

回収されたプラスチック種類別の有効利用率の推定

Q. 当協会ルートで回収されたプラスチックはその種類ごとに何%くらい有効に利用（再商品化製品としてリサイクル）されているのでしょうか？

A. それを正確に把握することは困難ですが、いくつかの仮定のもとでプラスチックの種類別に有効利用率を推定することができます。

材料リサイクル手法に限って推定した結果は下記の通りとなり、PEやPPは比較的有效に利用されていますが、PSやPETはあまり利用されておらず、それらは残さに回っていることとなります。

現在残さとなっている部分からの資源回収を技術的、制度的に推進することにより、プラスチック資源の有効利用率をより高める必要があると考えます。

表 1. プラスチック種類別の有効利用率
(材料リサイクル、収率50%仮定時)

プラスチック名	PE	PP	PS	PET
有効利用率 (%)	67	83	25	3

今回の推定方法については、以下の【参考】を参照してください。

ボール・製品・残さを構成するプラスチック

全体を概観しやすくするために、引取ボール量を100として、再商品化率（収率）を50%と仮定したときの再商品化製品と残さをそれぞれ構成するプラスチック量を図で示すと以下ようになります。

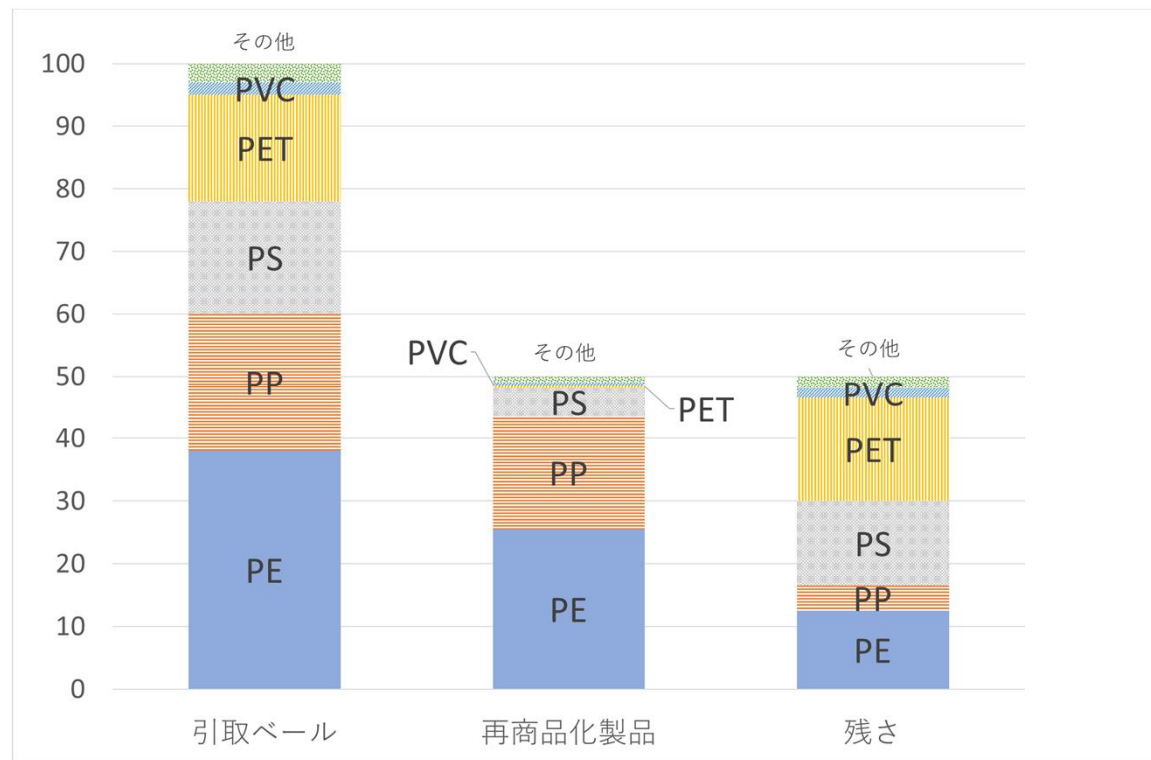


図1. ボール・製品・残さを構成するプラスチック
(材料リサイクル、収率50%仮定時)

