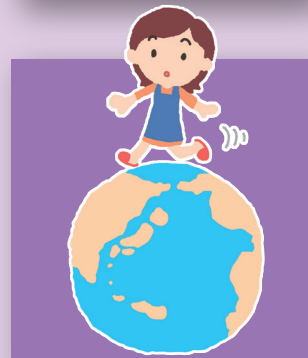


プラスチックとリサイクル

8つの「はてな」



プラスチックとリサイクルに関する 8つの「はてな」にお答えします。

プラスチックは私たちの暮らしに欠かせない素材。

廃プラスチックをどのように処理していくかは、地球環境を考えるうえで大切なポイントです。

近年、さまざまな分野で導入されているのが「ライフサイクルアセスメント(LCA)」。

製品の原料採取から製造、消費、リサイクルまで、

ライフサイクル全体の環境影響を科学的に評価する手法です。

LCAの観点からプラスチックを評価し、リサイクルのありかたを考えてみませんか。

Q1



ライフサイクルアセスメントとは
**プラスチックは
ホントに必要?**

.....→ p.4

Q2



プラスチックと環境
**プラスチックは
環境に悪い?**

.....→ p.6

Q3



廃プラスチックのゆくえ
**廃プラスチックは
どこへ行く?**

.....→ p.8

Q4



プラスチックのリサイクル手法
**どんなふうに
リサイクルするの?**

.....→ p.10

この冊子は、プラスチック循環利用協会のWebサイト「プラスチックのリサイクル 20のはてな」をもとに作成しています。サイトでは、プラスチックの特性やリサイクル手法、環境評価について詳しく解説し、さまざまな情報を公開しています。ぜひご覧ください。<http://www.pwmi.or.jp>

Q5



容器包装とリサイクル

**「容り法」って
何ですか？**

.....→ p.12

Q6



リサイクルの目的と分別

**燃やさずリサイクル
できないの？**

.....→ p.14

Q7

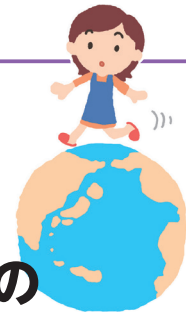


LCAによる環境影響評価

**適正なリサイクル
手法を選ぶには？**

.....→ p.16

Q8



これからのリサイクル

**リサイクルの
今後は？**

.....→ p.18

プラスチックはホントに必要？

Q1

プラスチックの容器包装って本当に必要ですか？

中身を取り出したら、すぐごみになってしまうのに。

ほかの素材のほうがエコなのでは？



プラスチック製容器包装が多いわけ

容器包装の素材は、商品（中身）が何なのか、包装材にどのような特性が求められているのかによって決められています。食品分野をはじめ私たちのまわりにプラスチック製の容器包装が多いのは、プラスチックの持つさまざまな特性がそれぞれの容器包装に最も適しているからです。

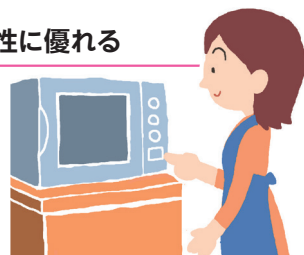
■ 軽くて丈夫、携帯に便利

プラスチックの軽くて丈夫な特性を活かしたPETボトル。落としても割れない、キャップを閉めれば中身がこぼれないなど携帯にも便利です。酸素を透さないため、開封前は常温保存できます。



■ 密封性、耐熱性に優れる

レトルトパウチは密封性や遮光性が高く、長期保存が可能です。冷凍保存容器など耐熱・耐寒性に優れたものは、電子レンジで解凍でき、加熱調理も可能です。



■ 複合材が品質を長期間保つ

数種類のプラスチックを重ね合わせて作る複合材は、酸素、湿気、紫外線、微生物などから食品を守り、品質を長期間保つことができます。



■ 透明性があり、着色も自由

透明性が高いため、中の食品がよく見えます。つぶれやすい果物などの保護にもなっています。着色も容易なので、明るく美しい製品を作れます。



プラスチックにはこんな特長もあります

- 電気を通しにくい：電子部品などに使われます。
- 熱を通しにくい：断熱材として使えます（発泡スチロールなど）。
- 大量生産が可能：コストダウンが図れます。
- 成形しやすい：複雑な形でも簡単に作れます。



環境への影響は、ライフサイクル全体で考えましょう

ある食品の容器包装を、プラスチック以外の素材で代替するとします。その素材がプラスチックより重ければ、輸送時のエネルギー消費量が増え、環境負荷が大きくなります。また、酸素や湿気を遮断する性質や密封性がプラスチックより劣る場合、中身の品質を保つために冷凍するなどして、より多くのエネルギーを消費し、さらに環境負荷を生むことになるでしょう。

エネルギーや環境を考えると、その製品がごみになってからだけでなく、原料採取から生産、使用、廃棄処理またはリサイクルまでのライフサイクル全体を検証する必要があります。

こうした考え方にもとづいて環境への影響を客観的・定量的に評価する手法を「**ライフサイクルアセスメント(LCA)**」といいます。

■ LCAは製品のライフサイクル全体で発生する環境負荷を考えます



プラスチックを使うことで、エコになっています

プラスチックの特性は、エネルギー資源の節約や環境負荷の低減に貢献しています。下の例では、プラスチックの生産時に発生したエネルギー消費量や環境負荷(CO₂など)の量を製品の使用時に抑えることができるため、トータルで省エネ・エコを実現しています。

