

第9回講演会レポート

2014年9月9日開催

スーパーコンポジット研究会第9回講演会は、総会を兼ねて 9月9日（火） 東京・御茶ノ水の連合会館 501 会議室で開催されました。多数の参加があり、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

	発表・講演者
総会 平成 25 年度活動報告 ●スーパーコンポジットの話題 パラダイム (2) 自然をめぐるながら考える(7)	事務局長 瀬野 武 副理事長 住田 雅夫 理事長 由井 浩
講演1 「生物接着をコンポジットとして考える」	(独) 製品評価基盤機構研究専門官・ 東京理科大学客員教授 紙野 圭 氏
特別講演 「表面グラフト化によるナノ粒子表面への機能付与と新規複合材料への応用」	新潟大学名誉教授・教育研究院工学 フェロー 坪川 紀夫 氏
講演2 「銀ナノ石畳構造による近赤外線反射膜」	富士フィルム (株) R&D 統括本部先 端コア材料研究所 谷 武晴 氏
講演3 「レーザ溶融静電紡糸法によるポリ乳酸系ナノファイバーの作製と細胞足場材料への展開」	福井大学大学院 助教 島田 直樹 氏
閉会の挨拶	副理事長 住田 雅夫
交流会	

<講演1> 生物接着をコンポジットとして考える

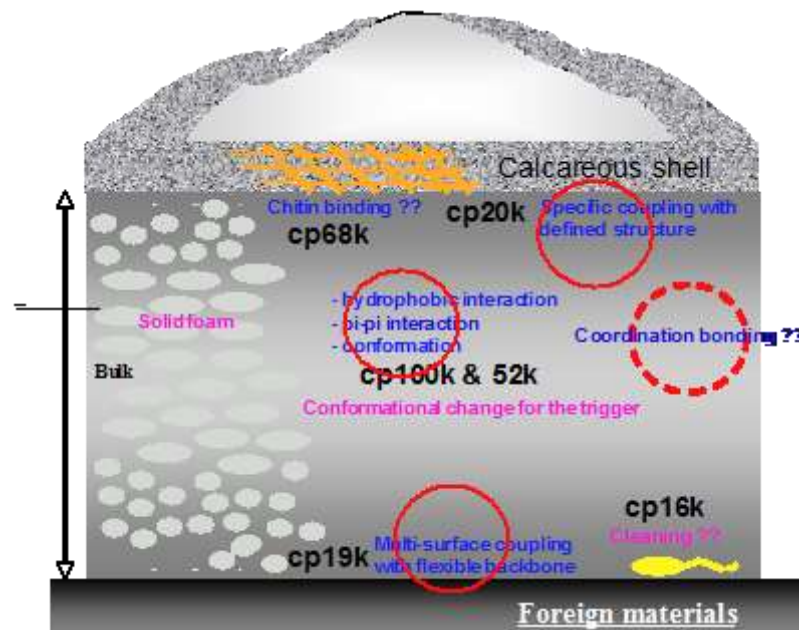
(独)製品評価基盤機構研究専門官・東京理科大学客員教授 紙野 圭 氏

接着は人の日常生活に欠かせない技術として広くいきわたっている。しかし、われわれは、水の中で2つのものをくっつけることはできない。これに比べ、イガイやフジツボ、ヒトデなどといった多くの生き物が水の中でくっついている。フジツボが船底にくっつき、これを剥がすのが簡単ではないことはよく知られている。そもそも接着とは何だろう、生物はどのような環境や方法、構造でくっついて（くっつけて）いるのだろうか。それはわれわれがコンポジットを考えるとときに何か示唆を与えるものではないか。本講演では、このような視点で、イガイの足糸、チューブワームの棲管（巣穴）、フジツボのセメントを中心に生物の水中接着について、その形態、作る過程、メゾから分子に至る構造の一例を紹介された。

しかし、生物の微細構造の実態は、最新の分析機器を駆使してもまだまだ謎に満ちているようである。たとえば、ヒトデは多糖質メインで、ある種のたんぱく質のネットワークが関係しているのではないかなど、個々の生物の接着物質の多様なデザインはまだまだ正確には解明されていないという。

紙野氏は、もしもわれわれが水の中で物が自由にくっつける技術を開発したら、医療現場は変化するだろうし、多くのものづくりの現場が変革するかもしれないと述べられた。

生物に学ぶことはまだまだ多く残されている、と考えさせられた講演であった。



<特別講演> 表面グラフトによるナノ粒子表面への機能付与と新規複合材料への応用

新潟大学名誉教授・教育研究院工学フェロー 坪川紀夫氏

ナノ粒子表面にポリマーをグラフトすることによって、ナノ粒子表面に多彩な機能を付与することができる。

講演前半部では、はじめに Grafting onto 法（育毛法）と Grafting from 法（植毛法）に大別さ

れるナノ粒子表面への一般的なグラフト化の方法についての解説があり、次に溶媒を用いない乾式系におけるグラフト反応の最近の研究成果がいくつか紹介された。図1に乾式系におけるシリカ表面へのPAMAM（ポリアミドアミン）のグラフト化の方法を示した。

