

## はじめに

国際社会の二大環境政策は、2050年カーボンニュートラルに向けた脱炭素と、サーキュラー・エコノミー(循環経済)への転換である。そのような状況の下、我が国では2022年4月1日に「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」(以下、文中の一部にて「プラスチック新法」と表記)が施行された。本章では、プラスチック新法制定の背景としてのプラスチックごみを取り巻く状況と、プラスチック新法の概要及び関係主体者に求められる取り組みを解説すると共に、プラスチック新法の施行によって目指すマイルストーンの達成に向けた課題を取り上げたい。

## 1. プラスチックごみを取り巻く状況

### 1.1 海洋プラスチック問題と日本の対策<sup>1)</sup>

プラスチックは現代の消費者生活や産業に欠かせない素材である。1970年代にはプラスチックが分解しにくいことから、海洋生態系に影響を与える可能性が認識されていた。後に海洋プラスチックが地球環境問題の1つに位置付けられ、NGOや専門家等による実態調査が進むと同時に、インターネットやSNS普及の影響を受けて、海洋プラスチック問題への関心が世界的に高まった。2018年6月にカナダで開催されたG7サミットで、具体的な数値目標を含む海洋汚染問題対策を促す文書「海洋プラスチック憲章」に署名拒否をして批判を受けた日本は、2019年5月に海洋プラスチック・マイクロプラスチックに関する施策を含む「プラスチック資源循環戦略」を策定した。続く2020年7月1日にプラスチック製レジ袋の有料化を開始した。

### 1.2 自国の排出した廃プラスチックは自国で循環<sup>2)</sup>

2017年から段階的に始まった中国による廃棄物輸入規制、中国の代替輸出先となったフィリピン、タイ、マレーシア、ベトナム等による廃プラスチック受け入れへの反発、2019年のバーゼル条約附属書改正に准じて2021年1月に施行された改正バーゼル法にて廃プラスチック輸出に事前の相手国の承認が必須となったこと等により、廃プラスチックの処分・リサイクルを担う廃棄物処理業界に激震が続いた。それまで日本は国内でいらぬ廃プラスチックを輸出していたためである。廃プラスチック輸出量は2017年には約143万トン/年、2018年には約100万トン/年あった。輸出という受け皿を失くし国内にあふれた廃プラスチックを基本的にはすべて自国で再利用・再生もしくは処分しなくてはならなくなり、廃プラスチックの中間処理施設

## 第1節 欧米におけるプラスチックパッケージのリサイクルと技術動向

(株) パッケージング・ストラテジー・ジャパン 森 泰正

### はじめに

温室効果ガスと固形廃棄物の排出削減は、今や地球にとっても人類にとっても避けては通れない喫緊の課題である。機能性と耐久性とコスト競争力に優れるプラスチック製品を徹底して活用し、使い尽くすことはそのための有効な方法でもある。脱プラを叫ぶだけでは何ら建設的な解決策にはならず、次世代に健全な地球環境を引き継ぐことはできない。コロナ禍に翻弄され続けてきたこの3年の間に、その意識は世界の人々の間にも共有され、急速に浸透している。

Ellen MacArthur財団は、化石由来バージンプラスチックの使用削減とリサイクル可能、リユース可能、コンポスト可能なパッケージの普及を主導している。ただ、世界的に資源廃棄物の回収、分別インフラは脆弱で、現在主流のメカニカルリサイクルだけではその野心的目標にはとても到達できないだろう。特に省資源型パッケージとして成長を遂げてきた軟包装は何種類ものプラスチックや紙、アルミ箔が複合化され、強固に接着されているので、これらを元の素材別に分離して水平リサイクルすることは、技術的にも、経済性から考えても事実上不可能といえる。

メカニカルリサイクル技術の進化は著しいが、この手法だけでは膨大な量に達し、今後も増え続けるプラスチック廃棄物問題を解決することはできない。ケミカルリサイクルの信頼性と透明性を更に向上させて、2つの技術を組み合わせることにより、この難題に取り組んでいくのが正しい選択肢であると筆者は考える。OECDが2022年2月に発行した「Global Plastics Outlook」<sup>1)</sup>によれば、2019年の世界のプラスチック廃棄物発生量は3億5,300万トンに達し、約3分の2は耐用年数が5年未満のプラスチック製品であり、そのうち40%にあたる1.4億トン超は有効寿命が1年未満のパッケージ製品が占めている。OECDはアジアを中心とする新興国の急速な人口増と経済発展によりプラスチック廃棄物は2030年には、2019年より1億トン純増すると予測している。バイオプラスチック(含む生分解、コンポスト可能プラスチック)の供給力が現在の200万トン近傍から、仮に2030年までに10倍の2,000万トンに増えたとしても、バイオ材料による廃棄物削減効果はほとんど期待できない。かえって、既存の廃プラスチックのリサイクルスキームに分解型のプラスチックを持ち込むことにより、マイクロプラスチックが拡散するリスクが高まり、新たな環境汚染の原因となり、大きな社会的混乱を招きかねない。