■ 食品などの容器包装

常温で長期保存が可能な容器包装は、品質を保持するために使われるエネルギーを節約します。



■ 自動車

内装や部品にプラスチックを使うことで軽量化を実現。ライフサイクル全体で環境負荷を低減できました。



■ 住宅や家電の断熱材

断熱材としてプラスチックを使うと、エネルギーの消費が抑えられ、トータルで省エネ・エコになります。



なるほど。
一部分だけを見てはダメということね。
でも、気になることが……。



プラスチックは環境に悪い？

Q2

プラスチックを作るとき、
石油をたくさん使うんでしょ？

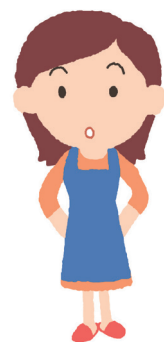
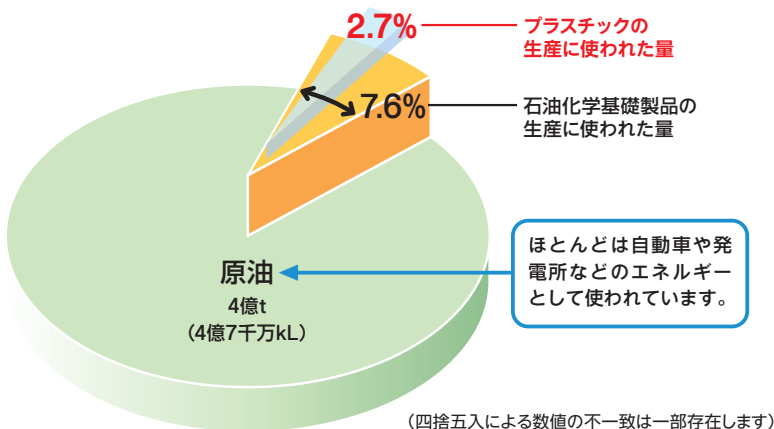
それにプラスチックを燃やすと
ダイオキシンが出るっていうし。



プラスチック生産に使われる原油は、わずか3%

日本では、原油を精製して得られるナフサから石油化学製品を作ります。2018年に消費されたナフサの量は4,346万kL^{※1}（質量換算すると3,042万t^{※2}）です。内訳は、日本が輸入した原油を精製して得られたナフサが1,645万kL^{※1}、ナフサ単独で輸入した量が2,702万kL^{※1}です。この中から1,067万t^{※1}のプラスチックが製造されました。ナフサ4,346万kLは、原油4億7千万kL^{※3}（4億t^{※2}）から得られます。したがって、プラスチックの生産に使われた原油の割合は、約3%となります。

石油化学基礎製品、プラスチックの生産に使われた原油の割合（2018年）



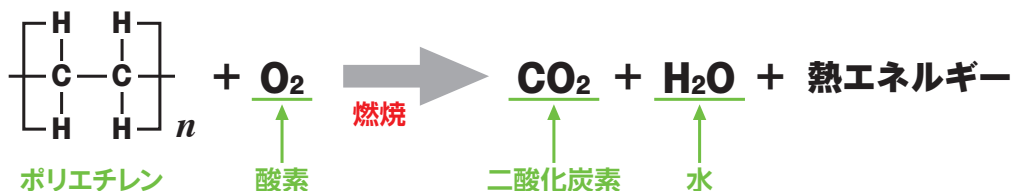
案外、
少ないのね。

※1 石油化学工業協会「石油化学工業の現状」2018年版より。
※2 液体である原油やナフサは体積(kL)で表し、固体であるプラスチックは質量(t)で表します。このため、原油とナフサの体積を質量に換算して計算しています。
(密度は原油0.85g/cm³、ナフサ0.7g/cm³)
※3 輸入したナフサを精製するのに使われた原油の量を含みます。



プラスチックの燃焼でダイオキシンは発生しません

プラスチックは主に炭素と水素からできています。たとえばポリエチレンのような単一素材のプラスチックを完全燃焼させたとき発生するのは、二酸化炭素と水、そして熱エネルギーです。この熱エネルギーは発電などに利用することが可能です。(化学式 $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$)

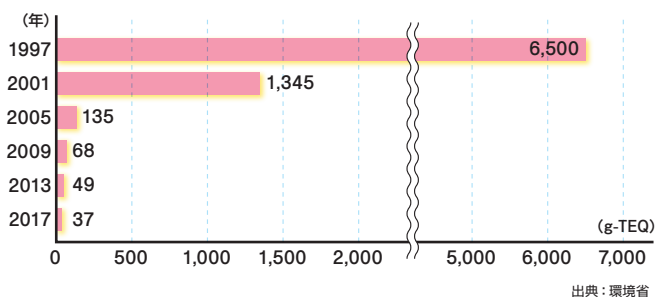


ごみ焼却には厳しいルールがあります

人体や環境に有害なダイオキシン類は、炭素、酸素、水素、塩素が熱せられる過程で発生することがあります。主な発生源は廃棄物焼却のほか、製鋼用電気炉、自動車の排気ガスなどですが、微量ながら森林火災や火山活動でも発生するといわれています。

現在の廃棄物処理施設は、焼却炉の構造や焼却温度などについて法律(ダイオキシン類対策特別措置法)で厳しく規制されています。定められた条件のもとで処理を行っているため、健康被害が出るような量のダイオキシンは発生しません。また、ばい煙についても、国が定める基準値を超えて有害なガスなどが排出しない構造になっています。

廃棄物処理施設からのダイオキシン類排出量の推移



私たちはダイオキシン類をどれくらい摂取している？

日本人のダイオキシン類摂取源は主に食料で、実際の摂取量は国が定める基準値^{※4}よりもはるかに少ない値となっています。

基準値：4pg-TEQ^{※5}/kg/日

摂取量：約0.55pg-TEQ/kg/日(2016年度)

出典：環境省(2018年)

