{m}^3$
回収・運搬費用	$17,000\text{円}/12\text{m}^3 = 1,420\text{円}/\text{m}^3$ (2tトラック)
処理費用	$((72.3\text{kg} \times 15.1\text{円}/\text{kg}) / 0.7\text{m}^3) = 1,560\text{円}/\text{m}^3$
管理費用等	(袋・ラベル代=874 円/ $\text{m}^3$ ) + (一般管理費=1,100円/ $\text{m}^3$ )
総費用	7,184円/ $\text{m}^3$ (東京都の廃棄物処理コストは7,300円/ $\text{m}^3$ )



## 経済性がでる規模の検証(試算根拠)

廃材発生量	収入	費用	費目
126kg			現場での廃材の平均的発生量 (1.05 m <sup>3</sup> )
15袋			現場での廃材回収に要する袋の数
	510円/袋		施工業者から徴収する回収代金
		17,000円/回	廃棄物輸送単価 (2トトラック一回)
		2,230円/m <sup>3</sup>	二次分別費用
		1,560円/m <sup>3</sup>	処理 (再生資源化) 費用
		30~20円/袋	回収袋の費用 (1000袋で30円、3000袋で27円、5000袋で25円、10000袋で20円)
		3~2円/枚	QRコードを印刷するシールの費用 (3000迄3円、5000以上で2円)
		1,100/m <sup>3</sup>	システム管理費用

27

## 経済性がでる規模の検証(試算式)

収入	回収袋代	= 施工現場数 x (510円/袋 x 15 (袋))
支出	輸送費	= 輸送回数 x (1/積載率) x 輸送単価 = (施工現場数 x 0.126/2) x (1/積載率) x 17,000円
	二次分別費	= 廃材量 (m <sup>3</sup> ) x 分別費単価 = (施工現場数 x 1.05 m <sup>3</sup> ) x 2,230円/m <sup>3</sup>
	処理費	= 廃材量(m <sup>3</sup> ) x 処理単価 = (施工現場数 x 1.05 m <sup>3</sup> ) x 1,560円/m <sup>3</sup>
	運営費	= (袋代+ラベル代) + 管理費 = (施工現場数)x(((30~20円) x 15)+(1.05 m <sup>3</sup> x 1,100円/m <sup>3</sup> ))

Seki, S. Yamashita, Y. Kamikawaji, S. Buekens, A. & Yoshioka, T. J Mater Cycles Waste Manag (2018).  
doi.org/10.1007/s10163-018-0761-2

28

## 回収現場数とシステム運営の収支計算値

運搬の積載率を70%と想定した場合の収支計算結果

現場数	500	1,000	3,000	5,000	10,000
総収入 (百万円)	3.83	7.65	22.95	38.25	76.5
総コスト (百万円)	4.08	7.92	23.13	36.99	71.17
収支(百万円)	-0.25	-0.27	-0.18	1.26	5.33

29

## 収支に対する積載率の影響

運搬の積載率の変化による収支計算結果 (単位：百万円)

施工現場数		3,000	5,000	10,000
積載率60%	総収入	22.95	38.25	76.5
	総コスト	24.91	38.33	73.24
	収支	-1.96	-1.96	3.26
積載率70%	総コスト	23.13	36.99	71.17
	収支	-0.18	1.26	5.33
積載率75%	総コスト	22.7	36.45	70.3
	収支	0.25	1.8	6.2

30

## 主体的に変えることができる場所はどこか？

### 市場と技術的な要素

相当量の廃材が回収できる  
廃材の処理能力が十分ある  
再生材の需要がある  
再生材の品質が安定  
再生材使用製品の品質が安定

### 経済的要素

分離回収費用  
廃材等運搬費用  
廃材処理加工費用  
再生材付加価値  
管理費用  
システム利用料金が相応  
最終処分に比してリサイクルが費用的に有利

### 制度と体制的要素

廃棄物処理、リサイクル関連  
法規制の順守・活用  
グリーン調達  
川上から川下に至る関係企業・業界の連携  
リサイクルに積極的に取り組むことによるメリットの活用