## 事例2：エフピコ方式の資源循環型リサイクル 「トレー to トレー」&「ボトル to 透明容器」

(株)エフピコ 富樫 英治

### はじめに

PSP\*製トレーは、軽い、強い、断熱性、クッション性、耐水性等、食品容器として要求される優れた特性を持っている。また、単価的にも安価であり、容積のほとんど(95%以上)が空気で占められるため極めて省資源の容器でもある。理想的な容器として社会的効用を発揮し、食文化の一端を支えてきたが、「かさばること」や「使い捨て容器」であることから様々な誤解も受けてきた。

昭和50年代以降、資源枯渇・ゴミ処理問題・CO<sub>2</sub>問題等がクローズアップされ始め、世界各国で環境問題が声高に叫ばれ始めた。わが国でも2000年の循環型社会形成推進基本法制定と共に、様々な個別リサイクル法(容器包装リサイクル法・家電リサイクル法・建設リサイクル法・食品リサイクル法・自動車リサイクル法等)が施行され、大量生産・大量消費・大量廃棄の経済システムから脱却し、3R(Reduce・Reuse・Recycle)推進による資源循環型社会への転換を図っている。そのような状況下、当社は石油資源からなるプラスチック樹脂を加工して、簡易食品容器を生産する企業としても3Rに寄与すべく、容器の軽量化や薄肉化、使用済み容器の回収・リサイクルに大規模に取り組んでいる。

本稿では当社のPSP容器や透明容器から再びPSP容器へとリサイクルする“トレー to トレー”と、使用済みPETボトルやPET製容器から再びPET容器へとリサイクルする“ボトル to 透明容器”の取り組み状況を紹介する。

### 1. PSPトレーのリサイクル

1990年に6カ所のスーパーマーケットで、設置された“使用済み容器回収ボックス”よりスタートした「エフピコ方式」のリサイクルは、回収・再生原料化・再商品化の3つのプロセスからなる。

リサイクル事業は、「入口の回収」と「出口の再商品化」の2つのプロセスがしっかり設計され

---

\* PSP：ポリスチレンペーパーの略。一般的に発泡スチロールと呼称される。

### 第3節 容器包装プラスチック・複層フィルムのリサイクル技術

#### 〔1〕 水の液相を反応・分離場として用いた 多層フィルムのケミカル・マテリアルリサイクルに対する期待

東北大学 渡邊 賢

##### 1. プラスチックのリサイクルの必要性

1960年代以降、世界的に工業生産が盛んになり大量生産、大量消費といった一過性利用が行われるようになった。その中で工業生産品の部材、部品には安価で軽量、成型性の容易さといった利点を持つプラスチック製品が金属製品等の代替品として用いられるようになった。同時期に世界各国で大規模な石油化学コンビナートが建設されたのに伴って、様々なニーズにより応えるためエンジニアリングプラスチックと呼ばれる多種多様な機能性プラスチックが次々に開発された。そのため現在では日常的に、汎用樹脂であるポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、ポリスチレン(PS)等のポリオレフィン種に加え、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリカーボネート(PC)、ナイロン6、ナイロン6,6等の新たに開発された縮合重合ポリマー等の複数のプラスチック種が大量に用いられている。日本では、年間約850万トンのプラスチック製品が生産され<sup>1)</sup>、その内訳は先述したような多種成分が混合したものとなっている。現在もプラスチック製品の廃棄量は使用量の増加に伴って大きな増加傾向にあり、2050年には全世界で約250億トンになると予測されている<sup>2)</sup>。そして現在の処理状況では、そのうち約7割の175億トンが焼却や埋め立てによる処理がなされる<sup>2)</sup>。プラスチック製品は化石資源からつくられるため、焼却処理によって多量の温室効果ガスが発生する。また、埋め立てによる処理は海洋マイクロプラスチック問題<sup>3)</sup>といった環境問題を引き起こすといった懸念がある。

