

4

工学研究科 分子素材工学専攻 有機素材化学研究室

教授 烏飼 直也

1. 研究室を紹介します！
2. 技術相談をしたいのですが、何をしている研究室ですか？
3. 一企業様と共に利用できる、企業様と共に進める—
機器計測・評価実施可能試験はどのようなものですか？
4. 企業様との共同研究、企業様への技術指導によって共同開発を行っています！

1. 研究室を紹介します！

■ 有機素材化学研究室はこんなことやってます

当研究室では、高分子、界面活性剤、コロイド分散系などのソフトマターを対象に、それらが示すユニークな界面特性を利用して、異種の素材を組み合わせたソフト複合材料が発現する物性や機能を制御することを目指して研究に取り組んでいます。

固体粒子をプラスチック中に添加した複合材料である高分子コンポジット、エマルションやサスペンションのコロイド分散系、高分子の薄膜材料の開発と安定性制御の取り組みなどを通して、得られた技術を私たちの身近にある様々なプラスチック製品へ応用し、産業界への貢献を目指しています。

これらの材料は、タイヤや各種自動車部品を始めとして、液晶ディスプレー、日用品、化粧品、医薬品、食品、医療機器に至るまで、身近な製品に幅広く用いられており、私たちは毎日何らかの形でお世話になっています。

材料の混ぜ具合や制御の方法によって、コストダウン、加工性、安定性、バラつき、食感、使用感、流動特性などに大きく影響するため、これらをどうやって表現するかが重要となります。

コーディネーターから一言

ソフト複合材料の利用は、企業様にとっても利用者様にとってもメリットが大きく、製品を評価する時の重要な要素となります。製品の付加価値、品質向上やコストダウンに、利用者様の満足度アップへ繋げるためにご活用いただいては如何でしょうか？

2. 技術相談をしたいのですが、何をしている研究室ですか？

1) キーワード：これらの領域において研究に力を入れています

ソフトマター コンポジット材料 コロイド分散系
薄膜 界面物性 凝集構造 中性子・X線散乱 素材

2) 研究室でやっている事（開発課題）を紹介します。

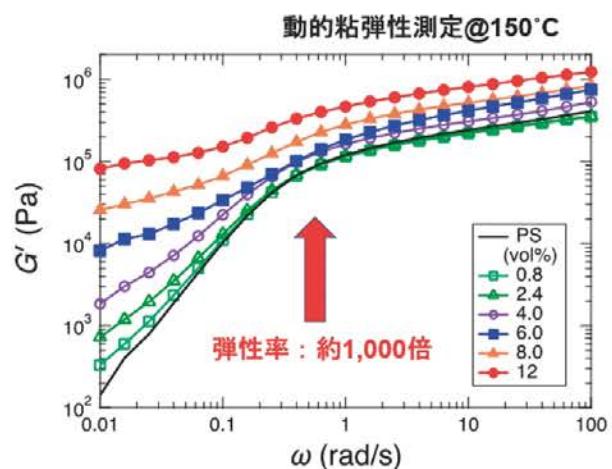
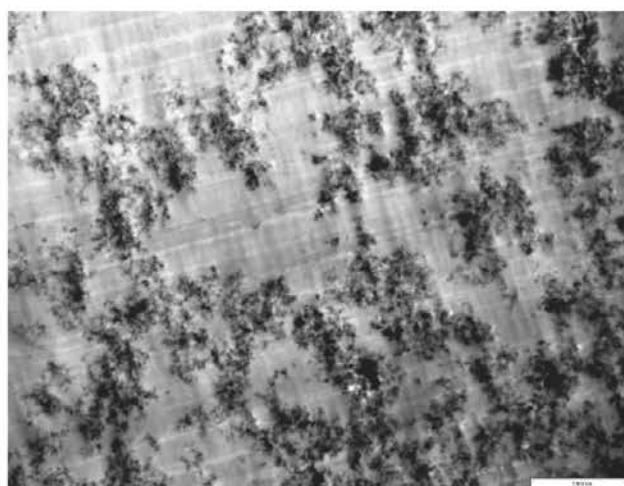
—企業様との共同研究や企業様への技術相談・指導によって、
新しい製品、サービスを創ります—

（1）高分子コンポジットの性能・機能向上に関する取り組みを行っています。

高分子コンポジットとは、固体粒子を高分子中に添加した複合材料のことです。軽くて強い材料として、タイヤ材料をはじめ様々な用途に利用されており、近年、非常に注目されている材料です。

当研究室では、高い機械的強度や高機能の発現を主な目的として取り組んでおり、「ポリマー性能の向上」、「ポリマー単独では得られない特性の付与」、「コストダウン」、「加工性の向上」などの効果が期待されます。

高分子コンポジットが示す物理的性質や機能は、それを構成する材料の性質だけではなく、高分子マトリックス中の固体粒子の分散状態や凝集構造の形成に依存しているため、高分子コンポジットの材料特性を制御するためには、その構造と物理的性質の関係を良く理解する必要があります。

