

Title	使用済みプラスチックのリサイクルに関する論点群：サーキュラーエコノミー設計に関する一考察
Author(s)	八神, 実優; 妹尾, 堅一郎
Citation	年次学術大会講演要旨集, 40: 606-611
Issue Date	2025-11-08
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	https://hdl.handle.net/10119/20119
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨



使用済みプラスチックのリサイクルに関する論点群 ～サーキュラーエコノミー設計に関する一考察～

○八神実優、妹尾堅一郎（産学連携推進機構）

miyuyagami@nposangaku.org

キーワード： 使用済みプラスチック、サーキュラーエコノミー、資源循環経済、
技術・制度・社会文化、環境経営

1. はじめに

「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が施行され（令和4年）、プラ製品の設計・製造から廃棄・回収・リサイクルまで資源循環等の取り組みが促進されている。だが実際には、使用済みプラ処理と再生材ソーシングに関しては多様な問題等が残る。例えば、次の3点である。

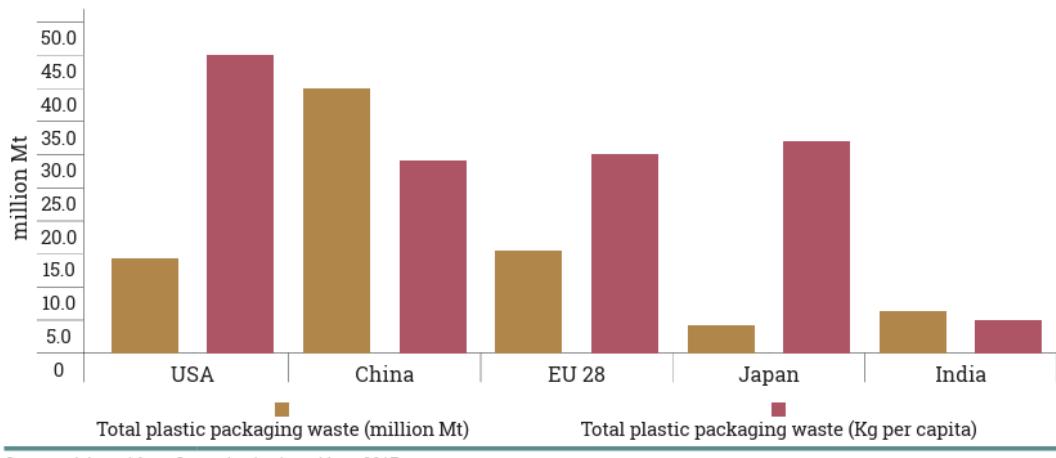
- ①単一素材も添加剤等のためにマテリアルリサイクルは困難で、エネルギー負荷等がかかるケミカルリサイクルにならざるを得ない問題；
 - ②社会的回収システムの実装と消費者の行動変容促進等を加速的に進めるべきという課題；
 - ③回収・リサイクル事業者の認定認証制度が市場原理を活用した新市場形成を促せるのかという疑問；
- 本論文では、使用済みプラのリサイクルに関するこれらの論点を技術・制度・社会文化の観点から整理し、問題提起と課題提案を行う。

2. プラスチック資源循環の現在位置

2-1. 実態：大量プラスチック包装大国

世界各国のプラスチック包装廃棄量を比較すると日本のプラスチック包装の総廃棄量は5万Mt程だが、一人当たりプラスチック包装廃棄量は米国に次ぐ世界第2位の量ⁱとなっている（図表1）。

図表1：プラスチック包装廃棄量の世界比較（2017年）



また、これまでプラスチック包装をはじめとする廃棄物を「資源ごみ」と称して、中国やベトナムなどアジア各国に「輸出」していたが、2017年以降は各国が輸入規制を強化ⁱⁱしたことに伴い、それはかなわなくなっている。そこで、国内での廃棄物処理から資源循環へ移行させる必要性が加速している。

2-2. 環境汚染と代替素材

世界経済フォーラムが発表したデータに基づくと、「2050年には海洋中のプラスチック量が魚の量を超える」と警告されている。ⁱⁱⁱ

本項では、マイクロプラスチック（5mm以下）とナノプラスチック（1μm以下）の両者を合わせて、「プ

ラスチック微粒子」と呼ぶことにする。以下、このプラスチック微粒子が人類にとっての脅威の一つであることの例をいくつか提示する。

●早稲田大学の研究では、富士山山頂等における雲水中にプラスチック微粒子が含まれていることが確認された^{iv}。プラスチック微粒子が雨水として地上に降り注ぐことを通じて水源を汚染し、陸水も汚染する。それらを利用する農業や畜産業に利用されると、それを通じて体内摂取量を増大させ、健康リスクを高めるリスクが高まると指摘されている。

