

## 先進事例

# “ごみ”を“エタノール”に変換する 技術を用いた廃プラスチック類の 再資源化について

こま さとし  
小間 聡積水化学工業株式会社 コーポレート 新事業開発部  
BRグループ

## 1. はじめに

海洋プラスチックごみ問題、気候変動問題、諸外国の廃棄物輸入規制強化等への対応を契機として、国内におけるプラスチック資源循環を一層促進する重要性が高まるなか、2022年4月からプラスチック資源循環促進法が施行されました。これにより、今までの容器包装プラスチックのみならず、あらゆるプラスチックを資源循環する時代が到来致しました。

日本国内の廃プラスチックは、総排出量822万t/年（2020年）となっており<sup>1)</sup>、そのうちマテリアルリサイクル（＝プラスチックとして再利用）されているものは173万t/年（総排出量の21%）になります。一方、509万t/年（62%）はサーマルリサイクル（＝プラスチックの焼却熱をエネルギーとして回収）、66万t/年（8%）は単純焼却（エネルギー回収無）、47万t/年（6%）は埋立処理されており、これらを合わせた622万t/年（76%）は、現時点で再資源化が行われていないこととなります。

このような現状を踏まえ、さらなる再資源化を実現すべく技術開発が進められており、マテリアルリサイクルに加え、ケミカ

ルリサイクル（＝廃プラスチックを化学的に分解、再重合することで、品質劣化なく再資源化）を普及させることが強く求められています。

例えば、（一社）日本化学工業協会では、『廃プラスチックのケミカルリサイクルに対する化学産業のあるべき姿』（2020年12月）を策定し、業界全体としてケミカルリサイクルの社会実装を推進しています。

## 2. ケミカルリサイクル技術

現在開発が進められているケミカルリサイクル技術は、大きく油化、モノマー化、ガス化に分類されます。

油化とは、プラスチックを加熱することによって原料である原油状の物質に分解し、それを石油代替として用いることでプラスチックを再重合し、化石資源由来のプラスチック（＝樹脂）と同等の未使用プラスチックを製造する技術です。

モノマー化とは、例えばPETボトルをその原料であるテレフタル酸まで化学的に分解し、このテレフタル酸を原料として新たにPET樹脂を重合することで、化石資源由来のPET樹脂と同等の未使用樹脂を製造する技術です。このPET樹脂を用い