2015年9月に、国連総会にて持続可能でよりよい社会を目指すために達成すべき17のゴールと169のターゲットから構成される「持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals : SDGs)」が採択された<sup>4)</sup>。その中でゴール12に設定された「持続可能な消費と生産パターンの確保」とゴール14に設定された「海洋・海洋資源の保全」の観点から、現在の焼却や埋め立てが中心となっているプラスチック廃棄物の処理方法は大幅な見直しが必要とされ、リサイクルによる資源循環と廃棄プラスチック量の削減が求められている。このような情勢から、各国で廃棄プラスチック削減とリサイクル促進の政策が打ち出され、日本でも2020年7月1日よりプラス

## 第1節 進展する選別技術

### 〔1〕 テラヘルツ波を用いたプラスチック素材識別技術

芝浦工業大学 田邊 匡生

静岡大学 佐々木 哲朗

東北大学 劉 庭秀 眞子 岳

#### はじめに

本研究では、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ABS樹脂の5つについて、それぞれの素材をテラヘルツ波の特性を利用して識別する装置の研究開発を行い、今後のテラヘルツセンシングの応用展開についても検討を行った。また素材識別以外にも、テラヘルツ波による非接触・非破壊の評価・診断について、いくつか紹介する。

#### 1. テラヘルツ波の特性を利用した廃プラスチックの識別装置

##### 1.1 廃プラスチックとテラヘルツ波

世界的にカーボンニュートラルとサーキュラーエコノミーへの取り組みが活発になっていく中、EUは再生資源使用の義務化、域内の資源確保の資源循環戦略を打ち出している。廃プラスチック問題は、海洋汚染問題をはじめ、使い捨て容器の増加、廃プラスチックの国際資源循環が難しくなるなど、リサイクル率が低迷しており、国内外において解決すべき問題が山積している。特に、廃プラスチックは二酸化炭素の削減と持続可能な資源循環の目標達成に必ず解決すべき重要な課題の1つであり、社会・経済・環境面のニーズも非常に高い。国内に目を向けると2022年4月から「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が施行されており、リサイクルの対象を製品系廃棄物まで拡大するとともに、独自回収ルートを認めるなど、今までとは異なる資源循環ネットワークの構築を試みている。

特にプラスチック製容器包装は、年々機能性や利便性を高めた製品が開発・販売されており、単一素材だけではなく、複合素材や添加剤が含まれているものが増え続けている。そして、風呂場や台所用品、おもちゃなどに使われる製品系の廃プラスチックの場合、使用期間が長く、劣化したプラスチックの発生が多くなる恐れがある。さらに、国際情勢が不安定の中、エネルギー

## 〔2〕 ドライブレンド法によるアップグレードリサイクル技術

山形大学 高山 哲生

### はじめに

地球温暖化の観点から二酸化炭素の排出量を減らすべく、廃棄物に対して様々な政策が進められている。プラスチック産業もその余波を受けており、プラスチックゴミに対する法律の整備が進められている。2022年4月には「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」（「プラスチック資源循環法」）が施行された<sup>1)</sup>。これにより、プラスチック産業に関わる企業はプラスチックのリサイクルを推進する必要性が生まれ、プラスチックのリサイクルに関する事業化を進める方向に舵を切る企業が増えてきている。このような背景があり、プラスチック廃棄物を資源やモノとして再利用するマテリアルリサイクルが近年盛んに研究されるようになってきた。プラスチック廃棄物のマテリアルリサイクルには、廃棄物の特性や外観を生かして、芸術作品、小物類や日用品などに生まれ変わらせる方法もあるが、本稿ではプラスチック廃棄物を資源として活用する方法について言及する。すなわち、プラスチック廃棄物を溶かして、成形加工技術にて別の製品として生まれ変わらせる方法について言及する。筆者らは、バージン材や他の材料とプラスチック廃棄物をドライブレンドして熔融成形を行うドライブレンド法を検討してきた。今までに筆者らが行った事例について、理論を交えながら述べることとする。

### 1. プラスチックのアップグレーディング技術

プラスチックの高品質化(アップグレーディング)は廃棄物に限らず行われてきた。その手法は多岐にわたり、代表的な手法として他の材料との複合化や添加剤による高次構造制御などが挙げられる。本稿で紹介するドライブレンド法は複合化によるアップグレーディング技術の一つに分類される。ドライブレンド法は、成形加工前にプラスチック廃棄物と改質剤を乾燥状態で混合し、成形機に充填して成形し、製品を得る手法である。熔融混練の工程を省いているため、成形コストを抑えることができる。また、用途に応じて改質剤を選定することが容易であるため、プラスチック廃棄物のアップグレーディング技術として適しているといえる。ドライブレンド法によるアップグレーディングを適切に行うためには、複合化による改質メカニズムを抑えておくことが望ましい。複合化による改質メカニズムについては別の書籍や文献で述べているので、そちらを参照されたい<sup>2,3)</sup>。