●オーストラリアのニューカッスル大学等の報告によれば、人間は1週間にクレジットカード1枚分に相当する5gのプラスチック微粒子を摂取している可能性があり^v、その健康上の問題を問う研究がいくつも発表されている。例えば、医学誌『The New England Journal of Medicine』には、血管内にたまたまプラスチック微粒子と心臓発作（心筋梗塞）、脳卒中、死亡のリスクの高さが初めて関連づけられたという論文が掲載された^{vi}。この他、プラスチック微粒子は人体のいたるところで発見されており、上記の血管のみならず、肺などの臓器や、脳内に蓄積している事例も報告されている^{vii}。

●海洋プラスチックは、単にゴミとして問題になるのみならず、海水がCO₂を吸収することを妨げるかもしれないことも指摘されはじめた。JAMSTEC（海洋研究開発機構）が『ネイチャー誌』に掲載した論文^{viii}によれば、1~100のマイクロナノメーターのプラスチック微粒子は、海面から深海5000メートルに至るまでの極めて広く分布していることを確認したという。プラスチック微粒子はCO₂を吸収しないので海水の酸性化を進めてしまいかねない。加えて、植物プランクトンはその死骸が深海に沈んで他のプランクトンの餌となっていくことから、植物プランクトンの育成が進まなくなるリスクが指摘されている。海を漂うプラスチックは単にゴミというだけでなく、プラスチック微粒子となって海の酸性化を通じて、魚貝類から植物プランクトンまで生物生態系に深刻な影響を与えることが懸念されはじめた。

このように、海洋・大気・雲雨・身体まであらゆるところにマイクロプラスチック等が存在し始めており、人類社会の脅威として認識され始めているのである。

それへの対応策としては、次の3つの課題として整理できるだろう。

第一に、過去微粒子化してしまったプラスチック微粒子をいかに回収・処理するか

第二に、現在進行中である、プラスチックがプラスチック微粒子になることをいかに防ぐか

第三に、今後に向けて、現存するプラスチックの使用と廃棄をいかに最小化するか

第四に、今後に向けて、プラスチックに替わる安全な代替素材をいかに開発するか

特に代替素材に関して、具体的には「紙素材」「バイオマス（由来）プラスチック」「生分解性プラスチック」などが注目されているものの、それぞれに一長一短がある。

「紙素材」は安価で大量に生産できるが、耐久性に問題がある。

「バイオマスプラスチック」は植物等を由来とするため化石資源の使用削減にはつながるが、摩耗したもののプラスチック微粒子に変化する問題は解決できていない。

「生分解性プラスチック」は微生物によって水と二酸化炭素に分解されるためプラスチック微粒子にはならないとされているものの、それは実験室的条件あるいは工業的条件下での話であり、実際に自然環境下で完全分解するかどうかは未だに確実な立証ができていないという。また仮に立証できたとしても生産コストがまだまだ実用に供するレベルであるとは言い難いという問題が指摘されている。

2-3. 関連法制度

「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が、多様な物品に使用されているプラスチックに関し、包括的に資源循環体制を強化する必要との認識から制定され、令和4年4月に施行された。

「プラスチックは、えらんで、減らして、リサイクル！」^{ix}を合言葉に、プラスチック製品の環境配慮設計に関する指針、ワンウェイプラスチックの使用量を減らすための使用の合理化、使用済みプラスチック製品を資源とみなして自治体のみならず事業者も回収・再資源化に取り組むことができるよう、制度が定められた。

3. 技術的問題

3-1. マテリアルリサイクル

マテリアルリサイクルとは、使用済み製品を破碎して細かくなったりプラスチック片を溶かし、ペレットの形状にしてプラスチック材料に戻す手法である^x。現状、プラスチックのリサイクルの多くは、マテリアルリサイクルの手法によるものである。

メリットは、すでに確立されている手法であり、大量かつ安価にリサイクルができるという点である。

デメリットは、熱を何度も加えることにより樹脂が劣化することや、添加剤や接着剤等の不純物の蓄積により品質が低下するといったことである。これらの問題のために、マテリアルリサイクルでは再生回数に限界があるとされる。