※4 人が生涯にわたって摂取しても健康に影響を及ぼすおそれのない体重1kgあたりの量のこと(耐容一日摂取量)。
※5 pg(ピコグラム)：1兆分の1グラム。TEQ：ダイオキシン類の毒性の強さを表す値(毒性等量)。



それを聞いて安心。
では、ごみになったプラスチックはどうなるの？

次のページへ

廃プラスチックはどこへ行く？

Q3

年間どれくらいの
廃プラスチックが出るの？

私たちが出した廃プラスチックは、
どう処理されるの？



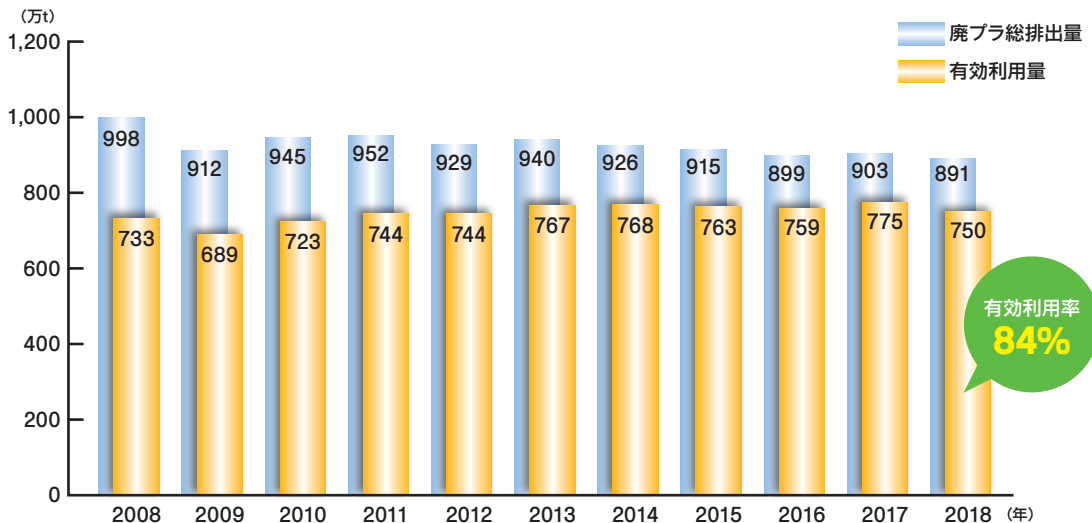
廃プラスチックの排出量と有効利用量

廃棄物は一般廃棄物と産業廃棄物に分けられます。一般廃棄物は、家庭、飲食店、事務所などから出る廃棄物のこと。産業廃棄物は、工場など事業活動から排出される指定廃棄物のことです。

2018年の国内の廃プラスチック排出量は、891万t。このうち、一般系が429万t、産業系は462万tでした。

廃プラスチックの排出量は、ここ10年微減、廃プラスチックの有効利用量は微増の傾向にあります。2018年の有効利用率は84%でした。

廃プラスチックの排出量と有効利用量の推移



出典：プラスチック循環利用協会



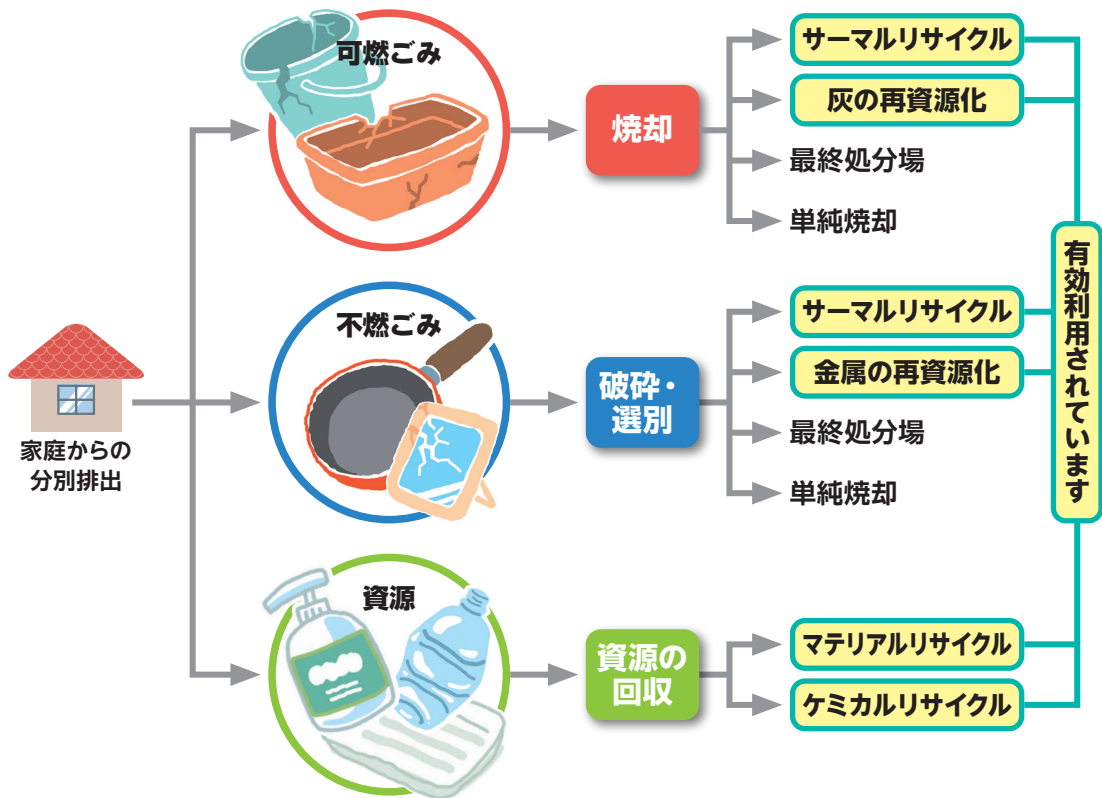
家庭から出る廃プラスチックの流れ

家庭から出る廃プラスチックは、資源、可燃ごみ、不燃ごみのいずれかに分別されます。具体的な分別ルールや処理方法は、分別収集を行う自治体により異なります。

一般に、資源に分別されるのは♻️マークのついたプラスチック製容器包装、白色トレイ、レジ袋、♻️PETマークのついたPETボトルなどです。それ以外の廃プラスチックは可燃ごみに分別されることが多いようです。