講演後半部ではグラフト化によるナノ粒子への機能付与について、次の4テーマについての実験結果が説明された。

- ①難燃剤の固定化、②光安定剤の固定化、③酸化防止剤の固定化、④抗菌性ポリマーのグラフト化

図2にシリカ表面への抗菌・防かびポリマーのグラフト、表1に抗菌・防かびポリマーをグラフトしたシリコンゴムの防かび性を示した。

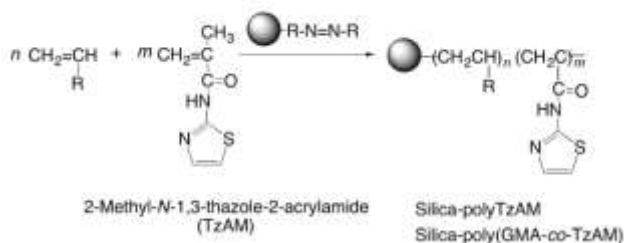


図2 シリカ表面への抗菌・防かびポリマーのグラフト

最後にインターカレーションを利用した機能性フィラーについて、層状複水酸化物の層間に生物忌避化合物カプサインをインターカレーションした複合材料のフジツボ付着防止性などの最近の研究結果が紹介された。

<講演2> 銀ナノ石畳構造による近赤外線反射膜

富士フィルム（株）R&D 統括本部先端コア材料研究所 谷 武晴 氏

夏場の室温上昇を抑える効果を有する近赤外線遮蔽フィルムに対するニーズが高まっている。窓用の遮蔽フィルムには、近赤外線の遮蔽性能の他に高い可視光透過率、透明性と電波透過性を持つことが求められる。

富士フィルム（株）は粒径の揃った平板状の銀ナノ粒子を単層でランダムに分散させた銀ナノ石畳構造がナノサイズの金属粒子に特有の光学特性である局在プラズモン共鳴によって近赤外線を遮蔽する特性を有することに注目し、電磁場光学シミュレーションによって銀ナノ粒子の最適分散状態を求めた。計算の結果、粒子を単層で高密度に充填させた銀ナノ石畳構造が近赤外線の反射率を高め、可視光の散乱を低減するのに有利な構造であることを明らかにした。計算で得た設計指針

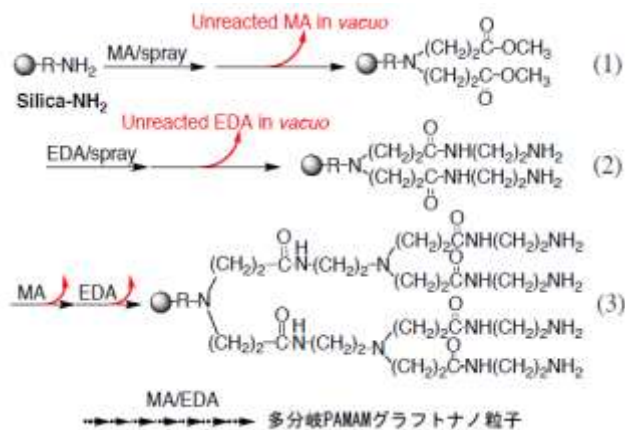


図1 乾式系におけるシリカ表面へのPAMAMのグラフト

Sample	wt%	Coverage of fungal growth ^o	
		After 1 week	After 4 weeks
Blank	-	20%	70%
Silica-polyTzAM	0.5	10%	10%
Silica-poly(TzAM-co-GMA) ^a	0.5	0%	0%
	1.0	0%	0%

^a Molar composition of monomer: TzAM/GMA = 50/50.
^o Antifungal activity of silicone rubber was tested according to JIS Z 2911.
 Species of microorganisms: *Aspergillus niger*, *Penicillium pinupitum*,
Faecalomyces varotii, *Tichodermis vires*, and *Chaetium globosum*.

表1 抗菌・防かびポリマーをグラフトしたシリコンゴムの防かび性

に基づき、高いアスペクト比を持つ平板状の銀ナノ粒子を合成し、それを基材フィルム上に塗布して銀ナノ石畳構造を作製した。図3に作製された銀ナノ石畳構造の電子顕微鏡写真を示した。計算で想定した粒径の揃った銀平板が重なりなく単層で高密度に分散した構造が得られている。図4に作製されたフィルムの透過・反射スペクトルを示した。可視光領域で80%程度の透過率を有しつつ900nm付近の近赤外光を遮蔽することが認められた。本フィルムを窓に貼り付け遮蔽性能の測定を行った結果、窓辺の温度を5°C低くする効果が実証された。