3-2. ケミカルリサイクル

ケミカルリサイクルとは、プラスチックの化学結合を解き、不純物を取り除いて分子レベルに戻してからプラスチック材料に戻すというリサイクル手法であるエラー! ブックマークが定義されていません。

メリットは、半永久的に繰り返しプラスチックを製造できること、またそれにより化石資源の消費量を減らすことができる事が挙げられる。

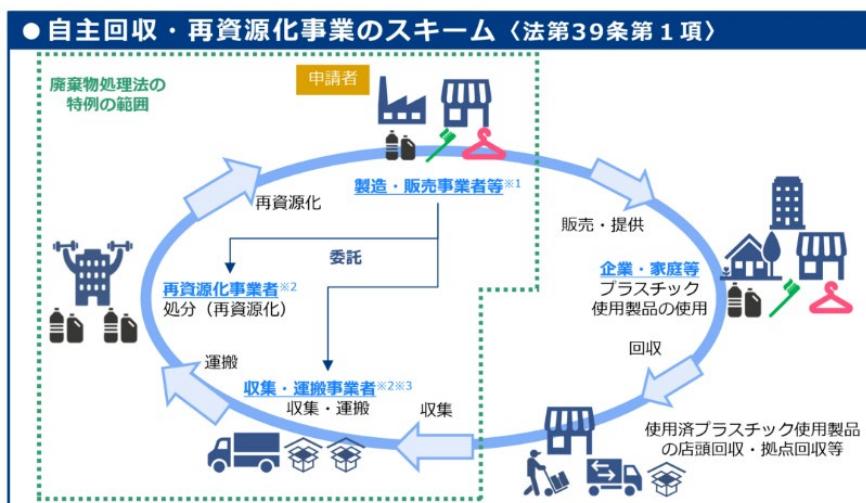
デメリットは、石油由来のバージン樹脂よりも再生樹脂のコストが高くなる点である。またリサイクルにかかるエネルギー消費量、CO₂排出量も、それぞれマテリアルリサイクルに比較すると大きくなってしまうという。これらの要因によりケミカルリサイクル普及には、未だ技術的課題があるとされる。

4. 社会文化的課題

4-1. 回収システムの社会実装

前述の「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」では、従来の自治体による回収に加えて、プラスチック使用製品を製造・販売または提供する事業者が自主回収および再資源化を積極的におこなうことが推奨されている。これは、回収拠点が増加することで消費者が使用済プラスチック使用製品の分別・回収に協力しやすくなり、製造・販売事業者等にとっても効率的に資源のみを集めることを期待しているからとされる。本法律に定められた制度により、製造・販売事業者等が「自主回収・再資源化事業計画」を作成し、国の認定を受けることで、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）に基づく業の許可がなくても、使用済みプラスチック使用製品の自主回収・再資源化事業を行うことができることとなった^{xi}。

図表2：自主回収・再資源化事業のスキーム（環境省、令和4年）



ただし、本制度が施行される2022年以前から、プラスチックの自主回収とリサイクルは一部行われている。ペットボトルは特に進んでおり、コンビニエンスストアやスーパーマーケットの店頭で回収を行い、リサイクル樹脂を用いて再度ペットボトルとして利用する再資源化が加速しているエラー! ブックマークが定義されていません。これは良質なペットボトルを飲料メーカーが争奪戦を始めていることで促進されている。また使用済み化粧品容器^{xii}、あるいは使い捨てコンタクトレンズの空ケース^{xiii}を店頭で回収する動きも出ている。

本制度の開始により、令和7年9月時点で6事業者が自主回収・再資源化の計画の認定を受けている。回収対象となるプラスチック使用製品は、アクリル板、詰め替え用フィルム容器、発砲スチロールなど

である^{xi}。制度を利用している事業者は、開始から3年経って6社とまだ少ない。制度外で自主回収を取り組む事業者もあるものの、多くの使用済みプラスチックは自治体回収にまわっているのが現状だ。回収・再資源化の事業者を増やすこと、また自治体で回収した使用済みプラスチックを再資源化するルートを確立することが、今後の課題であると考えられる。

