

配信先：文部科学記者会、科学記者会、共同通信 PR ワイヤー、大阪府政記者会、大阪市政記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、滋賀県記者クラブ、彦根新聞記者会



TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY
東京都立大学



地方独立行政法人
大阪産業技術研究所
Osaka Research Institute of Industrial Science and Technology

2026年7月6日

東京都立大学法人 東京都立大学



滋賀県立大学
THE UNIVERSITY OF SHIGA PREFECTURE



地方独立行政法人 大阪産業技術研究所

公立大学法人 滋賀県立大学

国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST)

植物由来で強度・伸びに優れた分解可能なバイオベースポリマーの開発

～植物油とアミノ酸より誘導したサステイナブル高機能材料～

1. ポイント

- 資源循環型社会（サーキュラーエコノミー）の実現に向け、石油資源に頼らない、分解・ケミカルリサイクル^{注1)}可能な高機能バイオマスプラスチックの開発が急務である。
- 非可食の植物油とアミノ酸から、ポリエチレンなどの汎用プラスチックより柔軟で強度に優れたフィルム物性を示す、高機能バイオベースポリ（エステルアミド）^{注2)}を開発した。
- 独自の高性能触媒による定量的な結合形成－解離反応により、ポリマー（高分子）の合成・分解が可能で、バイオマス資源から優れたサステイナブル材料の研究開発が加速すると期待される。

2. 概要

JST 戦略的創造研究推進事業 CRESTにおいて、東京都立大学大学院理学研究科の野村琴広 教授らの研究グループは、大阪産業技術研究所 森之宮センター 物質・材料研究部の平野 寛 主幹研究員、東 青史 研究室長らの研究チームや滋賀県立大学工学部材料化学科の竹下宏樹 准教授と共同で、非可食の植物資源から、分解・リサイクル可能で、汎用プラスチックより柔軟で強度に優れた物性を示すバイオベースポリ（エステルアミド）を開発しました。分解・リサイクル可能な高機能サステイナブル材料の開発は、サーキュラーエコノミーの実現のための重要課題です。植物油^{注3)}から誘導されるバイオマスプラスチックは、ポリエチレンなど石油由来の汎用オレフィン系ポリマーの有望な代替材料と期待されますが、この種の汎用材料よりフィルムの引張強度^{注4)}と破断伸び^{注4)}に優れた材料の開発例は極めて限定されます（関連情報1）。

本研究グループは、非可食の植物油とアミノ酸などから誘導されるバイオベースポリ（エステルアミド）に注目し、重縮合^{注5)}法の中でも特にオレフィンメタセシス重合法^{注5)}とつづくオレフィン水素化により目的の高分子量材料を合成すると、汎用プラスチックより優れた特性（引張強度や破断伸び）を示すことを明らかにしました。また、繰り返し使用が可能で、使用による延伸・破断・損傷後も自然に使用前の状態に修復（自己修復）する機能材料の開発にも成功しました。

本成果は、分解・リサイクル可能で、汎用プラスチックより優れた物性を示すバイオベースポリマーの材料開発にはじめて成功したものです。なお、独自触媒を用いる定量的な結合形成－分解反応（関連情報2 および3、エ

ステル交換反応)により、ポリマーの分解とポリマー原料(モノマー)の合成が可能で、資源循環型の有望なサステイナブル材料となることを示唆しました。

本研究成果は、2026年7月6日(現地時間)に米国化学会の学術誌「JACS Au」のオンライン版で公開されます。

本成果は、以下の支援によって得られました。

JST 戦略的創造研究推進事業 チーム型研究 (CREST)

研究領域:「分解・劣化・安定化の精密材料科学」

研究総括: 高原 淳

(九州大学 ネガティブエミッションテクノロジー研究センター 特任教授)

研究課題:「機能集積型バイオベースポリマーの創製・分解・ケミカルリサイクル」

(課題番号: JPMJCR21L5)

研究代表者: 野村 琴広 (東京都立大学 大学院理学研究科 教授)

研究期間: 2021年10月~2027年3月

上記研究課題では、豊富な非可食植物資源からのバイオベースポリエステル・アミドの精密合成と高機能材料の開発、ポリマー分解によるモノマーや機能化学品の合成を可能とする高性能触媒の開発を目的としています。