自治体による分別収集後、資源はリサイクルされ、可燃ごみは焼却、不燃ごみは埋立処分されます。ただし、可燃・不燃として収集された廃プラスチックも、サーマルリサイクルなどによって有効利用されている場合があります。

家庭から出る廃プラスチックの流れ(大型ごみ、家電などを除く)



廃プラスチックはしっかり有効利用されているのね。
どんなふうリサイクルしているのかな？



どんなふうのリサイクルするの？

Q4

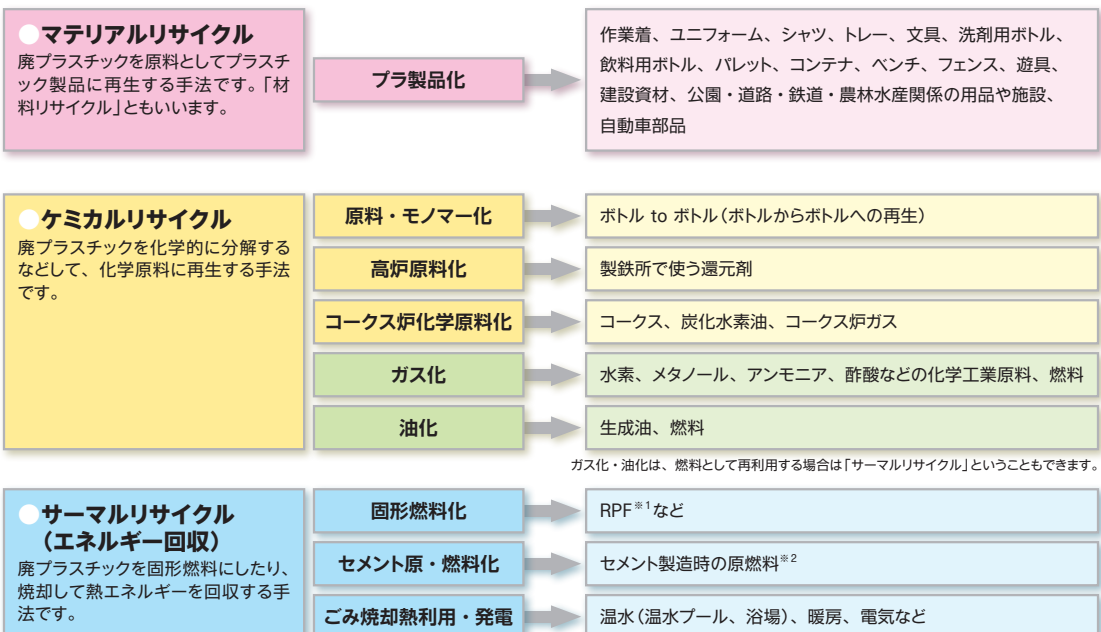
プラスチックのリサイクルって、
どんな方法で、
何にリサイクルされているの？



3つのリサイクル手法があります

資源として収集された廃プラスチックは、大別して「マテリアルリサイクル」、「ケミカルリサイクル」、「サーマルリサイクル」の3つの手法でリサイクルされています。長年の技術開発によって、それぞれに多くの手法が開発され、実用化されてきました。

プラスチックのリサイクル手法と成果物



※1 RPF：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 原燃料：セメントキルン(セメント製造用の回転式窯)で燃焼補助剤として使われ、燃えた後の灰はセメント原料の一部としてリサイクルされるもの。



マークの容器包装から、このようなものができます

マテリアルリサイクル

廃プラスチックを原料に、パレット、土木建築資材、工業用品などが作られています。

マテリアルリサイクルの再生製品例 (写真提供/日本容器包装リサイクル協会)



パレット

再生樹脂

車止め

ケミカルリサイクル

右は、ガス化によってできた化学工業原料から繊維製品や肥料に再生した例です。

このほか、製鉄所で還元剤として使用(高炉原料化)、コークス・炭化水素油・コークス炉ガスに再生(コークス炉化学原料化)なども行われています。

「ガス化」の再生製品例 (写真提供/昭和電工株式会社)



繊維製品

肥料

サーマルリサイクル

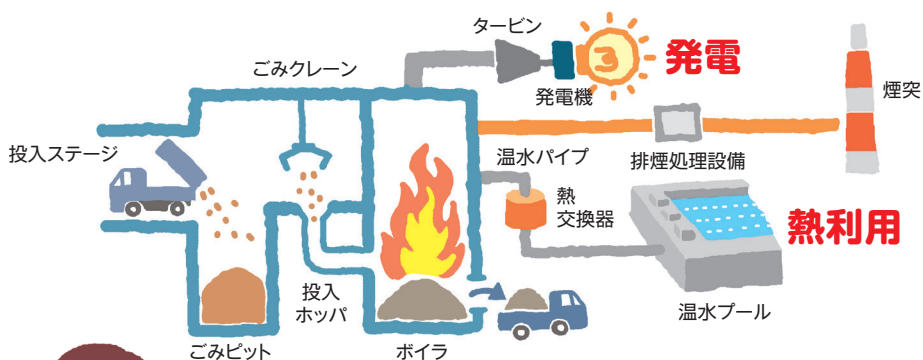
廃プラスチックと古紙類を原料にRPFという高カロリーの高熱燃料を作り、製紙工場などで石炭代替の燃料として利用しています。また、廃プラスチックを含むごみの焼却時に出る熱で発電したり、温水プールや暖房などに利用しています。

