



報道機関 各位

2023年4月10日

国立大学法人信州大学

国立研究開発法人海洋研究開発機構

水で分解し資源再生するビニルポリマーによる ‘究極のプラスチック循環システム’ 開発に着手

【研究課題と採択のポイント】

- プラスチックごみによる海洋汚染の抑制と、化石資源の枯渇への対策として、廃プラスチックを原料物質に分解し、プラスチックを再合成するケミカルリサイクルが求められています。
- ビニルポリマーは簡単に合成できる高分子で、プラスチックの総生産量の7割以上を占めていますが、炭素原子で構成される主骨格の分解が難しく、原料再生によるケミカルリサイクルが課題です。
- 本研究課題では、高坂が開発した「資源循環が可能な世界初のビニルポリマー」に、長田・出口がもつ「高温高压水を用いた加水分解技術」を適用し、水で分解して資源再生するプラスチックの循環システムを開発します。
- 水だけでプラスチックを分解する、環境負荷が低い理想的な資源循環技術の開発が高く評価され、採択に至りました。

【研究課題概要】

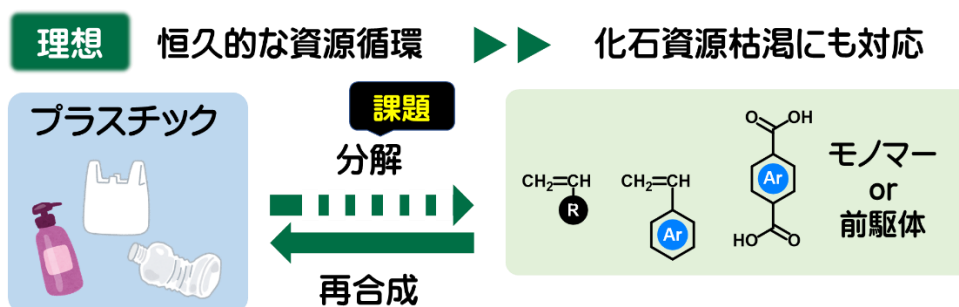
信州大学先鋭領域融合研究群先鋭材料研究所／繊維学部の高坂 泰弘 准教授と同大繊維学部長田 光正 准教授、国立研究開発法人海洋研究開発機構の出口 茂 海洋機能利用部門生命理工学センター長は、国際科学技術財団の「平成記念研究助成」を受け、水で分解し資源再生するビニルポリマーを利用した、新しいプラスチック循環システムの開発研究に着手します。

【社会的背景】

約150年前に発明されたプラスチックは、安価で軽量、長期に渡って安定、丈夫で加工しやすい素材として、今日では生活・産業に欠かせない材料となっています。一方でその安定性が故に、使用済プラスチックによる地球環境の汚染が世界的な社会問題になっています。2019年に開催されたG20大阪サミットでは、プラスチックごみによる海洋汚染を食い止める「大阪ブルーオーシャンビジョン」が採択され、具体的な研究開発が進んでいます。

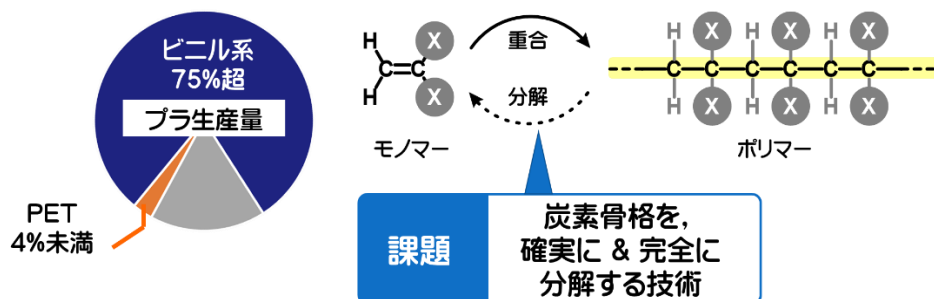
プラスチックごみを削減するためには、プラスチックを社会の中で回収し、再利用する資源循環が欠かせません。特に、プラスチックを構成する高分子を化学的に分解し、原料物質を再生して、再び高分子を合成する“ケミカルリサイクル”は理想的な資源循環方法とされています(図)

1). 2019年11月に米国エネルギー省が発表した **Plastics Innovation Challenge** では、ケミカルリサイクルが可能な新しいプラスチックの開発が目標に定められています。我が国でも、2021年に文部科学省により「資源循環の実現に向けた結合・分解の精密制御」が戦略目標として設定されました。そのもとで発足した国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業には、さきがけ「持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解」に高坂が、CREST「分解・劣化・安定化の精密材料科学」に出口が参画しています。ケミカルリサイクルの実現には高分子を“確実かつ完全に”原料物質に分解する技術が求められます。