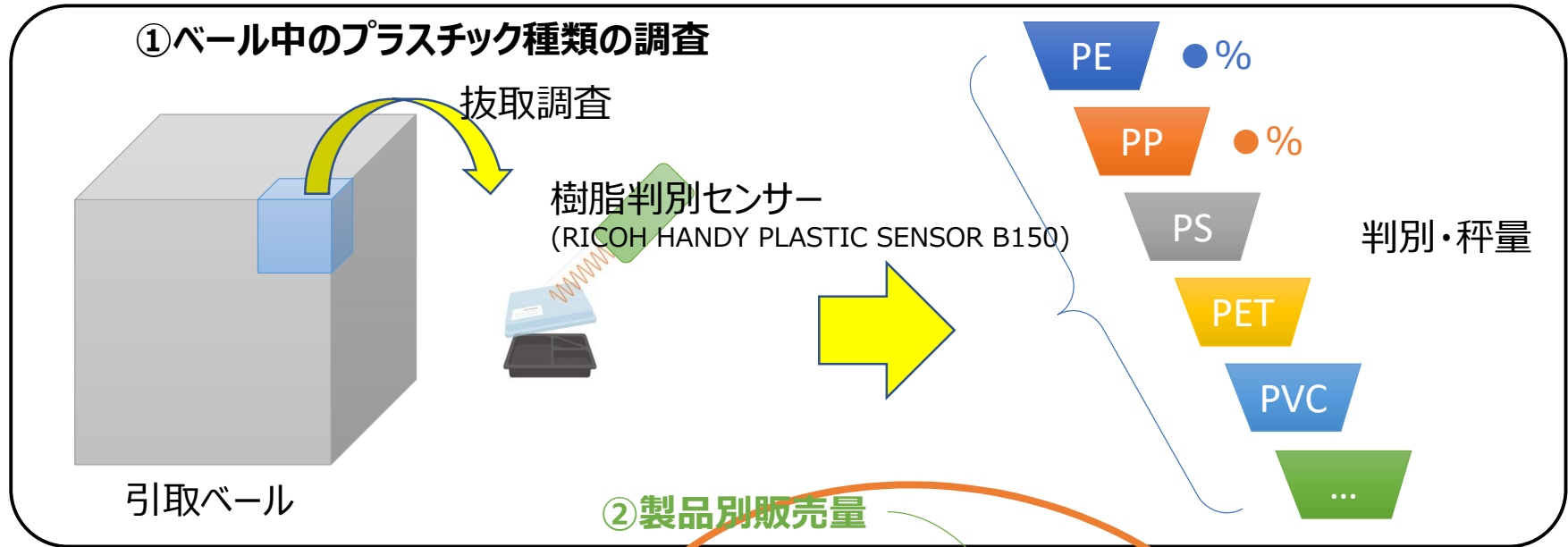
【参考】プラスチック種類別有効利用率の推定方法

当協会ルートのプラスチック再商品化（材料リサイクル）において、プラスチックの種類別に再商品化製品となって有効にリサイクルされた割合について、以下のような手順・方法で推定を行いました。

