Press Release

【2026 年 8 月 20 日】

国立大学法人山口大学
国立研究開発法人科学技術振興機構
国立研究開発法人産業技術総合研究所
学校法人日本工業大学

光触媒分解性コアを搭載した新しい循環性プラスチックを開発

【研究のポイント】

- 光触媒により容易に分解可能な第三級アルキルエステル（注 1）分解コアを開発しました。
- 開発した「分解コア」は、ポリアリレート・ポリエチレンテレフタレート・ポリウレタンなど異種プラスチックに元のプラスチックと同等の強度や耐熱性を維持しつつ、分解性を導入することができます。
- 本技術「コアブロックテクノロジー」は、分解手法開発時間を短縮でき、世界的なプラスチック再資源化問題の解決およびカーボンニュートラルに貢献します。

【研究概要】

山口大学大学院創成科学研究科の西形孝司 教授らの研究グループは、産業技術総合研究所 触媒化学研究部門の谷口剛史 上級主任研究員、日本工業大学の小池隆司 准教授らとの共同研究により、異なる種類のプラスチックに共通して導入可能な光触媒分解性コアを用いた新しいケミカルリサイクル技術「コアブロックテクノロジー」を開発しました。

プラスチックごみ問題の解決には、使用後に分解・再利用できる「ケミカルリサイクル」対応型のプラスチック設計が求められています。これまで、既存のプラスチックを分解する「直接分解法」の開発には、プラスチックの種類ごとに専用の化学反応が必要なためその開発には多くの時間と労力が費やされてきました。また、分解の起点（トリガー）をあらかじめプラスチックに組み込む「分解トリガー法」も研究されていますが、こちらも個々のプラスチックに適したトリガーを別々に設計する必要があり、同様の課題を抱えていました。いずれの場合においても、ケミカルリサイクルを実施するための化学反応（熱分解、水素化分解など）は、その分解に高エネルギー条件を必要とする場合があり、大量のエネルギー消費とそれに伴う温室効果ガス排出の観点からも問題となっています。

本研究で開発した技術は、これらの課題に対する一つの解決策を提供するものです。研究グループは、第三級アルキルエステル構造を持つ「ユニバーサル分解コア」を設計しました。このコアは、省エネルギーな LED 光を用いた触媒反応で分解可能であり、また、様々なプラスチックに共通して組み込むこともできるため、温室効果ガス排出に加え個別の分解法やトリガーを開発する手間と時間を削減できます。この共通分解性を多様なプラスチックに付与する環境にやさしい技術を「コアブロックテクノロジー」と名付けました。

【社会的な背景】

プラスチックは、軽量で耐久性に優れ、加工が容易なことから、包装材から自動車部品、医療機器に至るまで現代社会に不可欠な素材として広く利用されています。しかし、その耐久性ゆえに自然界では分解されにくく、使用後の処理が国際的な環境課題となっています。現在、プラスチックは年間 4 億 5,000 万トン以上生産されており、その最終的な処理先は埋立、焼却、またはリサイクルのいずれかです。しかし、実際には世界でリサイクルされているプラスチックはわずか 9%に過ぎず、12%が焼却、79%が埋立処分されています。世界人口の増加と経済成長に伴いプラスチックの需要は増加の一途をたどっており、その廃棄に伴う温室効果ガス排出量も増加し続けています。

こうした状況の中で、廃プラスチックの処理方法としては、化学分解して原料に戻すケミカルリサイクルが温室効果ガス排出削減の観点から注目されています。しかし、現行では、プラスチックの構造が強固なためにそれを分解できる化学反応が限定的であることから、日本でのケミカルリサイクルの普及率はわずか 3%しかありません。問題解決に向けて研究開発が長年進んでいますが、プラスチックの種類ごとに最適な分解条件が異なるため、多様なプラスチックを資源循環させる技術を開発するまでに多くの時間を要しています。この解決には、分解の省エネルギー性に加え、プラスチックの種類によらず共通の分解技術を開発することが急務となっています。

【研究成果】

本研究では、このような背景のもと、省エネルギーな LED 光で駆動する光触媒で分解可能なプラスチックを開発しました。このプラスチックには、光触媒分解性コアという「分解の起点となるコア」を導入することで、ケミカルリサイクルできるように設計しています。また、異なる種類のプラスチックでも同一コアを使用可能なため、分解に必要な化学反応は共通の条件を使うことが可能です（図 1）。これにより、多くの種類のプラスチックに迅速に分解性を付与でき、プラスチックのケミカルリサイクル技術の開発期間を大幅に短縮できます。この共通コア概念を使った分解性プラスチックによるケミカルリサイクルをコアブロックテクノロジーと呼んでいます。