31

## 技術によるアプローチ例

### ① 技術開発

- ・分離技術 → 再生材の品質向上・安定
- ・用途開発 → 再生材使用製品の需要開拓、品質安定

### ② 規格・基準の設定

- ・廃材受入基準 → 回収廃材の品質確保
- ・再生材受入基準 → 再生材の品質確保
- ・再生材使用製品基準 → 再生材使用製品の品質確保  
→ グリーン調達へ

### ③ ITによる追跡システム

- ・クラウドシステム、スマホ等情報端末の活用による廃棄物管理

32

## システム設計によるアプローチ例

### ① 分離・回収・運搬

- 二段階分別 → 小ロットへの対応
- 帰り車等の活用、循環回収 → 集積、運搬の効率化

### ② 広域認定制度の活用

- 回収、集積、運搬の効率化

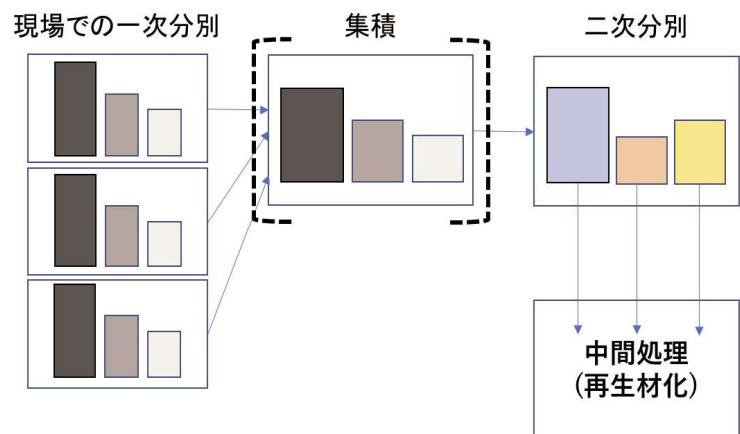
### ③ 優良な中間処理業者等の選定

- 中間処理業者の信用向上によるビジネス拡大

33

## 分離・回収の改善策の一例：二段階分別

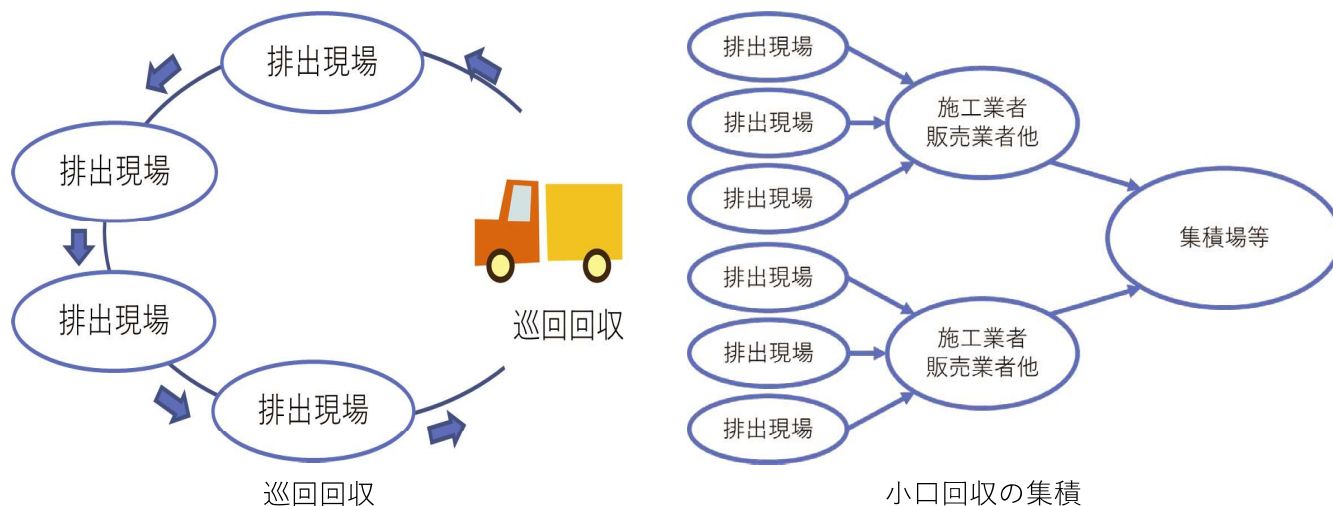
施工工程	排出される廃材例
使用済み材撤去	使用済み材
資材開梱	包装資材（包装紙、フィルム、紐など）
施工準備	施工面補修材等
新品施工	新品端材、施工補助資材等
片付け	養生資材、ごみ、塵他