4-2. 消費者の行動変容

消費者から見れば、使用済みプラスチックをどのように処分するかという選択肢は、複数ある。これまで自治体回収が主であった。だが、生活者自身の行動に期待されることも少なくない。たとえばスーパーに行く際に空のペットボトルや食品トレーを持っていくこと、あるいはドラッグストアに行く際に空の詰め替え用フィルム容器を持っていくこと、歩行中に飲み終えたペットボトルを適切な回収ボックスに処分すること等である。これらの行動によって自治体回収を補完することが求められるだろう。

また、それらの行動のためには、前段階として、たとえばコンタクトレンズの空ケースであれば不純物となるアルミ蓋を取り除いたり、洗浄をしてから回収ボックスへ持つていったりといった手間が必要となる。

このように、処分をしたい手元のプラスチックをどの程度分別し、洗浄し、どこにどの容器の回収ボックスがあり、いつどれくらいの量が溜まつたら持っていくのか等々…、リサイクルの仕組みを理解した上で行動するためには、かなりの実際的工数と心理的負担がかかる。消費者のリテラシーをどのように高め、どのように行動変容に繋げるのかという課題は重く・大きいだろう。

また、消費者の購買においても、バージン材ではなく、リサイクル樹脂を用いたプラスチック製品を手に取ってもらうことも必要となる。たとえばリサイクルペットボトルは、ラベルにそのように記載はあるが、もはやバージン材なのかリサイクル品なのか分からずとも消費者は手に取ることができるようになったことは、ある程度成功しつつあるといえよう。だがペットボトル以外はどこまで浸透するのか。

つまり、あらゆるプラスチック製品に関して、リサイクル樹脂を用いたプラスチック製品が生活に浸透してことが加速することが求められるのである。その量が増えることにより、再生素材の市場が成立・拡大していくことが期待できるだろう。

使用済みプラスチックの分別・回収にまつわる消費者の行動変容、および購買の際にリサイクル樹脂由来のプラスチック使用製品を手に取るという行動変容等々…、消費者に具体的な行動変容を促し、実質的な成果をあげていくことが、まず取り組むべき課題であると言えよう。

5. 制度的懸念と疑問

5-1. 認定・認証制度

前述の「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」で定められた制度により、プラスチック製品の製造・販売事業者等が「自主回収・再資源化事業計画」を作成し、国の認定を受けることで、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）に基づく業の許可がなくても、使用済みプラスチック使用製品の自主回収・再資源化事業を行うことができることとなった^{xi}。これは一つ前進したと評価できるだろう。

この制度下では、プラスチック使用製品の製造もしくは販売をおこなう事業者、または販売・役務の提供に付随してプラスチック使用製品を提供している事業者が、回収および再資源化を行う計画を認定するものである。これまでプラスチックの製造と使用を担ってきた事業者が、使用済みプラスチックを廃棄する「ワンウェイ」ではなく、回収・再資源化するという「循環」を促しているとみることができる。

ただし、特定の企業が回収・再資源化をおこなうという点から、これは「パイプライン型」のサプライチェーンとみなさざるをえないのではないだろうか。

5-2. 認定・認証制度の理由と逆効果への懸念

このような制度設計になっている理由を推察してみよう。

すでに使用済みプラスチックを自主回収している事業者があり、その後押しになる制度設計を狙ったのではないだろうか。

また、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）との兼ね合いで、使用済みプラスチックは廃棄物とみなされ、定められた事業者でないと運搬ができないという従来の規程と整合性をとろうとしたことではないだろうか。

さらに、どの製品にどのプラスチック素材を使用しているかという情報は素材を生産するメーカーの

みが持っている情報であり、リサイクルをする上で必要な素材の分別をメーカーが主体となって取り組むことを促す意図だったのではないだろうか。

いずれにせよ、この認定・認証制度で、プラスチック循環を担う企業を認定することは、使用後のプラスチックを回収・再資源化までのサプライチェーンを担う企業に対して、ある種の参入障壁をつくることになってしまいかねないのではないだろうか。

プラスチック資源循環において最も大切なことは、使用済みプラスチックの量を集めること^{xiv}だとすれば、特定の企業のみが使用済みプラスチックの回収・再資源化を担うという仕組みは、不十分かつ不公平である側面があると言えるのではないだろうか。その理由を次に示す。