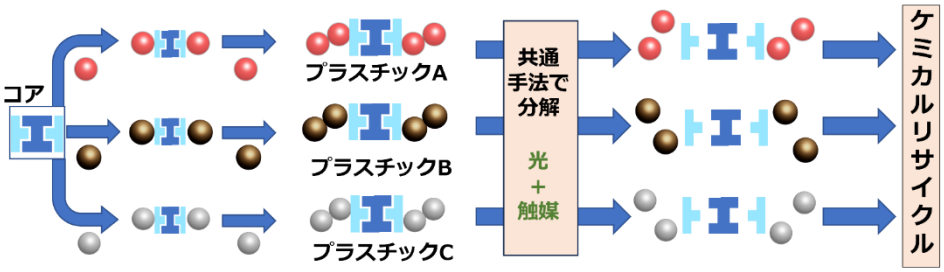


図 1　コアブロックテクノロジーの概要図

開発した技術の具体的な内容は、次の通りです。

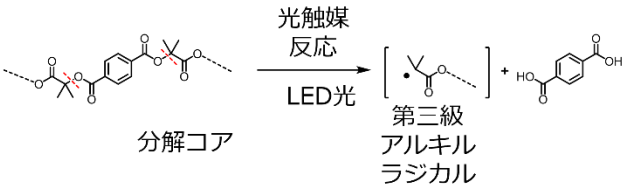
1）第三級アルキルエステルの炭素ー酸素結合が光触媒による一電子移動で選択的に切断され、その際に安定な第三級アルキルラジカル(注 2)が生成するという反応原理に基づき、テレフタル酸(注 3)をベースとした分解コアを開発しました。

2）分解コアは両末端にカルボン酸を持つため、様々なモノマー(注 4)と結合させることが可能であり、ポリアリレート（PAR）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリウレタンという構造の異なる 3 種類のプラスチックに共通して導入できることを実証しました。そして、これら全てのプラスチックが同一の光触媒条件（室温・常圧・365nm(注 5)光照射）で分解され、分解効率は最大 99%、反応時間は 2～4 時間であることを確認しました。この反応では、分解後にモ

ノマーと分解トリガー部位から生じるラクトンが得られます。モノマーは元のプラスチックを作る際に再利用され、ラクトンはアップグレード品としての使用が期待されます。

3）従来の分解トリガー法では分解性を付与すると物性が低下するという課題がありました。しかし、例えば、エンジニアリングプラスチックであるポリアリレートに本コアを導入すると、元のプラスチックの骨格（ベンゼン環）と構造的に類似しているため、同等の引張強度、ヤング率、透明性を維持できることを実証しました。また、分解コアはテレフタル酸という世界で年間数千万トン生産されている汎用かつ安価な化学物質をベースとしており、産業規模での実用化におけるコスト面での優位性も備えています。

1）分解コア設計とその分解



2）コアブロックテクノロジー

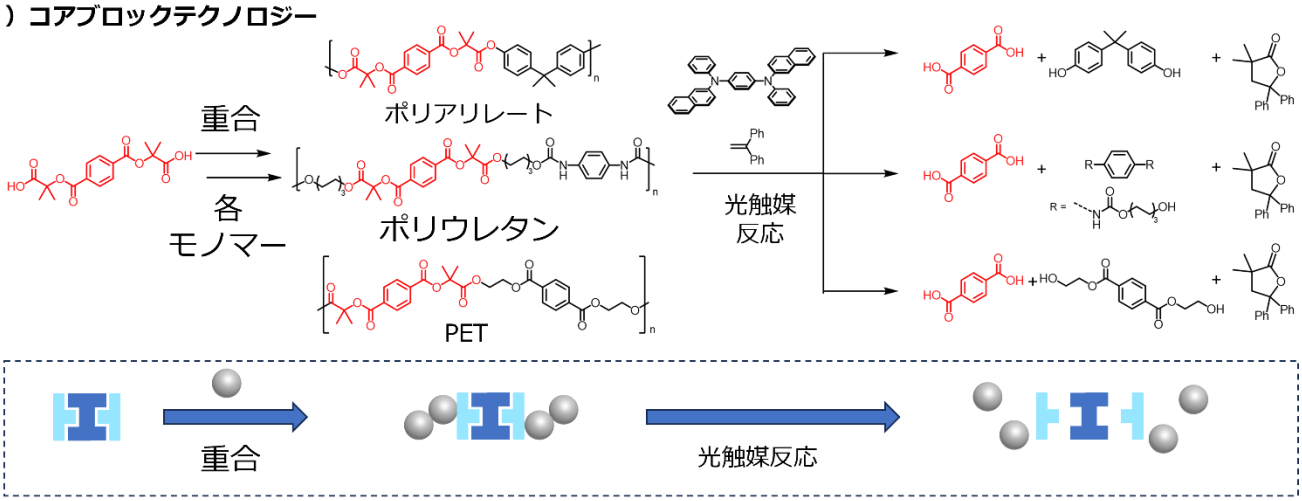


図 2　開発した技術の具体的な内容

加えて、本技術をエンジニアリングプラスチックであるポリアリレートに適用すると、必要な物性を再現しつつケミカルリサイクルも可能であることを実証しました。成形した透明なポリアリレートフィルムを破砕し、本研究で開発した光触媒反応を行うと、反応後にモノマーが沈殿してきます。沈殿したモノマーはろ過により簡単に回収できます。これによりケミカルリサイクルが完結します。