プラスチックの発熱量は紙ごみの約2.5倍。なかでもポリエチレンやポリプロピレンは、石炭や石油と比べても遜色ない高い発熱量を持っています。



固形燃料(RPF)

■ごみ焼却発電と熱利用のしくみ



私たちが分別するときは
マークを参考にしているけれど、
マークがついてないプラスチックもあるのよね。



「容リ法」って何ですか？

Q5

CDやDVDのケースはプラスチックなのに、なぜ♻️マークがついていないの？それを決めている「容リ法」ってどんな法律？



識別マークがついているのは容リ法の対象だけ

♻️や♻️などの識別マークは、容器包装の分別収集をやすくするためつけられているもので、その容器包装が「**容器包装リサイクル法**」(容リ法)の対象であることを示しています。

CDやDVDのケースは容リ法の対象物ではないため、識別マークはついていません。

容リ法の対象でないものの例

- プラスチック製の商品(容器包装ではなく中身。例：プランター、バケツ)
- サービスの提供に伴う容器包装(例：クリーニングの袋やハンガー)
- 中身商品と分離しても不要にならないもの(例：CD・DVDケース)

容リ法とは？

容リ法は、家庭ごみのうち大きな割合を占める容器包装のリサイクルを制度化し、ごみの減量と資源の有効利用を図ることを定めた法律です。

一番のポイントは、容器包装のリサイクルを義務化し、その義務を誰が負うかを決めたこと。容器包装の利用者(中身商品の製造、小売・卸売、輸入販売事業者)、容器包装の製造事業者、輸入事業者を「特定事業者」と定め、製造・販売量に応じたりサイクルを義務づけています。

同時に、消費者と自治体にもそれぞれ役割を定めています。

消費者、自治体、事業者の役割

消費者

自治体のルールに従ってごみの分別排出を行う。ごみの排出抑制に努める。

自治体

家庭から排出される容器包装廃棄物を分別収集し、国の定める指定法人に引き渡す。

事業者

容器包装の製造・販売・輸入量に応じてリサイクルを指定法人に委託し、費用を負担する。



容り法の対象となる容器包装

容り法では容器包装を「商品が費消されたり、商品と分離された場合に不要になるもの」と定めています。

容り法の対象である容器包装は、ガラスびん、PETボトル、紙製容器包装、プラスチック製容器包装、アルミ缶、スチール缶、紙パック、段ボールの8品目です。

このうちガラスびん、PETボトル、紙製容器包装、プラスチック製容器包装は、特定事業者がリサイクル義務を負う容器包装です。アルミ缶、スチール缶、紙パック、段ボールは、法制定以前から市場経済の中で有償取引され、リサイクルも進んでいたため、特定事業者による義務の対象にはなっていません。

※識別マークは、資源有効利用促進法の指定表示製品のみ表示しています。

■ 特定事業者によるリサイクル義務あり



ガラスびん



PETボトル
(しょうゆ、乳飲料等、その他調味料、清涼飲料、酒類)



紙製容器包装

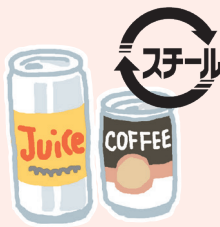


プラスチック製容器包装
(PETボトルを除く)

■ 特定事業者によるリサイクル義務なし



アルミ缶



スチール缶



紙パック



段ボール



うちの地域、マークがついていても汚れていたら「燃やすごみ」に分別するんですよ。

次のページへ

燃やさずリサイクルできないの？

Q6

廃プラスチックは「燃やすごみ」にしないで
すべてマテリアルリサイクル
すればいいのでは？



「その他プラ」はマテリアルリサイクルに向きません

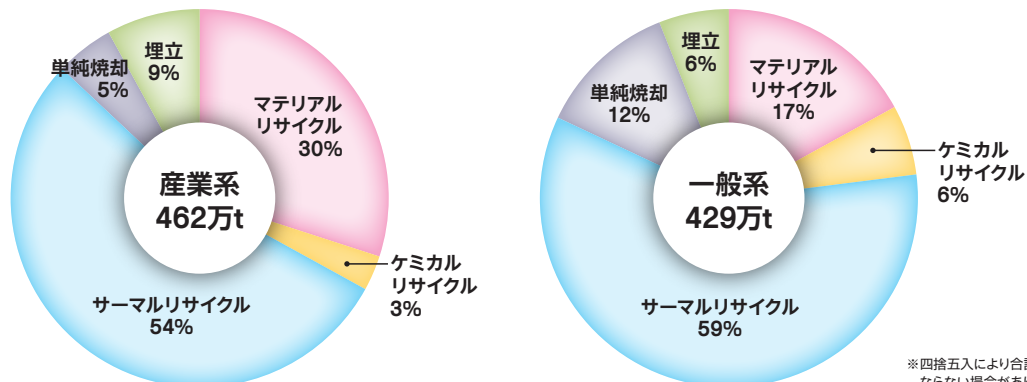
マテリアルリサイクルは、廃プラスチックをそのまま原料にして製品に再生する手法です。廃プラスチックに汚れや異物があったり、多種類の樹脂や複合材が含まれていると、再生原料にするのが難しくなります。家庭ごみの「その他プラ」(PETボトル以外の容器法対象のプラスチック製容器包装、マークの容器包装)は、いろいろなものが混ざっているためマテリアルリサイクルには向きません。