現場に無用の負担をかけない分別、及び、輸送コストをかけずに量をまとめることが必須

34

## 回収効率化対策の例



排出のタイミングがそろそろ、あるいは現場で一定量、廃材を蓄積できるなら巡回回収が可能  
排出量が小さい場合は帰り車や、荷受けに向かう車を廃材運搬に利用（広域認定が必要）

35

## 鍵を握るのは関係者間の協力

### ① 塩ビ管の事例

- 塩化ビニル管・継手協会（製造業者団体）が地方自治体（施工者、排出者）及び、中間処理業者と連携

### ② 農業用ビニルフィルムの事例

- フィルムメーカー、JAがNAC（農業用フィルムリサイクル促進協会）を組織。NACが地域協議会を組織。地域JA、自治体と連携し回収。JAからは農家に回収日時場所・方法など連絡。

### ③ 壁紙の事例

- 日本壁装協会（壁紙メーカー、施工業者団体）において関係者が協力

### ④ 床材（長尺）の事例

- インテリアフロア工業会がゼネコンらと協力

排出のタイミングがそろそろ、あるいは現場で一定量、廃材を蓄積できるなら巡回回収が可能  
排出量が小さい場合は帰り車や、荷受けに向かう車を廃材運搬に利用（広域認定が必要）

36



## 他の塩ビ製品でもそれぞれ様々な協力が前提

(塩ビ床材)

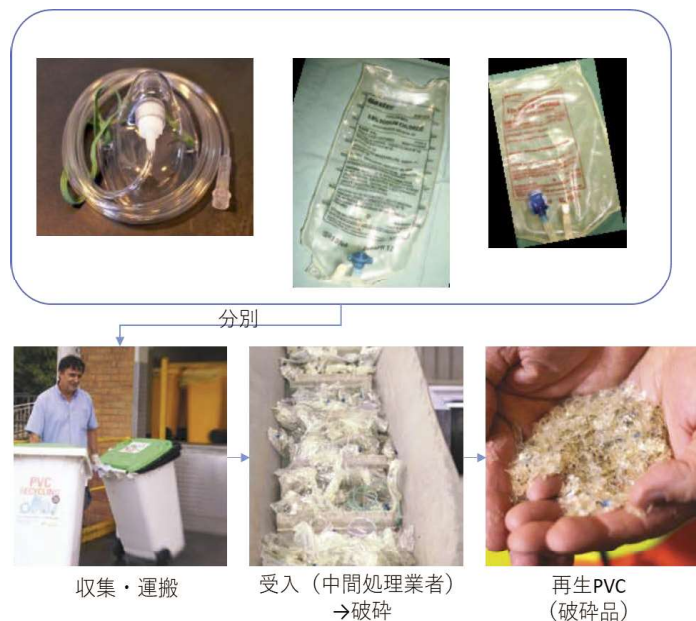
- 農ビ再生材などが原料の一部として利用される。
- インテリアフロア工業会 (IFA) がゼネコン、中間処理業者らと協力。
- 施行現場で発生した端材・余材を回収し、中間処理施設で破砕等処理してIFA加盟各社が再び床材の原料として活用。
- 2009年度からは建築物の改修・改装現場で発生する使用済み置きビニル床タイルも回収。



37

## 医療製品でも新たな取組が

- 欧州、豪州、南アの医療現場で、新たなリサイクルの試行 (PVCMed) が行われている。
- 忙しい医療現場において、感染される恐れのない製品のなかから、輸液バッグなど分別しやすいものを選択。
- 良質の再生材が得られることに加えて、医療廃棄物の排出削減により処理費用の節約に繋がることが期待される。
- 現場での分別が最重要。リサイクルの重要性と分別回収の仕方を理解してもらうための取組が、産業界と医療機関との連携により行われている。



38



**塩ビ工業・環境協会**

Vinyl Environmental Council

[www.vec.gr.jp](http://www.vec.gr.jp), [info@vec.gr.jp](mailto:info@vec.gr.jp)

Tel. 03-3297-5601, Fax. 03-3297-5783