

“ごみ”を“エタノール”に変換する技術を用いた 資源循環社会の実現について

積水化学工業株式会社
新事業開発部 BR グループ
加納 正史

1. はじめに

昨今プラスチックに関しては、海洋プラ問題やバーゼル条約による廃プラを含む廃棄物の輸出入規制等から、脱プラスチックを目指したライフスタイルの提案など、グローバル課題から身近な話題まで幅広く注目を浴びています。

国内外のプラスチックの生産量(図1)のうち、もっとも多い用途は容器包装セクターで、全体の4割前後を占めています。また、一人当たりのプラスチック容器包装廃棄量については、日本は米国に次いで2番目に多く、以下EU、中国となります。

1950年以降生産されたプラスチックの8割近くは使用後廃棄処分されており、回収されたプラスチックについても、結果的にその8割近くはリサイクルされずに埋立てや海洋等へ投棄されていると言われています。つまり、リサイクルされているプラスチックは生産量に対して1割にも満たないのが現状です。これを受けて国内外ではプラスチック資源循環施策を次々に打ち出しており、一例として、EUでは2030年までに容器包装廃棄物の75%をリサイクルする方針が打ち出されました^{*1}。

このようにプラスチックの再資源化に向けた動きは、今後、更に加速されと考えられます。そこで、今回はプラスチックを含む“ごみ”を原料化・再資源化し、資源循環社会の実現を目指す当社の取り組みについて紹介させていただきます。

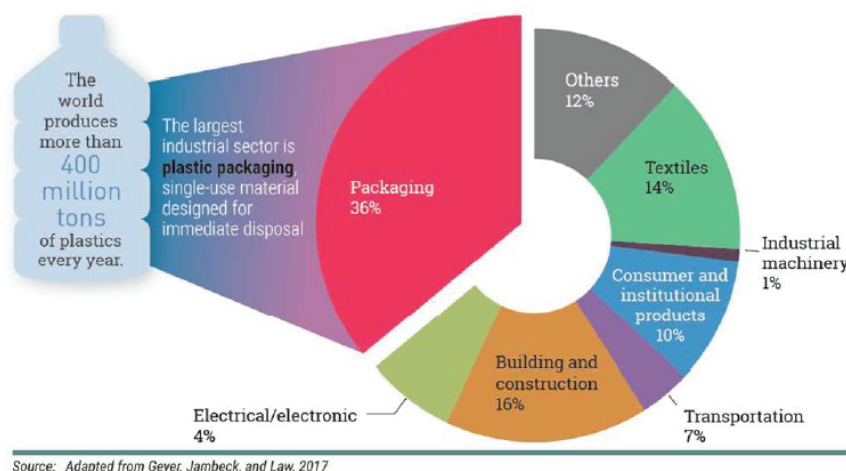


図1. 産業セクター別の世界のプラスチック生産量 (2015年)

2. 積水化学工業の取り組み

2-1. 当社が着目した社会的背景

日本で排出される可燃ごみは、実に年間約 6,000 万トン^{*2} であり、そのエネルギー量はカロリー換算で約 200 兆 kcal にも達します。この量は、国内でプラスチックを生産するために用いられる化石資源（年間約 3,000 万トン^{*3}、約 150 兆 kcal）と比べて十分に大きい量であるにもかかわらず、その再利用は一部に留まり、多くは焼却・埋立処分されているのが実情です。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“ごみ”の“工業原料としての扱いにくさ”が、その原料化・再資源化を強く阻んできたといえます。

当社は、次代に豊かな社会を引き継ぐ上で、「ごみの原料化」は私達が果たすべき使命であり、極めて困難であっても果敢に挑戦すべき課題であるとの信念のもと、今回ご紹介する技術開発に取り組みました。

2-2. 本技術の概要

このような背景のもと、当社と米国ベンチャー企業 LanzaTech（以下、「ランザテック社」）は、“ごみ”をまるごと“エタノール”に変換する生産技術（以下「本技術」）の開発に、世界で初めて^{*3} 成功しました。ごみ処理施設に収集されたごみを分別することなくガス化し、このガスを微生物により、熱・圧力を用いることなく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・実証しました。

具体的には、埼玉県寄居町にごみ処理施設を有するオリックス資源循環株式会社（本社：東京都港区）の協力を得て、その構内にパイロットプラントを建設、2014 年より開発を進め、実際に収集した“ごみ”を、極めて高い生産効率で“エタノール”化することに成功しています^{*4}（図 2）。



図 2. パイロットプラント（埼玉県寄居町）による実証状況

大量に存在しながらその工業利用が極めて困難であった“ごみ”を、化石資源に替わる資源として使いこなすことを実現した、革新的な成果です（エタノールは、脱水・重合することでポリエチレンとなります。ポリエチレンは汎用性の高い代表的なプラスチックです）。

本技術の概要を、主なプロセスごとに解説します。(図3)



図3. ごみ→エタノール変換プロセス

当社とランザテック社は、“ごみ”の雑多・不均質であり、含まれる成分・組成の変動が大きいことによる、扱いの難しさを解決するために、下記(1)～(3)の各要素技術を採用・開発し、本技術を具現化しました。

(1) 雑多なごみ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」は低酸素状態でごみを分子レベル（CO、H₂）にまで分解する方法であり、既に確立された技術です。ごみ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、それを具現化するための「ガス精製技術」の確立

「微生物触媒」は熱・圧力を用いることなく、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。ランザテック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“ごみ”から得られたガスは、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はできません。そこで下記2点の「ガス精製技術」の開発により、微生物触媒の利用を可能にしました。ここが本技術確立の最大のブレークスルーポイントです。

