

スーパーコンポジット研究会

第13回 講演会レポート

2018年9月6日（木）

東京 御茶ノ水 連合会館 401 会議室

第13回講演会は総会を兼ねて、9月6日（木）東京・御茶ノ水 連合会館 401 会議室にて開催しました。講演、討論、交流会と充実した時間を過ごすことができました。当日のレポートをお届けします。

プログラム

総会 最近の活動状況報告 自然をめぐりながら考える（10）	事務局長 瀬野 武 理事長 由井 浩
	講演者
講演1 環境対応ポリウレタンの開発	三井化学株式会社 コーティング・機能材事業部 ウレタン開発グループ 山崎 聡 氏
講演2 高い放熱性能を持つゴム複合材料	産総研・東大先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリ、タフコンポジット材料プロセスチーム 伯田 幸也 氏
講演3 バイオベースポリマーの応用展開を振り返る	筑波大学 藻類バイオマス・エネルギーシステム開発研究センター（ABES）主幹研究員 位地 正年 氏
交流会	

<講演1> 「環境対応ポリウレタンの開発」

三井化学（株）コーティング・機能材事業部 部長 山崎 聡 氏

化石資源の使用量および炭酸ガスの排出量を削減する環境対応が求められている中で、三井化学（株）

はポリウレタン分野において、化石原料で得られるポリウレタンと同等以上の物性あるいは化石原料では得られない物性を発現する、植物由来原料を活用したポリウレタン（以下、バイオポリウレタンと略する）の開発を目標に研究を進めている。

講演では同社による植物由来のポリオールおよびポリイソシアネートを用いたバイオポリウレタンの開発状況が紹介された。

自動車シート用バイオポリウレタンフォームの開発では、原料のヒマシ油中の水酸基を有していない成分がポリウレタンの高分子量化を阻害して、ポリウレタンの弾性を低下させてシートのクッション感を損なっているとの判断から、ヒマシ油とヒマシ油脂肪酸（リシノイル酸）とのエステル交換反応によってヒマシ油変性ポリオールを合成し、さらに併用する石油系ポリオールの構造を最適化したり、エステル結合濃度を低下させたりすることによって、反発弾性などが大きく改善されたバイオポリウレタンフォームを開発した。

一方、バイオイソシアネートに関しては、工業用コーンあるいはキャッサバなどの主に糖蜜から誘導されるリジンを經由して生体触媒技術によって得られるバイオジアミンの1,5-ペンタメチレンジアミンをイソシアネート化したバイオポリイソシアネート（スタビオ® PDI®）を開発した。このバイオイソシアネートを誘導化してポリイソシアネート系硬化剤として（図1）、硬化性、低粘度性、耐薬品性に優れ、高いバイオマス度を有するポリウレタンシステムを開発した。さらに同社は、スタビオ® PDI®技術を用いて視力矯正用メガネレンズの開発に成功した。

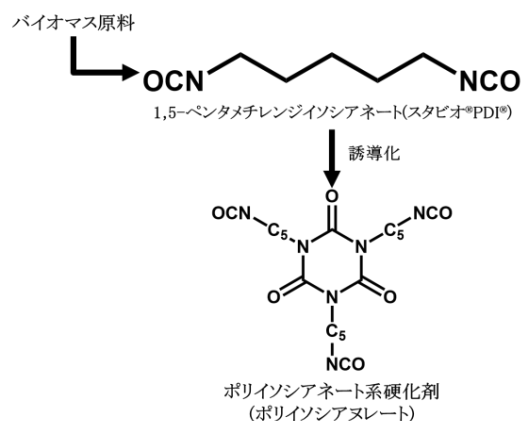


図1. スタビオ®PDI®およびポリイソシアヌレートの化学構造

<講演2> 「高い放熱性能を持つゴム複合材料」

国立研究開発法人産業技術総合研究所 先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリー ラボチーム長 伯田 幸也氏

フレキシブルデバイスの電子基板用材料として、柔軟で壊れにくく、放熱性の高い材料が求められている。放熱性の向上には、基板材料の高分子に無機フィラーを添加することが行われる。しかし、放熱性を高めるために無機フィラー濃度を増やすと柔軟性などの機械特性が失われ、脆くなる。これは、無機フィラーのポリマーへの分散限界に達し、無機フィラーが不均一に凝集体を形成するためである。さらに、コンポジットを変形した際に無機フィラーと高分子と界面で生じる摩擦エネルギーによる構造破壊も劣化の原因のひとつである。

こういった課題に対して、先進高分子であるポリロタキサンと水中プラズマを利用した表面改質技術を組み合わせることで、新規な高機能コンポジット材料の開発を行っている。

ポリロタキサンは、直鎖のポリエチレングリコールと複数個の環状のシクロデキストリン、直鎖の両端のアダマンタンアミンから構成されるネックレス状の超分子の一種である（図2 右上）。東京大学の伊藤耕三教授らは、ポリロタキサンの車輪分子同士を架橋させることで、従来にない完全弾性特性を示す環動高分子、ポリロタキサゲルを開発した。