容器包装は、中身の品質や安全性を守るため、さまざまな種類の素材が必要に応じて使い分けられています。「複合材のようなリサイクルしにくい素材は容器包装に使わなければいい」という意見がありますが、複合材は軽く、かさの低いことで、そもそもリデュース(廃棄物の発生抑制)に貢献しています。

単一素材はリサイクルしやすいけれど、複合材のような性能を目指せば安全・安心の観点から厚くなってしまう。重さと体積が増えることは、環境負荷の増大につながります。

廃プラスチックの処理処分方法(2018年)

産業系廃プラスチックは品質と量が一定で安定しているため、一般系よりもマテリアルリサイクルに適しています。



※四捨五入により合計が100%にならない場合があります。
出典：プラスチック循環利用協会



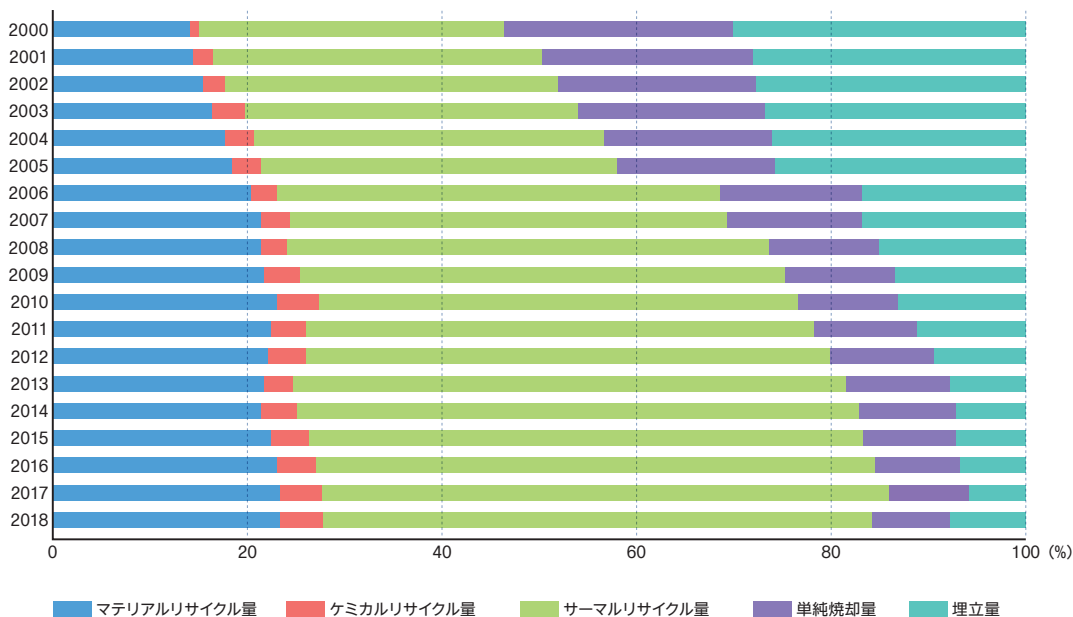
リサイクルの目的は？

リサイクルの目的は、「リサイクルすること」ではありません。エネルギー消費の抑制や環境負荷の低減につながらないリサイクルでは意味がなく、また、コストがかかりすぎるリサイクルは現実的ではないでしょう。資源の消費、環境への負荷、社会的コストを総合的に考えると、ベストの選択はマテリアルリサイクルではないかもしれません。では、どのリサイクル方法でしょうか。

汚れた「プラ」は、「燃やすごみ」へ。近年、このような分別ルールが増えてきました。従来、埋立や単純焼却していた廃プラを選別や洗浄に多くのエネルギーと費用を使ってマテリアルリサイクルに回すより、サーマルリサイクルするほうがリサイクルの目的に合うという判断からです。

“リサイクルありき”で考えると、手段が目的になるといった本末転倒が起こります。そのようなことにならないために、消費者は自治体の分別ルールに従ってリサイクルしやすい廃プラスチックを排出し、社会では、素材の役割と機能をきちんと評価したうえで環境負荷低減につながる適正な処理をしていくことが大切ではないでしょうか。

廃プラスチックの有効利用／未利用の推移



出典：プラスチック循環利用協会



実際のところ、
どのリサイクル手法がいいんだろう？

次の
ページへ

適正なリサイクル手法を選ぶには？

Q7

どのリサイクルがいいのか、
どうすればわかるの？



リサイクル手法を評価するには、同じものさしで数値化します

「何にリサイクルするか」で、
リサイクル手法を評価できるで
しょうか。

たとえば、マテリアルリサイ
クルでパレットを作るのと、ケ
ミカルリサイクルで繊維製品
を作るのでは、どちらがより
「エコ」でしょうか？

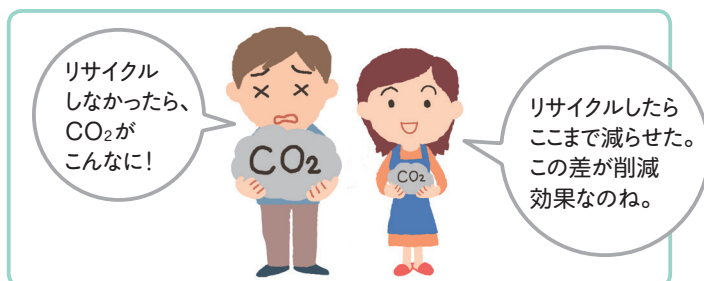


異なるプロセスを経て作られ、用途も役割も違うものを単純に比べることはできません。リサイクルの成果物ではリサイクル手法の評価はできないということです。

では、ある手法でリサイクルをしたとき、リサイクルしなかった場合よりもどれだけ環境負荷が低減できたか、という評価はどうでしょうか。

たとえばリサイクルせず処分した場合のCO₂排出量が100kgで、ある手法でリサイクルすると30kgに減ったとします。その差70kgは、そのリサイクル手法の「環境負荷(CO₂)削減効果」です。