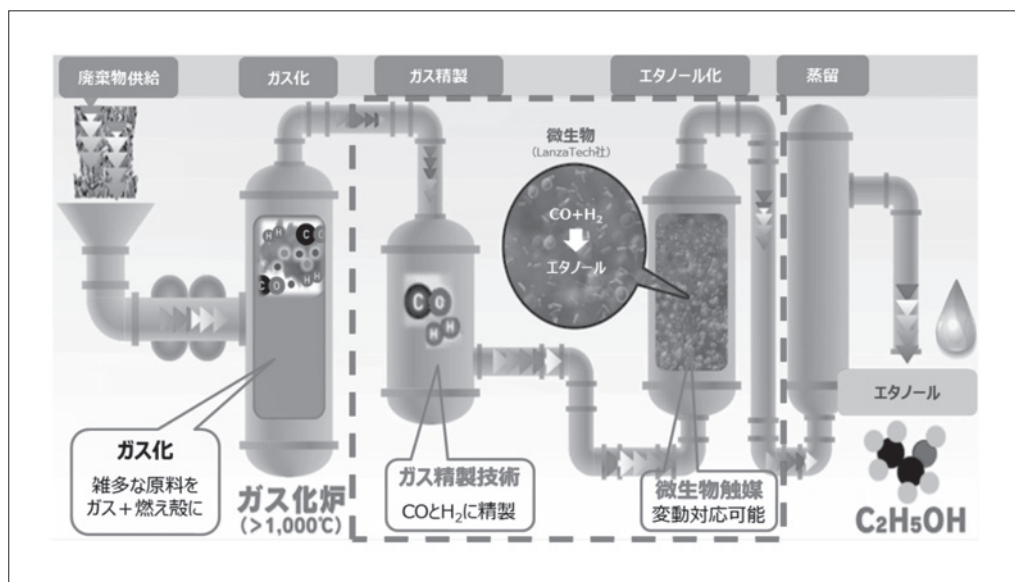


図1 廃棄物→エタノール変換プロセス

てボトル化することにより、常に新品のPETボトルとして再利用することが可能になります。

ガス化とは、プラスチックを熱分解して合成ガス（一酸化炭素と水素の混合ガス）を生成させ、この合成ガスを原料として各種プラスチックを重合する技術です。プラスチックの種類（例：ポリエチレン、ポリプロピレン、PET等）や、数種類のプラスチックが混合されているような状態（例：種類の異なるプラスチックを用いた複数のパーツが用いられている製品、種類の異なるプラスチックを積層したシート等）にかかわらず合成ガスという単一の原料にすることから、プラスチックの種類や廃プラスチックの状態に依らず（場合によってはバイオマス等プラスチック以外の有機物が混ざったような状態でも）、安定して再資源化できることが大きな特長です。

### 3. 積水化学工業の取り組み

上記しましたとおり、現状では廃プラスチックのうち76%もの量が再資源化されて

いない状況ですが、これは、実際の廃プラスチックの状態が雑多・不均質であり、含まれる成分・組成の変動が大きいという“工業原料としての扱いにくさ”が、原料化・再資源化を強く阻んできたといえます。

このような認識のもと、当社はガス化技術を用いることで“工業原料としての扱いにくさ”を解消し、また、合成ガスからのプラスチック再重合には、〔合成ガス→エタノール→エチレン→ポリエチレン等〕で示されるプロセスで再資源化を目指しています。

このプロセスでキーとなる〔合成ガス→エタノール化〕につきまして、米国ベンチャー企業LanzaTech社と共同で、微生物を用いた技術の開発に世界で初めて成功しました<sup>2)</sup>。可燃性廃棄物を種類毎に分別することなくガス化し、このガスを熱・圧力を用いることなく、微生物によりエタノールに変換することで、既存プロセスに比べ十分に競争力のあるコストでの生産を実現できる見通しです。

本技術の概要を、主なプロセスごとに解説します（図1）。当社とLanzaTech社は、

廃棄物が雑多・不均質であり、含まれる成分・組成の変動が大きくなることによる取扱いの難しさを、下記（１）～（３）の要素技術の採用・開発により、解決・具現化してきました。

（１）雑多な廃棄物を化学的組成が単一の原料に変換する技術として「ガス化」を採用

ガス化により廃棄物を分子レベル（一酸化炭素、水素）にまで分解することにより、廃棄物が有する豊富なエネルギーを損なうことなく、特性を均質化することができます。

（２）「微生物触媒」によるエタノールの生産と、それを実現するための「ガス精製技術」の確立

微生物を用いたプロセスは、熱・圧力をを用いることなく目的とする物質を生産することができる、先進的な触媒技術です。LanzaTech社が保有する微生物は、原生微生物の10倍以上もの反応速度を有し、工業レベルに十分な生産速度を発現できることが特長です。

しかしながら、廃棄物から得られた合成ガスは多くの夾雑物質を含んでおり、そのままでは微生物触媒に用いることができません。そこで下記のような特長を有するガス精製技術を開発することにより、微生物触媒の利用を実現しています。