環動高分子は架橋点である車輪分子が軸上を滑るように移動できるため、応力がかかった時にその力を全体に分散させることができる。無機フィラーをポリロタキサンの環状分子に結びつけることで、環状分子の環動性により変形時の摩擦エネルギーを抑えることができるだけでなく、軸上に分子間反発力によりほぼ均等に配置される車輪分子に無機フィラーを架橋することで、フィラー同士が接触しにくくなり、フィラーの分散性を維持されることが期待される。

また、無機フィラーの高分子中の分散性の改善のため、水中プラズマ法による表面修飾を行っている。

今回開発したコンポジット材は、六方晶窒化ホウ素粒子（シグマアルドリッチ社製、平均一次粒子径 $0.2\mu\text{m}$ ）とポリカプロラクトン修飾ポリロタキサン（アドバンスドソフトマテリアル社製 SH2400P）より作製した。修飾ポリロタキサンは適切に架橋することでエラストマー（ゴム材）にできる。

図 3 に今回開発したエラストマーコンポジットと既存の材料の機械特性（ヤング率）と熱伝導率との関係を示す。図中だ円で囲んだ材料の種類で比較すると、ヤング率はエラストマー、高分子、金属、セラミックスの順に高くなる。材料のヤング率の増加とともに熱伝導率も高くなる傾向があり、低ヤング率で高熱伝導率という領域は新しい特性領域となる。このエラストマーコンポジットは、まさに既存材料とは異なる新しい熱伝導材料であり、フレキシブルエレクトロニクスに代表されるしなやかさと放熱性が求められるさまざまな場面での利用が期待できる。

<講演3> 「バイオベースポリマーの応用展開を振り返る」

筑波大学 藻類バイオマス・エネルギーシステム開発研究センター 位地 正年 氏

位地氏は、長年 NEC にて、植物を原料とし、温暖化や石油枯渇の対策に寄与できるバイオベースポリマー（バイオプラスチック）を高機能化して利用を拡大することを目指し、いち早く実用化を進めてきた。その流れを振り返り、これまでの開発成果を紹介するとともに、そこでの課題、今後の展開などについて述べられた。

まず、高い植物成分率（ CO_2 削減）、優れた機能性の実現を目指した独自のバイオプラスチックの開発と電子機器への適用を世界に先駆けて推進してきた。

一つはケナフ添加ポリ乳酸複合材で、ケナフ繊維の添加により耐熱性・強度の向上を図り、パソコンの部品や携帯電話、その他の部品に展開してきた。また難燃性ポリ乳酸複合材を開発、パソコンの筐体などへの展開を進めた。

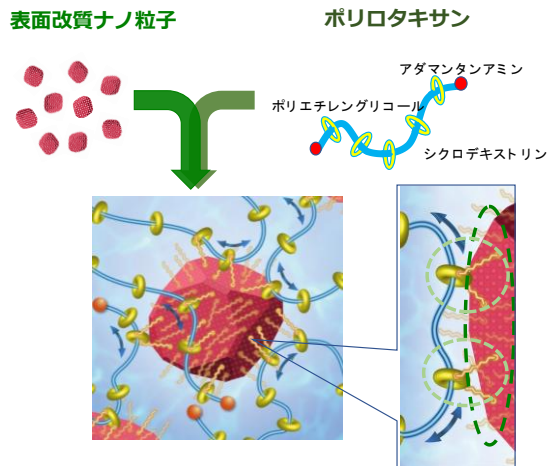


図 2 タフコンポジットの概念図

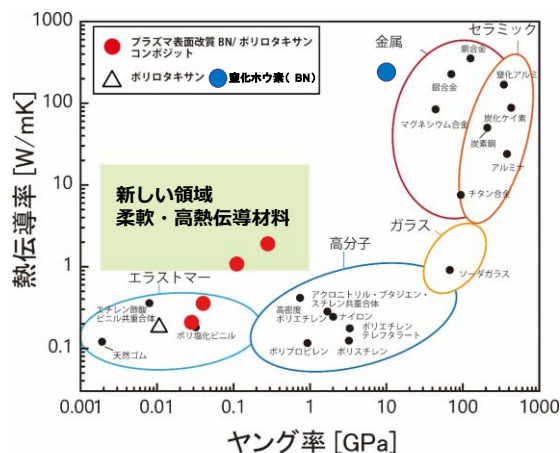


図 3 エラストマーコンポジットと従来材料との比較

さらに、非食用植物原料のセルロースや藻類バイオマスを利用したバイオプラスチックとこの省エネルギー製造方法の開発を進めてきた。加えて、付加価値の向上のため、伝統工芸の漆器がもつ高度な装飾性（漆ブラック）を実現した。

今後は、セルロース系バイオプラスチックだけでなく、新たな藻類バイオマスからのバイオプラスチックへの利用を目指している。