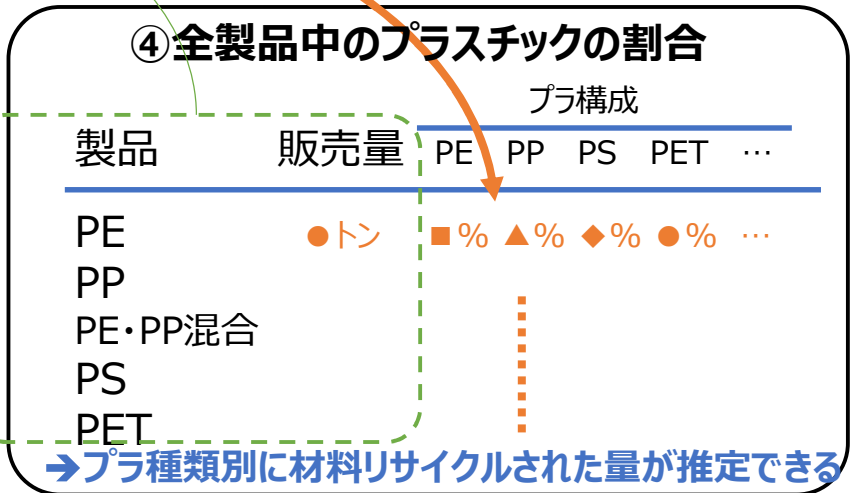
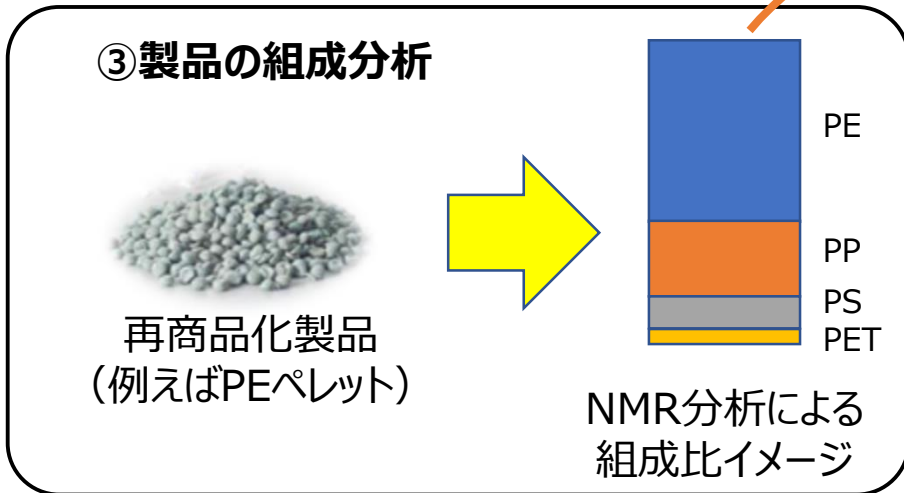
- ① 市町村からの引取べールに含まれるプラスチックの構成を推定する。
樹脂判別センサーを用いた分別基準適合物と分別収集物についての抜取調査等を参考にする。
- ② 材料リサイクル事業者によってリサイクルされた製品（再商品化製品）別の販売量を集計する。
- ③ 各再商品化製品に含まれるプラスチック種類別の割合を、NMR分析によって求める。
- ④ ②、③を組み合わせて、再商品化製品中に含まれるプラスチックの構成を推定する。

次頁に上記のイメージ図を示します。

プラスチック種類別再商品化率の推定方法（図）



② 製品別販売量



① 引取ベールに含まれるプラスチックの構成

引取ベール中のプラスチックの構成については、①令和5年度に協会が実施した一部市町村の分別基準適合物及び分別収集物ベールの調査結果（計10回）と②樹脂別包装・容器出荷数量構成比を用いて、下記のように推定しました。

表2. 引取ベールに含まれるプラスチックの構成の推定 (単位：%)

調査等		樹脂種	PE	PP	PS	PET	PVC	その他	合計
① 5施設のベール調査	分別基準適合物		39	20	18	18	2	3	100
	分別収集物		36	23	18	17	2	4	100
②樹脂別包装・容器出荷数量から推定した構成比			40	22	19	15	2	2	100
上記の平均			38	22	18	17	2	3	100

注1:①は4市5施設について、樹脂判別センサーを用いてプラスチック（樹脂）の種類を調べたものです。PETにはPETGと判別されたものを含みます。

注2:②は**包装技術** Vol.7(2023)を参考にし、PETについてはボトルを除いたフィルム、シートを集計した構成比です。PEはLDPE、HDPE、EVAの合計です。