## 第1節 使用済み家電混合プラスチックの 自己循環リサイクル推進に向けた技術開発

三菱電機(株) 松尾 雄一

### はじめに

2001年4月に施行された「特定家庭用機器再商品化法(家電リサイクル法)」により、家電製品4品目(冷蔵庫、エアコン、テレビ、洗濯機)を生産する家電製品メーカーに再商品化が義務付けられた。再商品化とは、部品もしくは原材料として、有償もしくは無償で譲渡し得る状態にする行為であり、再商品化率は当初50～60%が設定されていた。それ以降、冷凍庫(2004年4月)、液晶式・プラズマ式テレビ及び衣類乾燥機(2009年4月)の追加や、再商品化率の引き上げがあり、2015年4月からは、エアコン80%以上、ブラウン管式テレビ55%以上、液晶・プラズマ式テレビ74%以上、冷蔵庫・冷凍庫70%以上、洗濯機・衣類乾燥機82%以上の再商品化率が求められることから、家電製品全体の重量比で20～30%を占めるプラスチックを再利用(リサイクル)する必要があった。

各家電製品の再商品化重量と再商品化率<sup>1)</sup>を図1に示す。家電製品の再商品化処理台数、再商品化重量、再商品化率は、法施行当初の2001年で8,307千台、211千トン、66%に対して、2021年度実績で15,442千台、531千トン、87%であり、再商品化処理台数だけでなく、再商品化重量や再商品化率の向上が顕著である。

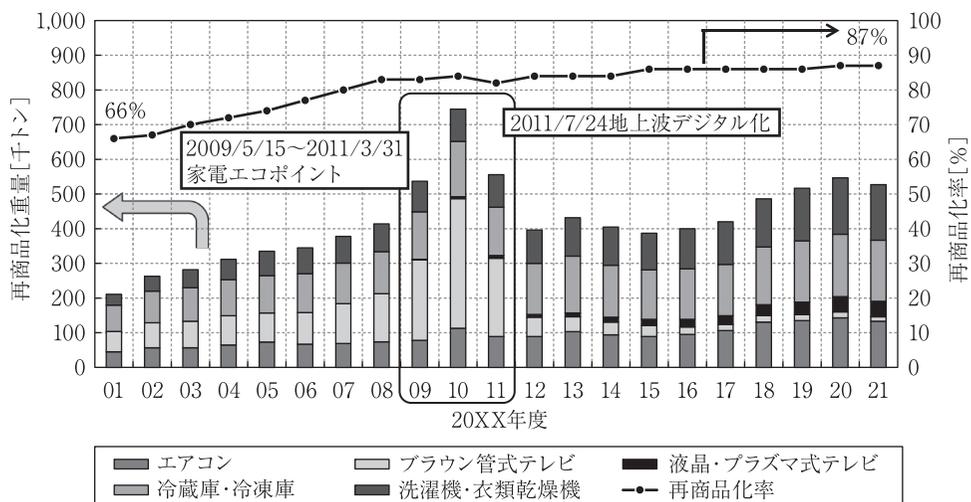


図1 各家電製品の再商品化重量と再商品化率<sup>1)</sup>

## 第4節 使用済み漁網を主原料とした リサイクルポリアミド樹脂の開発

リファインバース(株) 玉城 吾郎

### はじめに

リファインバース(株)(以下、当社)は、カーペットタイルを原料としたポリ塩化ビニルコンパウンドのマテリアルリサイクル事業を祖業とし、2016年に使用済み漁網をリサイクルしたポリアミド樹脂コンパウンド事業を承継、リサイクルポリアミド事業に参入した。その後、使用済み漁網の回収ネットワーク拡大やマテリアルリサイクルのプロセス技術開発を経て、2019年、愛知県一宮市に当該技術を用いた前処理、リベレット設備を有する一宮工場を設立した。当社リサイクルポリアミド(製品名「REAMIDE<sup>®</sup>」)には、使用済み漁網以外に自動車エアバッグなど様々な原料由来のグレードが存在するが、本稿では使用済み漁網を原料とした製品について記述する。

### 1. 原料

当社は現在、使用済みのポリアミド製旋網、刺網などを原料としている(写真1、写真2)。

日本国内で年間約6,000トンの使用済み漁網が廃棄されており、そのうち1,500~2,000トンが当社が原料としているポリアミド製漁網であると推定している。その他、漁網の代表的な素材としてはポリエステル(PET)、ポリエチレンなどがあるが、現時点では当社は回収対象としていない。これら使用済み漁網は、その大部分が埋立や焼却で処分されているものと思われる。



写真1 使用済み漁網(旋網)



写真2 使用済み漁網(刺網)