(図1) ケミカルリサイクルによるプラスチックの資源循環

飲料ボトルに使用される PET (ポリエチレンテレフタレート) は比較的分解が容易なため、ケミカルリサイクルによる循環利用が既に進められています。しかしながら、PET はプラスチック総生産量の 3.4%を占めるに過ぎません (図 2)。プラスチックの真の資源循環を達成するためには、プラスチック総生産量の 75%以上を占めるビニルポリマーのケミカルリサイクルが求められます。ビニルポリマーの恒久的なケミカルリサイクルの実現には、炭素骨格を確実に、かつ完全に分解する技術が欠かせません。しかしながら、既存のビニルポリマーでは炭素骨格の分解が難しく、そのケミカルリサイクルは、アクリル樹脂など一部のビニルポリマーで実証試験が行われているに留まります。



(図2) ビニルポリマーの生産量とケミカルリサイクルにおける課題



【これまでの成果と研究体制】

高坂は炭素骨格の分解が可能なビニルポリマーの探究を進め、2019年にケミカルリサイクルが容易なビニルポリマーを世界で初めて開発しました (図 3)。このポリマーは頭痛薬として有名なアセチルサリチル酸 (別名：アスピリン) を原料に合成され、強酸を用いた加水分解により、酢酸とサリチル酸に分解します。分解物からはアセチルサリチル酸を再合成できるため、ケミカルリサイクルが実現します。当初は分解に1週間程度を要しましたが、2022年には強アルカリを使用し、分解時間を5分以内に短縮することに成功しました。今回の計画は、強酸や強アルカリを

使用せず、より簡単、安全にプラスチックを分解したいという考えに基づき立案されました。

長田は、高温高压水を利用して天然多糖類を分解し、機能化成品を得る研究を進めています。高温高压水は、高压下で 100 °C 以上に加熱した水で、触媒などを用いずに水だけで加水分解を促したり、逆に脱水反応を促進させたりする効果があります。例えば、カニの外骨格由来のキチンを高温高压水中で処理すると、加水分解が進行して機能化成品を得ることができます。今回の計画では、この技術を高坂が開発したビニルポリマーに応用します。

出口は、深海の極限環境や深海生物に固有の生存戦略に発想を得た「深海インスパイアード化学」に関する研究開発を進めています。その一環として深海に存在する熱水噴出孔周辺の物質循環を再現した水の急速加熱・急速冷却装置を開発しました。2016 年より高坂、長田と共同研究を進め、ビニルポリマーを高速で合成する技術を開発しています。今回の計画では、これまでに培ってきた技術をビニルポリマーの「合成」ではなく「分解」に利用します。

 <p>世界初の循環型ビニル系プラスチック</p>  <p>循環可能</p> <p>プラスチック</p> <p><i>Polymer Chemistry, 2019, 10, 2764</i> 受賞(国内5件, 国際1件), 報道多数</p>	 <p>高温高压水で多糖類を分解</p>  <p>非食性バイオマスから機能化成品</p>
<p>✓ ペンダント基の加水分解から原料を再生 ✓ 強酸・強アルカリを使用</p>	 <p>熱水噴出孔を模した急熱・急冷合成装置</p>  <p>出口 (海洋機構)</p>
<p>簡単・安全にプラスチックをリサイクルしたい！！</p> <p>ビニル系プラスチックから水のみで原料を再生できる？</p>	

(図 3) これまでの成果と本研究の推進体制

【今後の予定】

高坂が開発した当該ビニルポリマーを高温高压水で処理し、効率よく原料を再生する手法を開拓します。この際に、温度や圧力と行った反応条件の検討だけでなく、水系での分解に適した化学構造の探索を行います。さらに、汎用的なビニルモノマーとの共重合体に展開し、多様なプラスチックの資源循環を目指します。

【問い合わせ先】

〈研究内容に関する問い合わせ先〉

信州大学先鋭領域融合研究群先鋭材料研究所／繊維学部 准教授 高坂泰弘

Tel: 0268-21-5488

海洋研究開発機構 海洋機能利用部門 生命理工学センター長 出口 茂

Tel: 046-867-9679 E-mail : shigeru.deguchi@jamstec.go.jp

〈報道に関する問い合わせ先〉

国立大学法人信州大学 総務部総務課広報室

Tel: 0263-37-3056 Fax:0263-37-2188 E-mail : shinhp@shinshu-u.ac.jp

海洋研究開発機構 海洋科学技術戦略部 報道室

Tel : 045-778-5690 (直通) E-mail : press@jamstec.go.jp