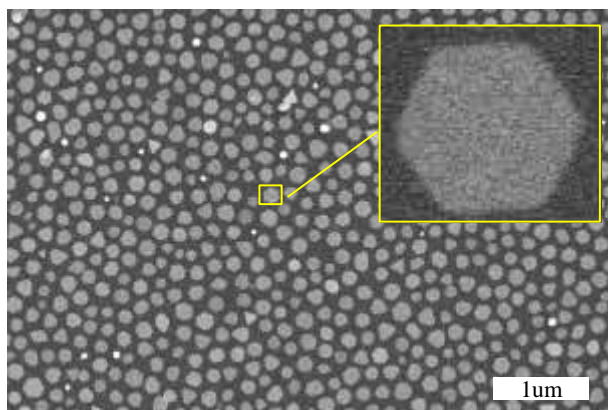


図3 銀ナノ石畳構造の電子顕微鏡写真

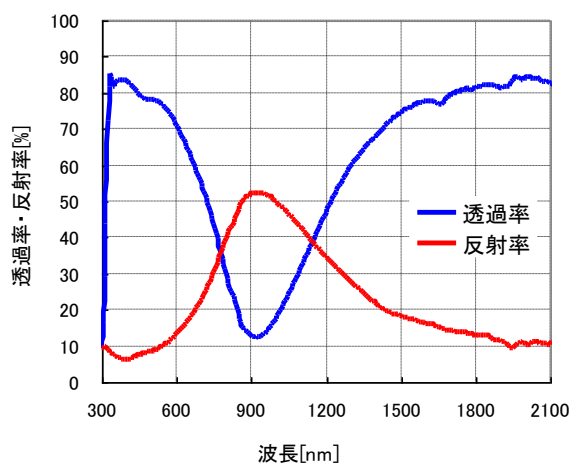


図4 作製されたフィルムの透過・反射スペクトル

<講演3> レーザ溶融静電紡糸法によるポリ乳酸系ナノファイバーの作製と細胞足場材料への展開

福井大学大学院 助教 島田 直樹 氏

ポリ L 乳酸(PLLA)とポリ-ε-カプロラクタム(PCL)などの生体吸収性を持つ高分子は、分解時に人体への毒性がないため、再生医療材料としての利用が期待されている。そのため、これらの高分子からなる繊維の繊維径制御を行い細胞の成長に好適な繊維径と微多孔径を有する繊維マットを作製することができれば、安価で高性能な足場材料としての利用が期待できる。本研究では、溶媒に起因する諸問題の懸念がないレーザを用いた溶融静電紡糸法により PLLA と PCL の複合材料から極細繊維を形成し微多孔を有するマットの作製を試み、足場材料に最適な繊維径と微多孔径が得られる条件を考察した。

実験では、PLLA/PCL 複合材料はペレット状 PLLA(Mn=67,000)および PCL(Mn=10,000-90,000)を溶融混練後ホットプレスで厚み 0.5mm のフィルムに成形した。図5は本研究で使用したレーザ

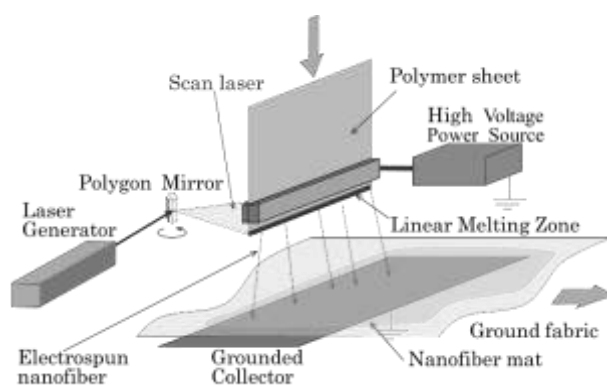


図5 実験に使った装置の概要

を用いた熔融型静電紡糸装置の略図である。フィルム状シート的一端を局所的・直線的にレーザー照射して高分子融液を形成した。高電圧は銅製陽極にシートを接触させることで印加した。形成された繊維は接地した銅板上で捕集した。得られたナノファイバーの繊維径および形態を SEM 観察から評価した。図 6 にレーザー熔融静電紡糸によって得られた PLLA/PCL 繊維の SEM を示す。本実験では PCL 含有量 30wt% の場合に最も細い繊維が得られた。熱的測定から PLLA と PCL は非相溶であり、マットを構成する繊維と微多孔の径は高分子融液の熔融粘度が影響していると考えられ、PCL の分子量や紡糸空間温度の適切な設定により、足場材に求められる細胞の成長に好適な繊維径 ($4\mu\text{m}$ 以下) と微多孔径 ($50\text{-}100\mu\text{m}$) を有するマットが作製できることが判明した。

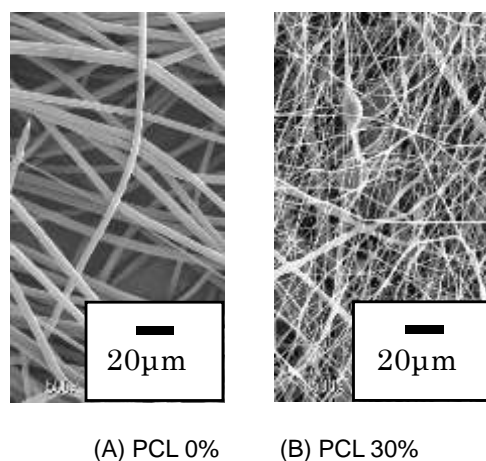


図 6 レーザー熔融静電紡糸によって得られた PLLA/PCL 繊維の SEM