- ①ガスに含まれる夾雑物質（数百種）の特定および精製が可能
- ②夾雑物質の状態をリアルタイムでモニタリングしながらプロセスを効率的に制御可能

（３）廃棄物中の成分変動にアジャストしてエタノールを生産する「培養コントロール技術」の確立

廃棄物に含まれる成分や組成が大きく変動することが、廃棄物の再資源化を妨げていた大きな要因のひとつです。これらを克服するために、下記を実現する技術を確立しました。

- ①組成変動に応じて微生物の培養状態を調整し、活性を一定に維持
- ②廃棄物処理施設特有のあらゆるリスクへの対応（緊急ガス停止等）

## 4. 今後の展望

当社は、次代に豊かな社会を引き継ぐため、廃プラスチックを含む可燃性廃棄物を都市油田に変える「廃棄物の再資源化」に取り組み、LanzaTech社との共同開発により、可燃性廃棄物をプラスチック等の原材料になるエタノールに変換する技術を2017年に確立しました。そして、その実用化・事業化に向け、環境省委託事業（二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業）等を活用して、パートナーの募集やビジネスモデルの検討を進めてきました。

現在の開発のステージとしては、2014年



写真1 実証プラント（岩手県久慈市）全景

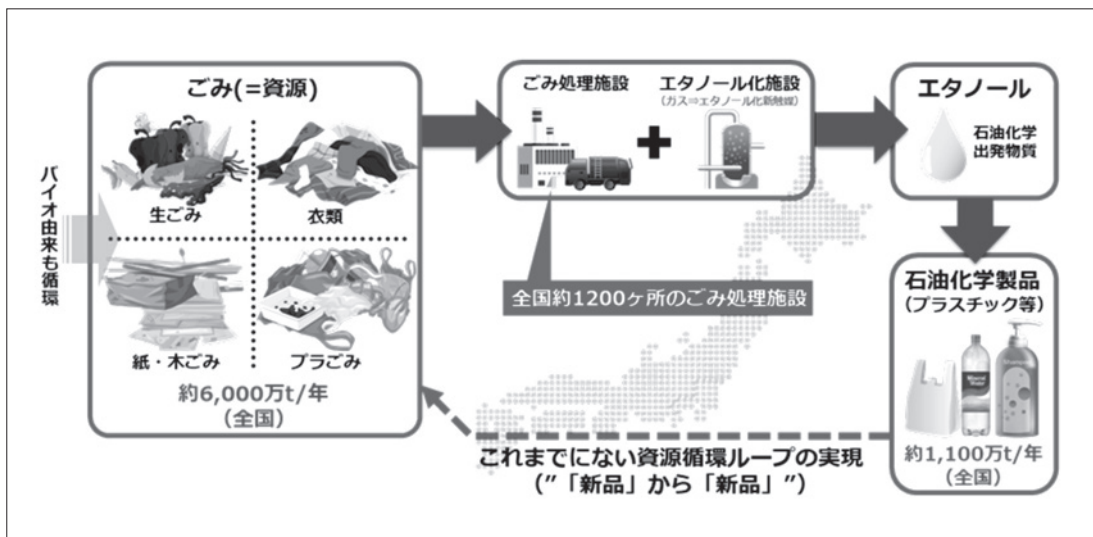


図2 資源循環社会システムイメージ

より稼働させてきたパイロットプラント（埼玉県寄居町）での技術開発をベースとし、2020年より実証プラントを岩手県久慈市に建設しています（写真1）。実証プラントでは、標準的な規模の廃棄物処理施設が処理する廃棄物の1/10程度の量（約20t/日）を既存廃棄物処理施設から譲り受けて原料とし、いよいよ2022年度よりエタノールの生産およびプラスチック化への取り組みが始まります。

また、自治体や廃棄物処理関連企業、プラントメーカー等のパートナーを広く募るとともに、実証プラントにて生産したエタノールを、本技術に関心をお寄せいただいている多くの業界の企業等に提供し、エタ

ノールを活用する様々な製品・事業の検証を行っていただく予定です。

これらの取り組みを経て、廃棄物エタノール化技術の本格事業化、そして、資源循環社会システムの実現を目指します（図2）。

#### 参考文献

- 1) (一社)プラスチック循環利用協会：「2020年プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況」、p.3、2021年
- 2) 積水化学工業(株)：「“ごみ”を“エタノール”に変換する世界初の革新的生産技術を確立」、プレスリリース、2017年