3. 研究の背景

近年サーキュラーエコノミー・資源循環型社会の実現に向け、分解・リサイクル可能な材料開発が注目を集めています。中でも石油資源に頼らないサステイナブル材料として、非可食の植物油(長鎖脂肪酸エステル)と植物資源から誘導される通称・バイオベースポリマーが注目されています。しかし、ポリエチレンやポリプロピレンに代表される汎用プラスチックと同程度の引張強度と破断時伸びといった機械特性を示す材料の報告例はあるものの、この材料の特徴を活かした高機能材料の開発事例は限られていました(関連情報1)。

今回、非可食の植物油とアミノ酸から誘導される対称型の繰り返し単位からなる新規バイオマスプラスチック、ポリ(エステルアミド)、の設計・合成・構造解析・物性解析を検討し、この材料が分解・リサイクル可能で汎用材料より柔軟で強度に優れる高機能材料となることを明らかにしました(図1)。また、繰り返し使用が可能で、使用による延伸・破断・損傷後も自然に使用前の状態に修復(自己修復)する機能を示す材料開発にも成功しました。この種の材料は、独自の触媒技術により、原料(モノマー)の合成とポリマーの分解・再合成が可能で、資源循環型の有望なサステイナブル材料となることを提案しました。

4. 研究の詳細

本研究グループでは、非可食の植物油とアミノ酸から誘導される対称型の繰り返し単位からなる新規バイオマスプラスチック、ポリ(エステルアミド)を設計・合成しました(図2)。このポリマーフィルムが汎用プラスチックより破断するまでの伸びと強度に優れた物性を示すことを明らかにしました(図1)。物性には使用するアミノ酸部位の効果が大きく、使用や破断後も速やかに使用前と同様のフィルム形成・物性を示す自己修復機能を示す材料も見出しました。また、放射光施設でのX線構造解析(WAXDやSAXS測定)等を通じて、材料中に微量に存在する結晶成分が物性の発現に寄与することを解明しました。

今回開発した材料は、独自の触媒技術(定量的なエステル交換反応)を利用することで、ポリマー原料(モノマー)の合成とポリマーの分解・再利用が可能です(図3)。物性はアミノ酸や架橋部位(コハク酸、糖から誘導)

で調節可能で、サーキュラーエコノミー・資源循環型社会を指向した先端材料として、今後の広範な展開が大いに期待できます。

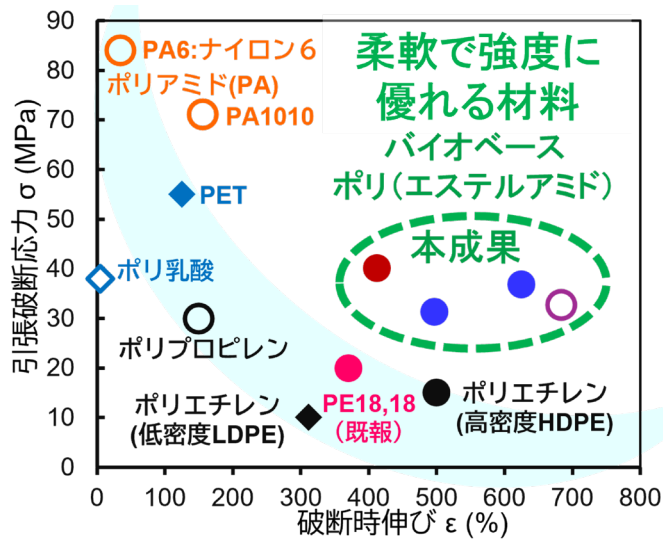


図1 今回開発したバイオベースポリ(エステルアミド)と汎用プラスチック(ポリエチレンやポリプロピレンなど)との機械特性(引張強度と破断時伸び)の比較。一般的に破断するまでの強度と伸びは二律背反関係にある。