5-3. 再生プラスチック市場

プラスチック資源循環へのもう一つのアプローチとして、市場原理に基づく「再生プラスチック市場」をつくることが考えられる。

EUでは再生プラスチック樹脂素材の市場が存在しており、プラスチック樹脂の使用者はバージン材からも再生プラスチック素材からも、選んで使用することが可能^{xiv}である。使用済みプラスチックを複数の事業者が回収して再資源化し、また再資源化された再生プラスチック樹脂をプラスチック製造事業者が購入できるという市場の仕組みは、先の「パイプライン型」のような市場形態ではなく、一種の「交換型プラットフォーム」によるサプライシステムとみなすことができるだろう。

野放団な市場原理至上主義ではなく、参入も退出も可能にして、かつ需要と供給による市場原理が基本となる市場化を行うことは、多くの多様な技術やビジネスモデルが市場へ流入して活動が活性化する。再生プラスチック市場を、できるだけオープンにすることが市場原理活用の要諦であるのではないか。

なお、EUにおいて再生プラスチック市場の形成が可能である背景には、すべての廃棄物を誰が廃棄したか、何を廃棄したかに関わらず、一括して廃棄物として回収・再資源化にまわすことができる制度が前提にあることを指摘しなければならない。EUでの区分は、基本的に「危険物」と「一般物」でなされており^{xiv}、排出母体の組織の違い（事業者／一般家庭）ではない。他方、日本の廃棄物処理法においては、同一の製品であっても、家庭から排出する「一般廃棄物」とされ、事業者が排出すると「産業廃棄物」になってしまう。そのため別ルートで回収せざるを得ないことになる。

さらに、家電や容器など特定の品目毎に分別回収の方法が定められている。

つまり日本の廃棄方法は非常に複雑である。廃棄物処理場が不足した過去では理由あることであったが、現在は既に非効率であるとは言えないのではないか。

使用済みプラスチックを大量に集める必要を鑑みると、回収・再資源化をする事業者の新規参入を促し、大量の使用済みプラスチックを再資源化できる仕組みを整えることでコストを下げ、再生プラスチックの流通量の総量を増やすという再生プラスチック市場づくりのアプローチが必要なのだ。つまり、ここで重要なことは「市場化」あるいは「市場原理の働く市場形成」を行うことではないだろうか。

6. 考察：「バトンゾーン」的対処はなされているか

「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」は、従来の3R（リデュース・リユース・リサイクル）や自治体回収に加え、認定事業者による回収・再資源化することを打ち出した。しかし現状の「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」は、もっとも大事な点であるはずの、使用済みプラスチックの量を確保するという大前提に、残念ながら、立っていないように見受けられる。既存の廃棄物処理の延長で、プラスチックの回収と再資源化に取り組もうとしているのではないか。

では長期的に好ましい（るべき姿）はどのようなイメージなのだろうか？

(1)技術的には、どの素材をマテリアルリサイクルし、どの素材をケミカルリサイクルするのか、最適な方法が見出されていることである。

(2)制度的には、使用者が消費者であろうと事業者であろうと使用済みプラスチックを回収し再資源化する最適な回収ルートが構築されていることである。

(3)社会文化的には、使用済みプラスチックを回収することが誰にとっても身近な取り組みになっていること、さらに再生プラスチック使用製品が、バージン材を使用した製品と同等もしくはそれ以上の価値として消費者が選ぶようになっていること、等が挙げられよう。

そのための方策として、ブリコラージュ的対応として「とりあえず・とり急ぎ、何とかする」方策と、エンジニアリング的対応として本格的に取り組む方策の2種類の検討が必要であろう^{xv}。

ブリコラージュ的な「とりあえず・とり急ぎ、何とかする」対応としては、技術的にマテリアルリサ

イクルが容易なものから回収し、再資源化して再度製品にするという循環をどんどん回していくことだろう。今回のプラスチック資源循環の法律に基づいて、自治体回収や事業者回収により集まったプラスチックを、再資源化して販売し、消費者に選んでもらえるような働きかけをすることもありえるだろう。

他方、同時にエンジニアリング的な本格対応としては、技術的にどの素材をマテリアルリサイクルし、どの素材をケミカルリサイクルするのか、最適解を導き出すことであろう。例えば、比較的不純物が少ないきれいな状態で回収しやすいものはマテリアルリサイクルが適しているだろうし、使用しているうちに摩耗が激しいものについてはケミカルリサイクルが必要となるであろう。さらに、使用者が消費者でもあっても事業者であっても回収し再資源化のルートに乗せていくためには、現状の廃棄物処理法で一般廃棄物の家庭系と事業系、また産業廃棄物と分類されている制度設計に手を加え、いずれも一つの廃棄物のくくりのなかで回収・運搬・再資源化の処理ができるような仕組みに修正することが良いかも知れない。

