

世界トップクラスの衝撃強度を有するバイオプラスチックを実現

～ 世界初の「共連続相サラミ構造」で従来バイオプラスチックの10倍以上の衝撃強度を達成～

相構造を制御したバイオ樹脂（PP/PA11）アロイ
（豊田中央研究所）河田順平、毛利誠、渡辺修、○臼杵有光
（トヨタ紡織）鬼頭雅征、有尾敏幸、李致漢、鬼頭修

[1PD31]

(Tel:0561-63-6484)

株式会社豊田中央研究所（愛知県長久手市、所長：斎藤卓）とトヨタ紡織株式会社（本社：愛知県刈谷市、社長：豊田周平）は、100%植物由来樹脂のポリアミド11（以下、PA11）と、汎用樹脂のポリプロピレン（以下、PP）を高度複合（アロイ）化し、世界トップクラスの衝撃強度（シャルピー衝撃強度：90kJ/m²以上）を有する「バイオプラスチックアロイ（以下、バイオアロイ）」を実現する技術を共同開発しました。これは、高衝撃樹脂で知られる市販のポリカーボネート系複合樹脂を上回る性能です。高衝撃強度の発現は、ナノレベルで相構造^{*1}を制御した「サラミ構造^{*2}」の形成、さらには従来の共連続相構造に「サラミ構造」を加えた世界初の「共連続相サラミ構造^{*2}」を創製することにより実現しました。

今回技術開発したバイオアロイは、石油系PPと非可食植物の「ひまし油^{*3}」を原料としたPA11を用いており、植物由来原料の混合比率は25%（質量ベース）以上です。PA11は、自動車用燃料チューブに永年の採用実績があるなど耐久面で信頼性が高いことが知られています。通常PPとPA11は化学的特性（親和性）が異なることから、熔融状態で混練しても相容^{*4}しません。そこで、原料の親和性を向上させる反応性相容化剤^{*5}に特殊な反応性ゴムを採用するとともに、相容化技術として原料を化学反応させながら混合するリアクティブ・プロセッシング（反応熔融混練）を活用することで、バイオアロイの相構造をナノレベルで分散・制御した「サラミ構造」、さらにはそれを進化させた世界初の「共連続相サラミ構造」を実現しました。これらの構造形成により、バイオアロイは自動車用部品に必要な剛性を確保し、且つ従来から自動車内装部品に使用するPPと比較し約10倍、バイオプラスチック（PP/ポリ乳酸）と比較し約1.3倍の衝撃強度を実現しました。なお、このバイオアロイは、原料の配合処方や製造方法により、相構造の種類や粒子径をナノレベルで自在に制御することができ、製品の要求性能に応じた材料設計が可能です。

このバイオアロイが実用化されると、自動車部品におけるバイオプラスチックの適用範囲を飛躍的に拡大することができます。自動車用ドアトリムなどの内装部品はもちろんのこと、衝突時の乗員保護のために衝撃強度と剛性が必要な安全部品であるインストルメントパネルや衝突エネルギー吸収体などへの採用も可能になります。さらに今回の技術は、石油系を含むあらゆるポリアミドにも適用が可能であることを確認しており、バンパーモジュールや樹脂製フェンダーなどの自動車外装部品への適用も期待できます。

トヨタグループの豊田中央研究所とトヨタ紡織は、このバイオアロイの早期実用化を目指すとともに、材料技術をはじめとした技術開発力の向上を図り、地球環境と調和したクルマ作りに貢献していきます。

<適用分野>

- 自動車分野・・・① 従来PPで製造していた自動車内装部品（ドアトリムなど）
 ② 衝撃強度と剛性が必要な自動車内装安全部品
 （インストルメントパネル、衝突エネルギー吸収体など）
 ③ 自動車外装部品（バンパーモジュール、樹脂製フェンダーなど）
- 非自動車用途・・・① 生活用品（旅行用スーツケース、ヘルメットなど）
 ② 携帯端末（スマートフォン、タブレット、ノートPC、ゲーム機の筐体など）
 ③ 一般家電（薄型テレビ、洗濯機の筐体など）