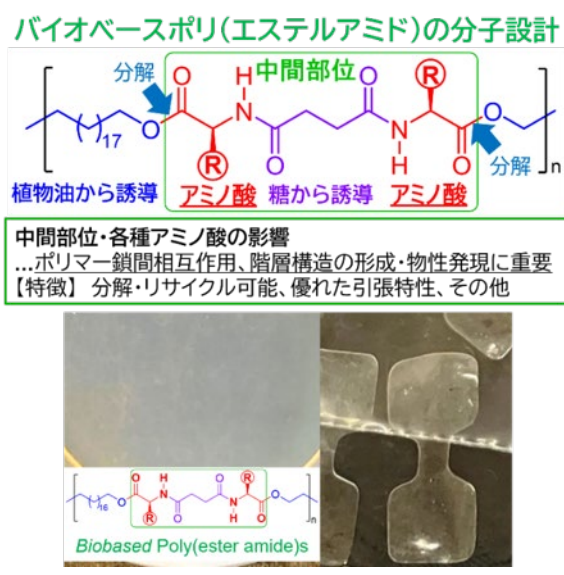


図2 今回開発したバイオベースポリ(エステルアミド)の基本構造。コハク酸(紫色、糖から誘導)、長鎖脂肪酸(植物油より誘導)、アミノ酸を構成単位とし、定量的なケミカルリサイクルが可能(アルコールとのトランスエステル化、青色矢印部位が解離)。下図は調製したバイオベースポリ(エステルアミド)フィルム(溶媒キャスト法)。

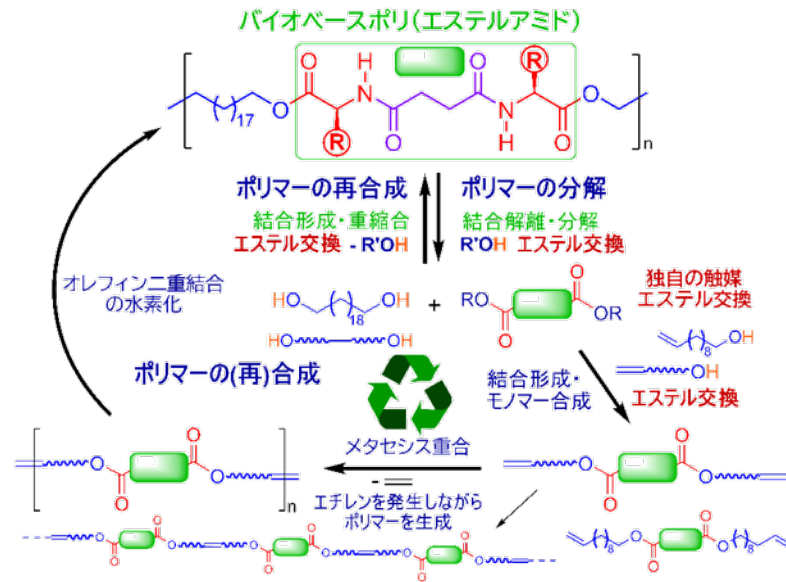


図3 今回開発したバイオベースポリ(エステルアミド)の定量的なケミカルリサイクル(アルコールとのトランスエステル化)とポリマーの再合成サイクル(資源循環サイクル)。ポリマーの分解・再重合、モノマー合成に独自の高性能エステル交換触媒を利用。

5. 研究の意義と波及効果

今回開発したバイオマスプラスチック(図2)は、植物油とアミノ酸を繰り返し単位とするので、使用できる原料の適用範囲が広く、広範な応用展開が可能です。特に物性(フィルムの引張特性や自己修復機能)は、強いポリマー鎖間の相互作用に起因し、アミノ酸部位やコハク酸(糖から誘導)などの架橋部位で調節可能です。また、ポリマーは、既に開発した独自の触媒技術(関連情報2および3)により、定量的な結合形成-分解(エステル交換)が可能で、ポリマー原料(モノマー)の合成、ポリマーの分解・リサイクルが実現可能です(図3)。さらに、セルロースナノファイバーをはじめとする天然由来の繊維との複合化による高強度化なども可能になります。

本成果は、バイオ由来の原料からなる繰り返し単位の中で、特に図2の中間部位の効果に注目したもので、汎用材料より秀でた物性・機能を示すことから、今後はサーキュラーエコノミー・資源循環型社会の実現に向けた材料開発が大きく進展することが期待されます。

6. 用語解説

注1) ケミカルリサイクル

使用済み資源を化学的に処理し、他の化学物質に転換して再利用するリサイクル手法。ここでは、使用済みのプラスチックを製造(合成)前の原料に変換することを意味する。

注2) ポリ(エステルアミド)

アルコールの水酸基(ROH)とカルボン酸のカルボキシ基($\text{R}'\text{COOH}$)とが脱水することで生成する化学結合($\text{R}'\text{COOR}$)をエステル結合といい、アミンのアミノ基($\text{R}''\text{NH}_2$)とカルボン酸のカルボキシ基($\text{R}'\text{COOH}$)とが脱水することで生成する化学結合($\text{R}'\text{CONHR}''$)をアミド結合という。ポリ(エステルアミド)は、図2に示すように、繰り返し単位にエステル結合とアミド結合を含む重合体(ポリマー)で、以下に代表的なポリエステルやポリアミド、本研究のポリエステルアミドの化学構造を示す。