以上は単なるアイデアに過ぎない。だが、当面の「バトンゾーン」期間で取り組むべきこととしては、以下の3点が考えられる。

- (1)マテリアルリサイクルが容易なプラスチック製品を積極的に回収する
- (2)素材毎にマテリアルリサイクルまたはケミカルリサイクルに最適の技術開発を行う
- (3)使用済みプラスチック由来の素材で製造したプラスチック製品の販売、消費者への啓発を行う

7. むすび

人間の廃棄物による自然環境汚染を循環経済的な再生資源に繋げる道に向かうため、その問題や課題に一つ一つ取り組むにあたって、プラスチック資源循環は最初の難関であり、また象徴的な意味を持つ。

本論文では、使用済みプラスチックのリサイクルに関して、技術・制度・社会文化の観点から問題・課題・疑問を整理した。そのうえで、プラスチック資源循環についてまず取り組むべき「バトンゾーン」対応をブリコラージュ的対応と本格的なエンジニアリング的対応の2パターンに整理して、検討した。

だがこれらは、最初の問題・課題整理の試論に過ぎない。まだまだ事実把握や考察熟慮に欠ける部分もあるうかと思う。多くの方々からのご意見・ご助言・ご示唆を頂戴できれば、望外の幸せである。

参考文献（ウェブサイトについては最終アクセス日 2025年9月26日）

ⁱ UNEP (2018). SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability (Rev. ed., pp. vi; 6).

ⁱⁱ 日本貿易振興機構 Web サイト、地域・分析レポート「東南アジア諸国が廃プラスチック輸入規制を強化、日本の輸出量は減少」<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2019/32168afb4b8f0bfe.html>

ⁱⁱⁱ 環境省令和元年版『環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書』

^{iv} 早稲田大学 Web サイト「雲水の野外観測で初めてマイクロプラスチックの存在を実証」<https://www.waseda.jp/top/news/92923>

^v University of Newcastle Web サイト “Plastic ingestion by people could be equating to a credit card a week”

<https://www.newcastle.edu.au/newsroom/featured/plastic-ingestion-by-people-could-be-equating-to-a-credit-card-a-week>

^{vi} The New England Journal of Medicine Web サイト “Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events”
<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2309822>

^{vii} The University of New Mexico Web サイト “UNM Researchers Find Alarmingly High Levels of Microplastics in Human Brains - and Concentrations are Growing Over Time” <https://hscnews.unm.edu/news/hsc-newsroom-post-microplastics-human-brains>

^{viii} 国立研究開発法人海洋研究開発機構 Web サイト「海洋水柱におけるマイクロプラスチックの全球分布を解明 10 年分データ解析から見えてきた蓄積場」https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20250501/

^{ix} 環境省『プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律』の普及啓発ページ「消費者の方へ」
<https://plastic-circulation.env.go.jp/about/shohisha>

^x 日刊工業新聞「何度も循環する“資源”に 資源・循環」、2025年8月18日

^{xi} 環境省『プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律』の普及啓発ページ「製造・販売事業者等による自主回収・再資源化」<https://plastic-circulation.env.go.jp/about/pro/recycle>

^{xii} 日本ロレアル株式会社プレスリリース「日本ロレアル、化粧品会社として初めて、テラサイクル ジャパン社と共に使用済み化粧品容器を回収する独自のリサイクルシステムを導入」<https://prtmes.jp/main/html/rd/p/000000011.000004813.html>

^{xiii} HOYA 株式会社アイケアカンパニー Web サイト「アイシティ eco プロジェクト」<https://www.eyecity.jp/eco/>

^{xiv} 喜多川和典「持続可能なプラスチックの循環利用を巡る欧米企業の取り組み」資料、日本生産性本部(経営アカデミー)×産学連携推進機構共同企画「循環経済生産性ビジネス研究会(CE 月例会)シーズン 8」、2025年5月21日

^{xv} 妹尾堅一郎「線形経済から循環経済への“バトンゾーン”をデザインする～トランسفォーミングとメタモルフォーゼに関する一考察～」2D03、研究・イノベーション学会、2024。