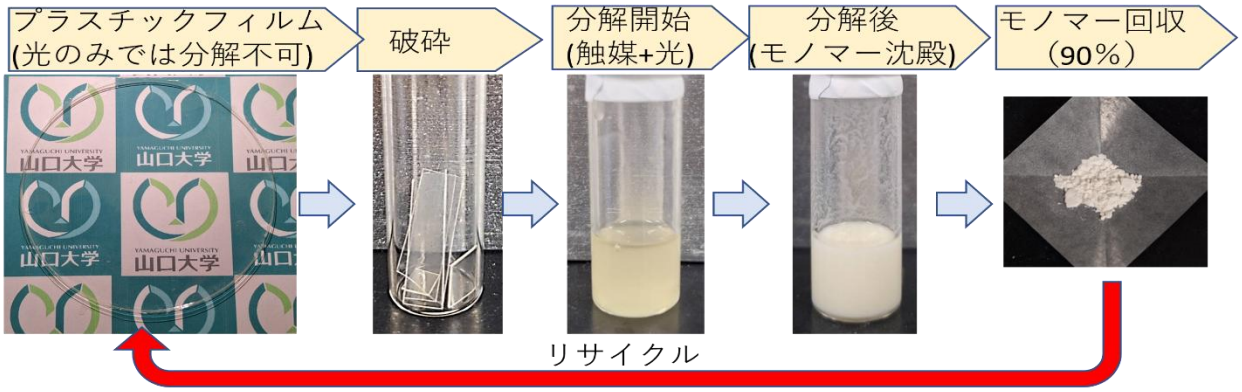


図 3　合成したプラスチックのケミカルリサイクル

本技術は、これまでプラスチックごとに個別の分解法を開発する必要があった従来のアプローチに対し、一つの共通コアで多様なプラスチックを省エネルギーで分解できる手法を提供するものであり、ケミカルリサイクル技術における温室効果ガスの削減、開発期間とコストも削減できることが期待されます。

【今後の展望】

本技術では、選択的切断により原料のモノマーがほぼ純粋な状態で回収可能であり、この回収モノマーを再び重合させることで、プラスチックの繰り返し再生産が可能となります（同一の光触媒条件での分解反応では分解過程で高付加価値なラクトン化合物も生成されるため、アップグレードを伴う点も特徴です）。

「コアブロックテクノロジー」と名付けた分解性プラスチックによる新たなケミカルリサイクルプロセスが、低炭素化と資源循環社会の実現に向けて、実用化されることが期待されます。

本研究成果は、2026 年 8 月 20 日（日本時間）にドイツの国際的な科学誌「Angewandte Chemie International Edition」にてオンライン公開されました。

【謝辞】

本研究は、科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業 ALCA-Next（先端的カーボンニュートラル技術開発）の支援を受けて実施されました（課題番号：JPMJAN23C6）。

【論文情報】

掲載誌：Angewandte Chemie International Edition
論文名：A tert-Alkyl Terephthalate Derivative as a Universal Degradable Unit for Condensation Polymers
著者：Yasuyuki Nitta, Ryosuke Nishikuma, Souya Kouda, Masatoshi Ohyama, Meiki Shinoda, Tsuyoshi Taniguchi*, Takashi Koike*, Takashi Nishikata*
掲載日：2026 年 8 月 20 日（日本時間、オンライン公開）
DOI：10.1002/anie.4234620

【用語解説】

- 注 1 第三級アルキルエステル：第三級アルコール（三つの炭素置換基を有する炭素に水酸基が結合したアルコール）由来エステル。本技術の分解対象。切断時に安定な第三級アルキルラジカルを生成する。
- 注 2 ラジカル：不対電子を持つ化学種のこと。通常の分子が持つ結合電子対とは異なり、非常に反応性が高い化学種。
- 注 3 テレフタル酸：PET の主要原料として世界で年間数千万トン生産される汎用化学物質。
- 注 4 モノマー：プラスチックを合成するための基礎原料。モノマーが繰り返し反応することで分子鎖が連なりプラスチックを形成する。
- 注 5 nm はナノメートルと読み、ナノは 10 億分の 1 を表す。

【問い合わせ先】

＜報道に関する問い合わせ＞
山口大学　総務部　総務課　広報室
電話：083-933-5007
E-mail：sh011@yamaguchi-u.ac.jp

科学技術振興機構　広報課
電話：03-5214-8404
E-mail：jstkoho@jst.go.jp

産業技術総合研究所　ブランディング・広報部　報道室
E-mail：hodo-ml@aist.go.jp

日本工業大学　教育研究推進室
電話：0480-33-7712
E-mail：kyoken@nit.ac.jp

＜JST 事業に関する問い合わせ＞
科学技術振興機構　未来創造研究開発推進部　低炭素研究推進グループ
武内　里香（たけうち　りか）
電話：03-6272-4004
E-mail：alca-next@jst.go.jp