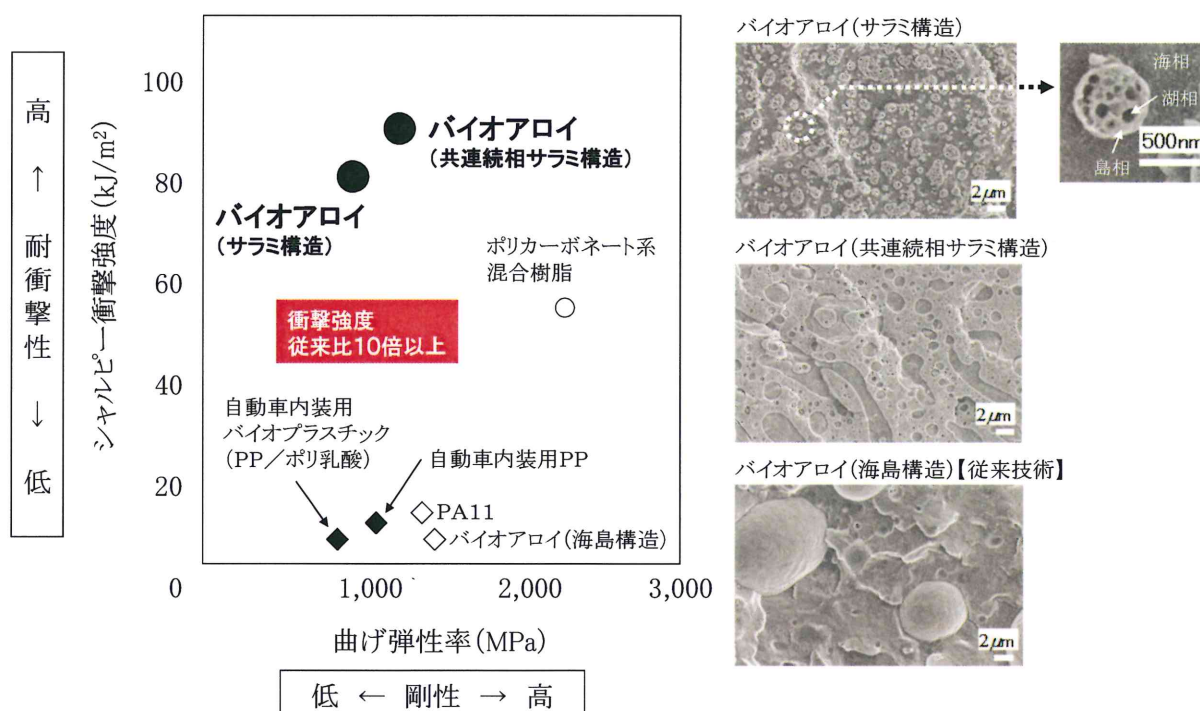
【自動車内装部品】

【自動車外装部品】

【その他】



<バイオアロイの衝撃強度と弾性率の比較、およびその相構造写真>



※1：複数の原料を混ぜ合わせたときの分散状態。

※2：複数の原料から形成された複合樹脂の相構造の種類。「サラミ構造」とは海（連続）相の中に島（分散）相が分散し、さらに島相の中に湖（微分散）相が分散する相構造の状態を言い、食べ物のサラミの断面に類似していることが由来。「共連続相サラミ構造」とは、それぞれの連続相中にサラミ構造を有する相構造。なお、共連続相サラミ構造は、これまでに報告事例が無く、今回が世界初の事例。（2013年10月時点、自社調べ）

※3：トウダイグサ科の植物「トウゴマ」の種子をひまし（蓖麻子）と言い、世界の熱帯・温帯地域で広く栽培されている。その抽出油であるひまし油から得られる11-アミノウンデカン酸の重合によりPA11が得られる。

※4：特性が異なる複数の原料が分離せずに混ざり合う状態。

※5：特性が異なる複数の原料を相容させるための添加剤。

以上