

スーパーコンポジット研究会

第12回 講演会レポート

2017年9月26日（火）

東京 御茶ノ水 連合会館 401 会議室

第12回講演会は総会を兼ねて、9月26日（火、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（9）	事務局長 瀬野 武 理事長 由井 浩
	講演者
講演1 シリコーンゴムと結晶性シリコーンのブレンド物の延伸挙動解析	群馬大学大学院理工学府 分子科学部門 教授 上原 宏樹 氏
講演2 自己修復する透明撥水性皮膚膜 メロンの網目形成に学ぶ	産業技術総合研究所 構造材料研究部門 主任研究員 浦田 千尋 氏
講演3 異種材料接合技術としての接着	東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授 佐藤 千明 氏
交流会	

総会

最近の活動状況報告で、本年度より研究会は下記の新体制で運営されることが報告されました。

理事長 由井 浩（元三菱化学、早稲田大学）、
副理事長 瀬野 武（事務局長、テクノネット社代表）
理事 八代啓一（事務局、テクノネット社）

行事委員 斉藤 拓（東京農工大学教授）、永田員也（富山県立大学客員教授）

なお、昨年度まで、副理事長をつとめていただいた住田雅夫先生（東京工業大学名誉教授）には、顧問に就任いただきました。

講演1 「シリコーンゴムと結晶性シリコーンのブレンド物の延伸挙動解析」

群馬大学大学院理工学府分子科学部門 教授 上原 宏樹 氏

ポリジメチルシロキサン (PDMS) などのシリコーンは、シロキサン結合の繰り返しから構成され、耐熱・耐寒性、化学安定性、生体適合性などの特徴を示し、自動車部材や医療材料として利用されている。

シリコーンの架橋体はシリコーン・エラストマーとして利用されているが、力学的強度が小さい欠点がある。一方同じシリコーンでも結晶性のポリテトラメチレン-*p*-シルフェニレンシロキサン (PTMPS) は、高強度であるが柔軟性に乏しく破断伸びが小さい。

そこで、シリコーンエラストマーと PTMPS とに本研究で合成したヒドロジェンシロキサンを多分岐型に改良した架橋触媒を加えて、ジシクロベンゼン溶液中でブレンドすることによって、高強度、高伸度のシリコーンを創製することが試みられた。

ブレンド物からは均一なフィルムが得られた。PTMPS 比率の異なる試料の応力・ひずみ曲線を図1に示した。

PTMPS が少量の場合は弾性率も、破断ひずみも小さいが、PTMPS が大量の場合は低ひずみ領域で高い弾性率を示し、高ひずみ領域では曲線の傾きが数分の一に減少する二段階の応力・ひずみ挙動を示した。図2に示した SEM 写真から、PTMPS が 30wt% の試料(d)ではジシクロベンゼンに浸漬すると、PTMPS 相が溶解除去され、球状のエラストマー相が観察された。このことから球状エラストマー相の隙間を埋めるように PTMPS 相が存在して連続相を形成していることが推測された。連続相である PTMPS 相が低ひずみ領域で破壊されるのに対して、高ひずみ領域では球状の柔らかいエラストマー相が変形するために応力・ひずみ曲線の傾きが減少すると考えられた。

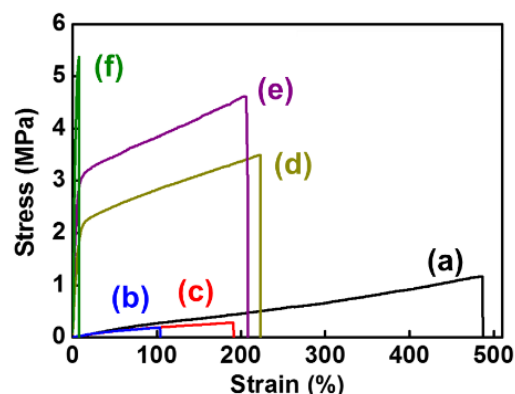


図1 PTMPS 比率と応力・ひずみ曲線
PTMPS:(a)0,(b)1,(c)3,(d)30,(e)50, (f)100wt%

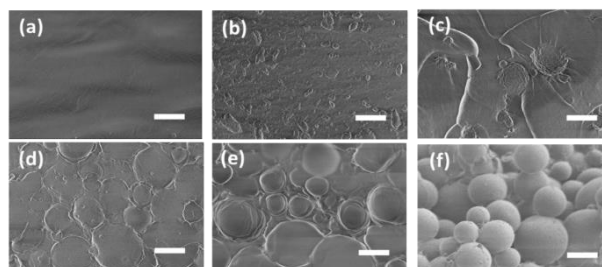


図2 PTMPS 比率の異なる試料の SEM 写真
PTMPS:(a)0,(b)1,(c)3,(d)30,(e)50, (f)100wt%

講演2 自己修復する透明撥水性皮膜 メロンの網目形成に学ぶ

産業技術総合研究所 構造材料研究部門 主任研究員 浦田 千尋 氏

生物の多くは、様々な物質を体表に分泌することで、表面機能を維持している。たとえば、ハスの葉表面が超撥水性を示すことはよく知られているが、その凹凸構造は持続的な plant wax の分泌によって維持されている。また、マスクメロン表面の網目模様は、果皮と果肉の成長の違いによって形成される。前者の成長はある時期で停止するのに対し、後者の成長は続くため、果皮にひび割れが生じる。ひび割れた箇所は分泌液により常に補修され、このひび割れと補修の繰り返しによりコルク質の網目模様が形