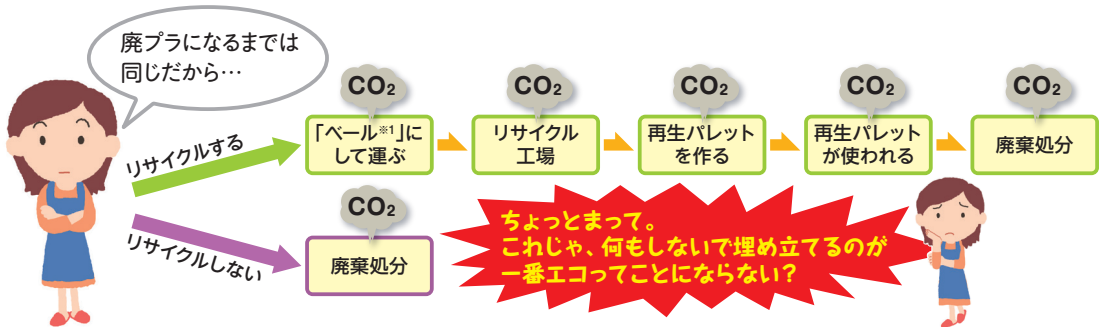
このように、同じものさし(たとえばCO₂の削減効果)で数値化すれば、どのリサイクル手法がよりエコなのかを評価することが可能になります。





LCAを取り入れて計算する

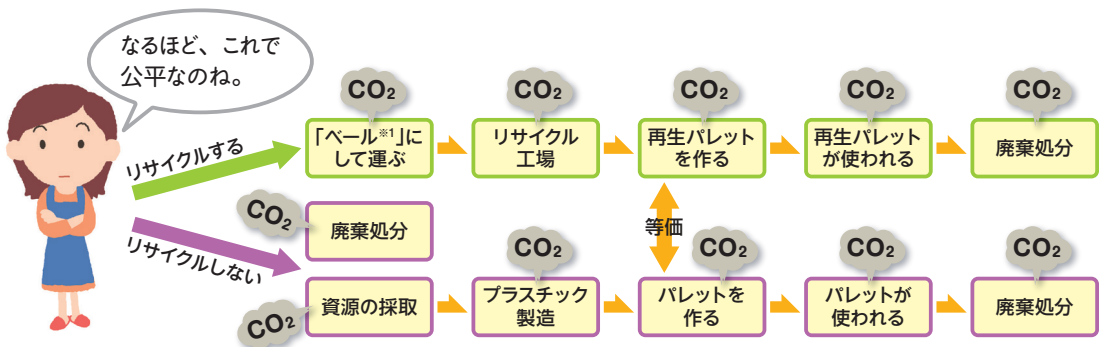
リサイクルする場合・しない場合の環境負荷計算にあたっては、ライフサイクルアセスメント(LCA)の手法が有効です。廃プラスチックとして排出されてから、リサイクルされ、再生品が使われて再び廃棄されるまでについて、それぞれの工程の環境負荷を算出するわけです。



上の仮定には基本的な間違いがあります。

再生品は、新品の代役をすることで資源節約や環境負荷低減に貢献するものです。もしも再生品が作られなかったら、再生品が担うはずの機能を新品がカバーしたと考えるべきです。

したがって、「リサイクルしない場合」の工程には、新品を生産するプロセスを加えなければなりません。両方の機能を合わせて初めて公平な評価ができるのです。



再生品は新品より性能が劣るため、リサイクルしない場合の新品は「再生品と同等の性能」に直して計算します。

その際、性能の差を樹脂の量に置き換えて、再生品に対する新品の樹脂量を「新規樹脂代替率」で表します。

たとえば新規樹脂代替率30%は、新規樹脂の重さが再生樹脂の30%で同等ということです。

※1 「ペール」とは、廃プラスチックを圧縮してひとまとめに梱包し、運搬や集積をしやすくしたもののこと。



さて、評価の結果は…？
結果によってはリサイクルのあり方を見直す必要があるわよね。

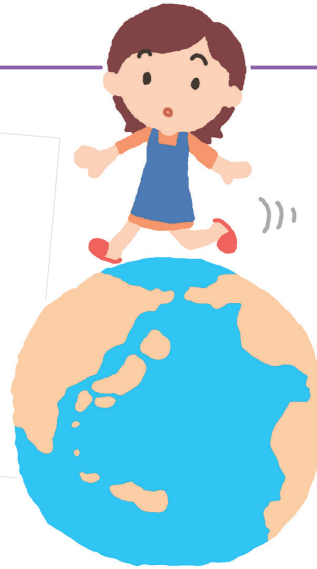
次のページへ

リサイクルの未来は？

Q8

評価の結果は？

そして、廃プラスチックの処理はこれからどうしていけばいいの？



環境影響評価の結果から

当協会では、前ページに示したやり方で、リサイクル手法の環境に及ぼす影響評価を行いました。

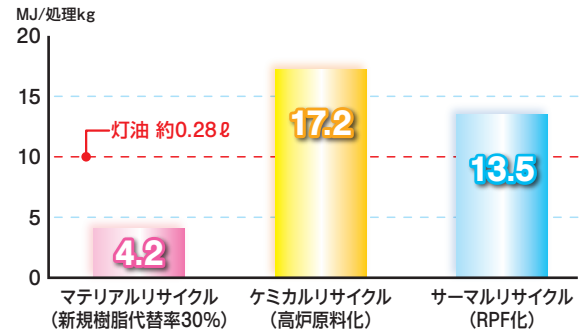
マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクルの各手法について、リサイクルする場合としない場合の資源・エネルギー消費量とCO₂排出量を計算し、リサイクルによる削減効果を算出しました。