① ガスに含まれる夾雑物質（数百種）の特定と精製

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駆動する

制御技術

(3) ごみ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

ごみに含まれる成分や組成が大きく変動することが、ごみの工業利用が不可能とされてきた大きな要因のひとつです。これを克服するために、下記2点の技術を確立しました。

- ①組成変動に応じて微生物の生育状態を調整し、活性を一定に維持
- ②ごみ処理施設特有のあらゆるリスクに対応できる技術を確立（緊急ガス停止時にも対応可能、等）

3. 本取り組みが実現する将来の姿

3-1. 本取り組みのポイント

本取り組みのポイントは、廃プラスチックから新品プラスチックに再生するのに留まらず、生ごみや紙・布、木などプラスチック以外のあらゆる可燃ごみをエタノール化し、そこから新品のプラスチックに生まれ変わらせる点です。

図4に示すように、新品の製品（可燃物）が使用、廃棄され、エタノール化されて新品のプラスチックになるという資源循環の中で何度でも再生が可能です。今までどおりの生活や産業活動を送りながら、そこから出た可燃ごみをエタノール化経路でプラスチックにすることができます。プラスチック容器包装にも適用可能と考えています。

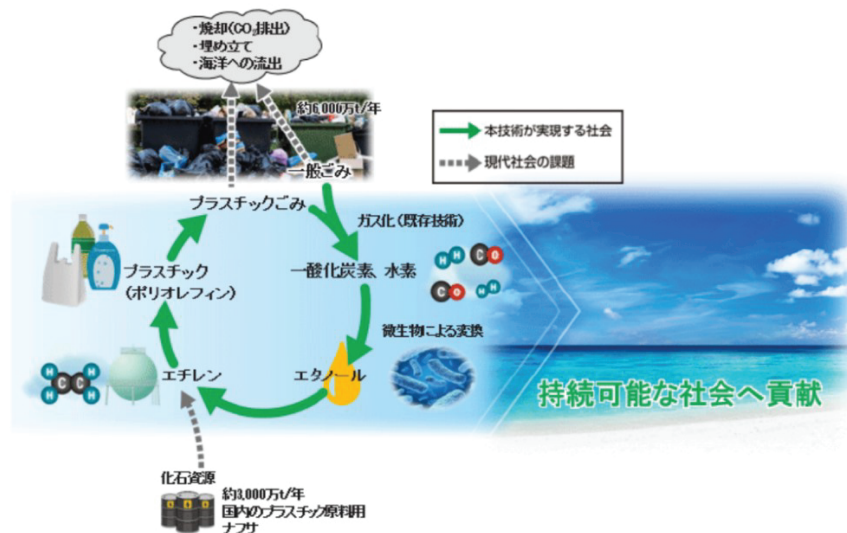


図4. 資源循環イメージ

3-2. 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ごみを都市油田に変える「ごみの資源化」に取り組み、ランザテック社との共同開発により、可燃ごみ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、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。実証プラントでは、標準的な規模のごみ処理施設が処理するごみの 1/10 程度の量（約 20t/日）を既存ごみ処理施設から譲り受けて原料とし、エタノールを生産する予定です。また、自治体やごみ処理関連企業、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、BR エタノール技術の本格事業化、そして、資源循環社会システムの実現を目指します（図 5）^{*5}。

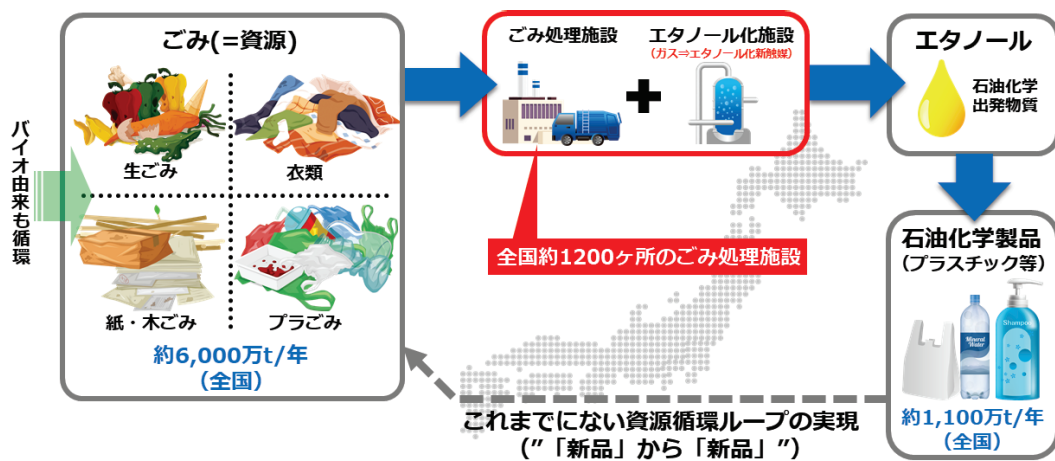


図 5. 本取り組みが目指す将来の姿

参考文献・情報等

- *1 環境省『プラスチックを取り巻く国内外の状況』
- *2 環境省『廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書』をもとに当社にて試算
- *3 プラスチック循環利用協会『プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況』をもとに当社にて試算
- *4 積水化学工業 2017 年 12 月 6 日付プレスリリース『“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』
- *5 積水化学工業 2020 年 4 月 16 日付プレスリリース『“ごみ”を“エタノール”に変換する技術の事業化を目的に合併会社を設立』