注3) 植物油

植物に含まれる脂質を抽出・精製することで得られる常温で液体状の油で、油脂の主要成分は、「グリセリ

ン」という炭素原子が3つのアルコールに「長鎖脂肪酸」と総称される複数の炭素原子の鎖状構造を持つカルボン酸がエステル結合によりつながった構造（トリグリセリド）をとる。グリセリドの分解（アルコールとのエステル交換反応・トランスエステル化）により長鎖（飽和・不飽和）脂肪酸を得る。

注4) 引張強度、破断伸び

試料の機械的性質を測定するために、試験規格で定められたダンベル状に打ち抜かれた試料の試験片（プラスチックフィルム）を破断するまで制御された張力をかけることで、試料の引張強度や伸びなどを測定する（引張試験）。引張強度は試験片を破断するまで引っ張った時の力で、破断伸びは試験片が破断した時の伸び率を示す。

注5) 重縮合、オレフィンメタセシス重合法

ポリエステルやナイロンの合成などで広く知られる合成法で、2つの官能基を持つ分子同士の反応により、水などの分子を副次的に生産してポリマーを合成する手法。

「オレフィン」は炭素-炭素2重結合を1つ持つ炭化水素の総称で、「メタセシス」とは「置換」を意味する。従って、触媒の存在下、オレフィンの2重結合上の置換基の組み換え反応のことをオレフィンメタセシス反応と呼ぶ。この反応を使ったポリマーの合成法をオレフィンメタセシス重合法といい、今回の手法はエチレンを副次的に生産してポリマーを合成する重縮合（非環式ジエンメタセシス重合）。

7. 論文情報

関連情報：

(1) 2023年10月5日 JST プレスリリース

「植物由来でリサイクルや強度・伸びに優れたポリエステル開発～高性能触媒でポリマー合成、サステイナブル材料研究加速へ～」

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20231005-2/index.html>

<https://www.tmu.ac.jp/news/topics/36063.html>

(2) 2022年9月16日 JST プレスリリース

「ポリエステルの分解・ケミカルリサイクルを実現する高性能触媒を開発～植物油から化学品を合成する技術を適用、プラスチック問題の解決に道～」

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20220916/index.html>

<https://www.tmu.ac.jp/news/topics/34998.html>

(3) 2025年11月14日 JST プレスリリース

「ポリエステルの化学原料に完全変換可能な高性能鉄触媒の開発～安価で製造も容易、資源循環型社会の基盤技術に～」

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20251114/index.html>

<https://www.tmu.ac.jp/news/topics/38107.html>

掲載誌: JACS Au

タイトル: “Synthesis of Biobased Aliphatic Poly(ester amide)s and their Thermal, Tensile Properties, and Selective Depolymerization through Transesterification”

(分解・リサイクル可能なバイオベースポリ(エステルアミド)の合成と熱・機械物性)

著者: Kotohiro Nomura

DOI : 10.1021/jacsau.6c00515

URL : <https://doi.org/10.1021/jacsau.6c00515>

8. 問合せ先

(研究に関すること)

東京都立大学大学院 理学研究科 科学専攻 教授 野村 琴広

TEL : 042-677-2547 E-mail: ktnomura@tmu.ac.jp

(大学に関すること)

東京都公立大学法人

東京都立大学管理部 企画広報課 広報係

TEL : 042-677-1806

E-mail: info@jmj.tmu.ac.jp

大阪産業技術研究所 法人経営本部 企画部

〒536-8553 大阪府大阪市城東区森之宮 1-6-50

TEL : 06-6963-8331 Fax:06-6963-8015

E-mail: morinomiya@orist.jp

公立大学法人 滋賀県立大学 経営企画課

〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町 2500

TEL : 0749-28-8234

E-mail: keiei_kikaku@office.usp.ac.jp

科学技術振興機構 広報課

〒102-8666 東京都千代田区四番町 5-3 サイエンスプラザ

TEL : 03-5214-8404 Fax:03-5214-8432

E-mail: jstkoho@jst.go.jp

<JST 事業に関すること>

安藤 裕輔 (アンドウ ユウスケ)

科学技術振興機構 戦略研究推進部 グリーンイノベーショングループ

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 K's 五番町

TEL : 03-3512-3531 Fax:03-3222-2066

E-mail: crest@jst.go.jp