代表的な3手法の結果を示したものが右のグラフです。数値が大きいほど効果が高いことを表しています。結果は、ケミカルリサイクル(高炉原料化)の効果が最も高くなりました。マテリアルリサイクル(パレットに再生、新規樹脂代替率30%)は、他に比べて効果が高いとは言えない結果になりました。

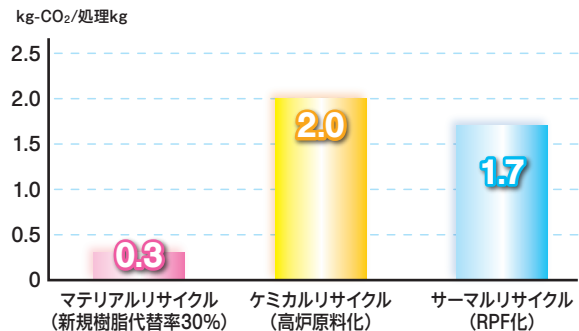
対象は、自治体により「その他プラ」として収集された廃プラスチックです。このため、再生パレットは強度などの性能が新品よりも劣ります。ここでは一般的なものとして、新規樹脂代替率30%の結果を挙げています。新規樹脂代替率が高くなればなるほど、リサイクルによる効果も高くなります。

評価のものさしは、①は処理量1kgあたりのエネルギー(MJ:メガジュール)、②は処理量1kgあたりのCO₂削減効果(kg)。

①資源・エネルギー消費削減効果



②CO₂削減効果





リサイクルの目的に合ったリサイクルにするために

環境影響評価の結果から、いろいろなものが一緒になっている「その他プラ」をマテリアルリサイクルすることは、省資源や環境負荷低減にあまり貢献できないことがわかります。無理をしてリサイクルしようとするれば、リサイクルの目的に合わないうえ、社会的コストの増大にもつながります。

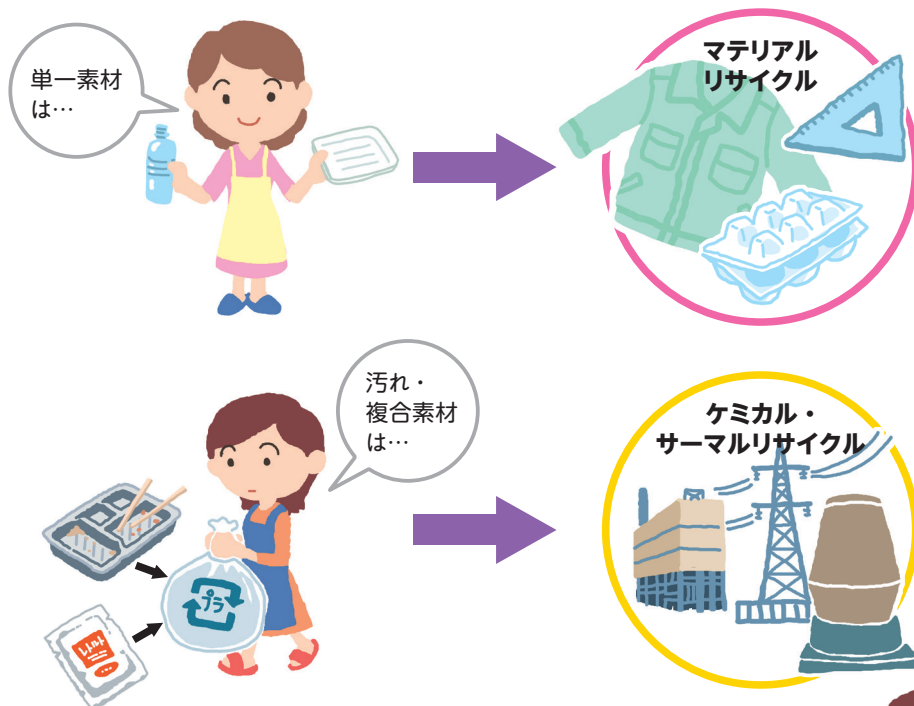
では、どうすればよいのでしょうか。

まずは、「集めたものをどうリサイクルするか」から、「**どのようなものを何にリサイクルするために集めるか**」へ、発想を転換することです。

マテリアルリサイクルのためには、PETボトルや白色トレイなど、わかりやすく分別しやすい単一素材のものを集めます。汚れたものや複合材は「その他プラ」として集め、ケミカルリサイクルやサーマルリサイクルによって有効利用するのです。

このように、廃プラスチックの排出状態と素材構成をもとにして考えることで、リサイクルの目的に合った適切なリサイクル手法が選択できます。リサイクル手法に合わせて「何をどのように集めるか」を選択すれば、より少ない手間とコストで本来の目的に合ったリサイクルができるようになるでしょう。

■ 廃プラの排出状態と素材構成からリサイクル手法を決める



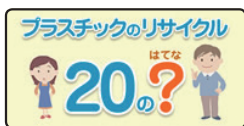
プラスチックは私たちの生活になくてはならない素材であり、循環資源でもあります。

3つのリサイクル手法を上手に活用したいですね。



ホームページ <http://www.pwmi.or.jp>

プラスチックのリサイクル20のはてな



プラスチックのリサイクルに関する20の疑問にお答えします。

プラスチックとプラスチックリサイクル



プラスチックとエネルギー・環境について楽しく学べます。

発行 一般社団法人 プラスチック循環利用協会

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-7-6 茅場町スクエアビル9F
TEL 03-6855-9176 FAX 03-5643-8447