成される。マスクメロンの網目模様は傷跡であり，人間で言う瘡蓋（かさぶた）に相当する。また，なめくじ等の軟体動物は表面に粘液を分泌し，表面を保護/清浄化している。

生物の分泌液による表面保護/自己修復メカニズムに学び，機能性分子を何らかの刺激により徐放するような機能を持った材料を開発することができれば，表面機能の長期に渡る持続性，耐久性の飛躍的な向上が期待できる(図3)。

講演では，ナノ空間（層状構造体あるいはゲル）に機能性ゲスト分子（防錆剤，不凍液，付着防止液）を導入することで，外部損傷に際し，①ゲスト分子の徐放による自己修復，②表面機能が低下した場合，ダメージ層の剥離除去や温度等の刺激による表面機能の即時回復により，長期にわたる表面機能（防錆性，撥液性）維持を可能にするこれまでにないバイオミメティクス表面材料の開発について紹介された。

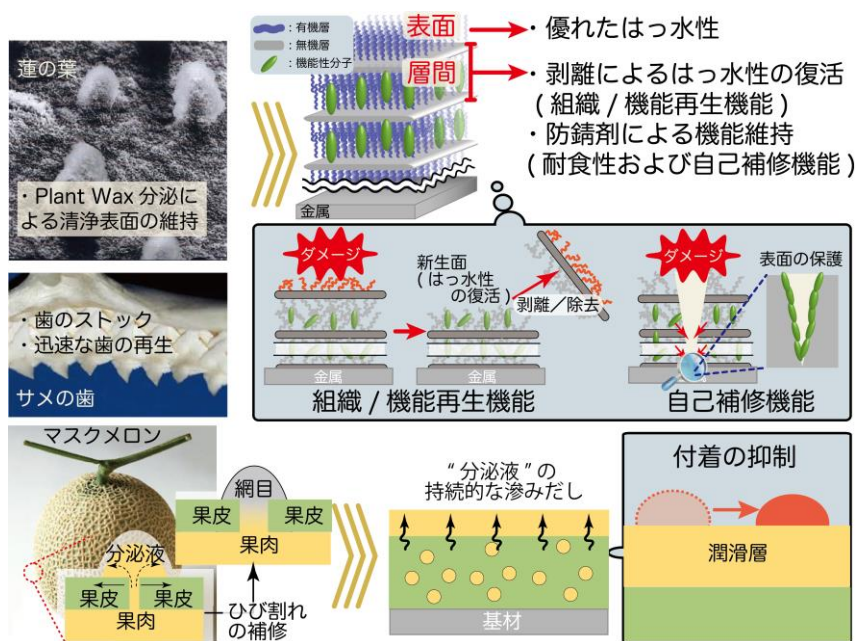


図3 本研究のコンセプト

実際に，変性シリコーンをベースとしたゲルに潤滑液などを添加し，分泌機能を有するオルガノゲルを開発しており，分泌液が表面で難付着性を示すことを確認している。付着したマヨネーズやケチャップがわずかな傾斜で滑り落ちる(図4 a,b)。また，撥水性表面を自発的に形成する物質をオルガノゲルに導入することで，超撥水性表面の自発形成が可能であることも見出している(図4, c,d)。

生物の分泌機能を人工的に再現することで，新しい機能性表面を持った材料ができることが示唆された。

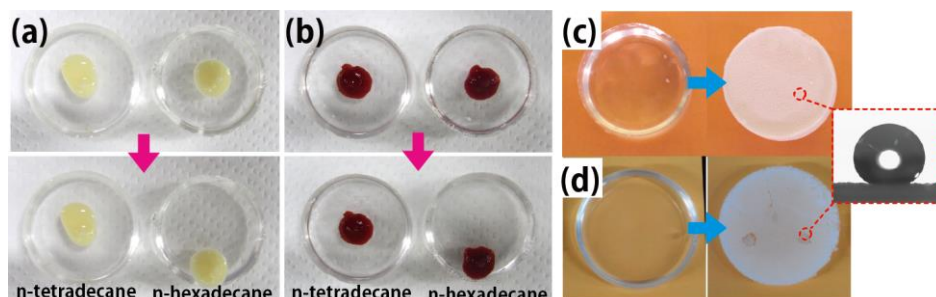


図4 傾斜表面における粘性液体の難付着性の様子(a: マヨネーズ b: ケチャップ). (c) ODS および(d) トリスデカリンを導入したオルガノゲル表面上での超撥水表面の自発形成の様子。

講演3 異種材料接合技術としての接着

東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授 佐藤 千明 氏

接着技術は、製品製造に不可欠な基本技術であるにもかかわらず、普段はあまり注目されない。しかし、電子製品から航空機まで、接着を使わない製品はほぼ存在しない。産業技術の黒子としての接着が、近年にわかに脚光を浴びるようになってきている。この大きな理由は以下のように分類できる。

- ・溶接を代替したい
- ・コストを低減したい
- ・異種材料を接合したい

特に重要なのは、最後の“異種材料の接合”であり、接着はこの用途に特に向いている。たとえば自動車車体では、スチール、アルミ、繊維強化プラスチックを自在に組み合わせた“マルチマテリアル構造”が、軽量化の要として注目されている。このとき、主要な接合手段は接着にならざるを得ない。炭素繊維の使用で大きな注目を集めた航空機もまた、接着の技術なしには成り立たない。

すでに、実用化は始まっているものの、さらなる進化が要求されており、研究開発も盛んに行われている。佐藤先生は、産総研の接着・接合技術コンソーシアムの代表としても活躍されており、日本における、自動車を中心とする構造接着の展開を進めている。

講演では、世界の接着・接合技術の動向、特に、自動車、航空機、船舶における進展、今後の進展に欠かせないものはなにか、機械工学と材料科学の接点での、接着の重要性を強調された。また、コンソーシアムの活動についても触れられた。