注3:①はごく一部の抜取調査であり、必ずしも引取ベールの代表値とは言えませんが、②と近い数値であることから、引取ベールのプラスチック構成の代表値としてこれらの単純平均を用いました。

② 再商品化製品の販売量

下の図表は、材料リサイクル事業者が協会の再商品化事業を通して令和4～5年度に販売した再商品化製品の量を集計したものです。なお、「PE・PP混合」とはPEとPPの合計量が当該製品の主たる成分となる製品を指します。

表3. 再商品化製品別の販売量

製品名	令和4年度		令和5年度		R4~R5合計	
	販売量トン	構成%	販売量トン	構成%	販売量トン	構成%
PE	50,925	26.5	51,865	28.4	102,790	27.4
PP	30,796	16.0	32,021	17.5	62,817	16.7
PE・PP混合	96,466	50.2	84,602	46.2	181,068	48.3
PS	13,975	7.3	14,363	7.9	28,338	7.6
PET	70	0.0	73	0.0	143	0.0
合計	192,232	100.0	182,926	100.0	375,158	100.0

③,④ 製品に含まれるプラスチック(1/3)

協会は材料リサイクル事業者に対して行う総合的評価において、単一素材製品であるPE及びPPについては、NMR（核磁気共鳴スペクトル）法により、当該製品に含まれる主要なプラスチックの割合を分析しています。

令和4～5年度に行った分析結果は以下の通りです。なお、ばらつきを含めた分析精度等を考慮して整数%に丸めています。

表4. 単一素材製品（PE、PP）中のプラスチックの割合

製品名	PE%	PP%	PS%	PET%	PVC%	不溶分%	合計
PE	80	14	2	1	1	2	100
PP	16	78	2	1	1	2	100

③,④ 製品に含まれるプラスチック(2/3)

「PE・PP混合」製品におけるプラスチックの割合は、PE製品、PP製品の販売量と上表のPE%、PP%とから算出されるPEとPPの比率がPE・PP混合製品中の割合になると仮定し、PE、PP以外のプラスチックの割合は、PE製品、PP製品と同一と仮定しました。また、PS製品とPET製品においては、それぞれPSとPETが純度100%と仮定しました。

最終的に各製品に含まれるプラスチック量を推定するために用いた推定比率は下記の通りです。

表5. 各製品中に含まれるプラスチックの割合（一部は仮定値）

製品名	製品中に含まれるプラスチックの割合					
	PE	PP	PS	PET	PVC	その他
PE	80%	14%	2%	1%	1%	2%
PP	16%	78%	2%	1%	1%	2%
PE・PP混合	56%	38%	2%	1%	1%	2%
PS	0%	0%	100%	0%	0%	0%
PET	0%	0%	0%	100%	0%	0%

③,④ 製品に含まれるプラスチック(3/3)

以上の仮定から、販売製品ごとにその中に含まれるプラスチックの割合を推定し、そこから算出される全製品に含まれるプラスチックの割合を下記のように推定しました。

表 6. 製品中のプラスチック種類別の量と全製品に占める各プラスチックの割合

製品名	R4~R5 販売量トン	製品中に含まれるプラスチック量 (トン)					
		PE	PP	PS	PET	PVC	その他
PE	102,790	82,232	14,391	2,056	1,028	1,028	2,056
PP	62,817	10,051	48,997	1,256	628	628	1,256
PE・PP混合	181,068	100,898	69,306	3,621	1,811	1,811	3,621
PS	28,338	0	0	28,338	0	0	0
PET	143	0	0	0	143	0	0
合計	375,158	193,181	132,694	35,272	3,610	3,467	6,934
全製品に占める割合 (整数に丸め)		PE%	PP%	PS%	PET%	PVC%	その他%
		51	36	9	1	1	2

プラスチック種類別の有効利用率の算出

製品中のプラスチックの構成を再商品化率（収率）で換算し、それとベール中のプラスチックの構成とから、プラスチック種類別の有効利用率を推定することができます。

収率45~50%の場合、PEは6割以上、PPは約8割が有効に利用されていますが、PSは約2割、PETに至っては3%しか利用されていないことになります。

表7. ベール、製品のプラスチック構成と有効利用率

	ベール中の構成 (A)	製品中の構成	収率換算した製品中の構成 (B)		有効利用率 (C=B/A)	
			収率50%の場合	収率45%の場合	収率50%の場合	収率45%の場合
PE	38	51	25.5	22.95	67%	60%
PP	22	36	18	16.2	83%	75%
PS	18	9	4.5	4.05	25%	22%
PET	17	1	0.5	0.45	3%	3%
PVC	2	1	0.5	0.45	※PVCについては、PVC製品として再商品化されているわけではないので、有効利用率の計算から除外しています。	
その他	3	2	1	0.9		
合計	100	100	50	45		

有効利用率に影響を与える因子

最終的に得られた有効利用率の妥当性（信頼性）に影響を与える因子としては、次のようなことが考えられます。

- I. 引取ベールに含まれるプラスチックの構成（手順①）に関して、
 - 1) 一部の市町村ベールのさらにごく一部のサンプリング結果であること（5施設×2回=計10回、約5kg/回）。
 - 2) 複数のプラスチックからなるフィルムの表層（数 μm ）に強く影響される、濃い着色、アルミ蒸着等、樹脂判別センサーの限界（誤判別や判別不能）があること。

- II. 製品の組成分析（手順③）において、
 - 1) NMR分析が微量分析（試料約20mg/回）であること。
 - 2) 上記結果をまとめるにあたり、PE単一、PP単一製品について単純平均を取り、さらにその結果をPE・PP混合製品に展開したこと。
 - 3) PS製品とPET製品について、その純度を100%と仮定したこと。

今回の有効利用率の推定値については、上記の因子が影響して変動する可能性があります。定性的な結論を変えなければならないほどには大きくないと考えています。

残さに含まれるプラスチック

有効に利用されていない（再商品化製品に含まれていない）プラスチックは残さになるわけですが、実施にはどの工程（手選別、比重選別等）で発生した残さかによって、それに含まれるプラスチックの割合は異なります。

残さ全体としてみれば、そこに含まれるプラスチックの割合は以下のようになり、PETやPSが多く含まれているものの、PEは2割以上含まれるなど、残さから特定のプラスチックをさらに回収して再商品化するのは簡単ではないことが予想されます。

表8. 残さ中のプラスチック構成

	バール中の構成 (A)	収率50% (残さ50%) の場合			収率45% (残さ55%) の場合		
		製品中 (B)	残さ中 (C=A-B)	残さ中の割合(%)	製品中 (B)	残さ中 (C=A-B)	残さ中の割合(%)
PE	38	25.5	12.5	25	22.95	15.05	27
PP	22	18	4	8	16.2	5.8	11
PS	18	4.5	13.5	27	4.05	13.95	25
PET	17	0.5	16.5	33	0.45	16.55	30
PVC	2	0.5	1.5	3	0.45	1.55	3
その他	3	1	2.0	4	0.9	2.1	4
合計	100.0	50	50	100	45	55	100

補足：プラスチックの略号

本文中で使用したプラスチックの略号は以下の通りです。

PE：ポリエチレン

LDPE：低密度ポリエチレン

HDPE：高密度ポリエチレン

EVA：エチレン-酢酸ビニル共重合樹脂

※「樹脂別包装・容器出荷数量」において上記LDPE、HDPE、EVAの合計をPEとして集計しています。

PP：ポリプロピレン

PS：ポリスチレン

PET：ポリエチレンテレフタレート

PETG：グリコール変性PET*

PVC：ポリ塩化ビニル（塩ビ）

*グリコール変性PETとは、PETのエチレングリコール成分の一部を異なるグリコール成分で置換して非晶性にしたものです。結晶化（白濁）しにくいので、肉厚の透明成形品に適しており、また同じく透明であるPSと比べて耐衝撃性に優れています。