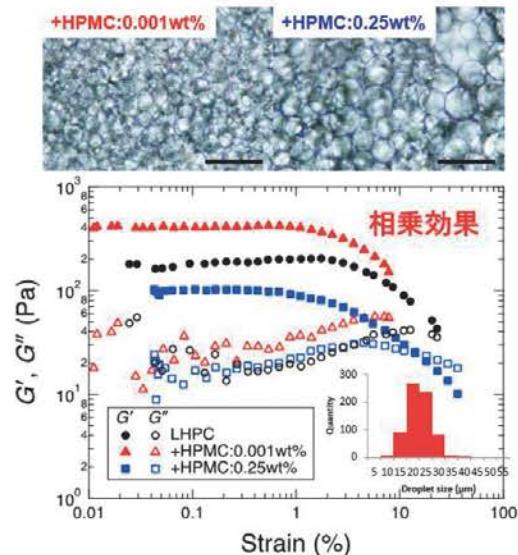


高分子コンポジットの電子顕微鏡写真（左）及び粒子の添加量による弾性率の変化（右）

(2) エマルジョンやサスペンションのコロイド分散系の応用に取り組んでいます。

コロイド分散系とは、nmからμm程度の大きさを持つ物質（分散相）が媒質（分散媒）の中に分散している状態の総称のことです。食品、医薬品、化粧品、塗料・インク、塗装・コーティング剤、コンクリートなど様々な分野への応用が期待されます。

液相中に液滴が分散している系のことをエマルジョン（乳剤）、液相中に固相が分散している系のことをサスペンション（懸濁剤）と呼んでいます。マヨネーズや化粧品の乳液、クリームなどはエマルジョン、塗料、インク、歯磨きペースト、ソースなどはサスペンションに分類されます。このようなコロイド分散系を扱うには、様々な条件下での粒子の分散と凝集を予測・制御することが重要であり、産業界への応用のためには必要不可欠です。



複合乳化剤により調製されたエマルジョンの光学顕微鏡写真と弾性率
学頭微鏡写真と弾性率

(3) 高分子の薄膜材料の開発と安定性制御に取り組んでいます。

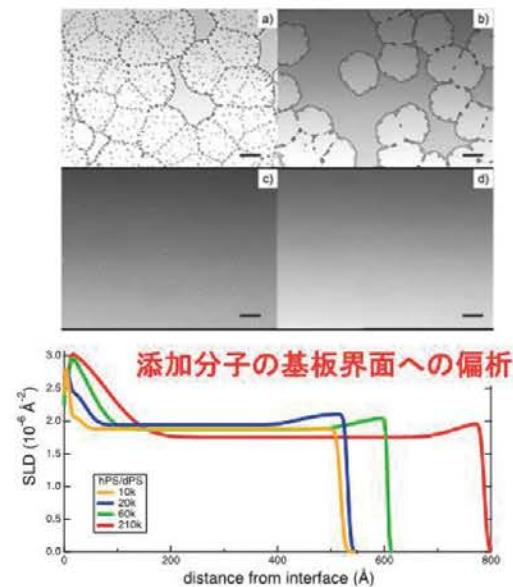
異なる物質や相の間には、厚みが数ナノメートル以下の極めて薄い界面が必ず存在します。この界面では、物質に応じた特異的な性質を示し、その性質を利用して、薄膜の状態の高分子材料を接着、塗装、被覆などの様々な用途で利用されています。

当研究室では、薄膜の状態を精度よく観測する方法としてX線・中性子をプローブとする反射率法を用いて、そこから得られる情報により高分子薄膜の材料開発と安定性制御に関する応用に役立てています。

近年の材料開発の進展によって、この膜としての材料の厚みを薄くすることが可能となりましたが、その分、界面で受ける相互作用が大きくなるため、薄膜の安定性と、材料の機能への影響が課題となります。また、材料に求められる機能が高度化、多様化することで、単一の材料でそれに応えることが難しくなり、異種の材料を複数組み合わせる材料の複合化が進められています。

複合材料中においても、異種材料間には必ず界面が存在し、また近年のナノテクノロジーの発展により分散される材料のサイズが小さくなるのに伴い、材料間の界面積が増加し、界面の性質を少し変化させるだけで材料全体の物性、機能が大きく影響を受けます。

したがって、近年の材料開発においては、界面を制御することが重要であり、そのためには界面における材料の性質だけでなく、構造を明らかにすることが不可欠です。



添加分子による高分子薄膜の脱濡れ抑制と
中性子反射率法により得られた深さ組成分布

3. 一企業様と共に利用できる、企業様と共に進める一 機器計測・評価実施可能試験はどのようなものですか？

光散乱

タービスキャン MA2000 FORMULATION 社

タービスキャンはエマルションやサスペンションなどの分散状態（混ざり具合）を評価する装置です。作製したサンプル中の粒子の移動、濃度の変化を高さ方向に直接観測が可能であり、目視観測などの誤差の大きい一般な方法よりも実際の環境下でより早くより確実に分散状態の変化を定量評価できます。作製したサンプル間の安定性の比較も容易です。

例)「水と油」、「粉体と水」、「粉体と油」などを混ぜたときの分散状態を測定することによる安定性評価など。



濃厚系粒径アナライザー FPAR-1000 大塚電子株式会社

粒度分布測定機です。半導体レーザをプローブとする動的光散乱を用いて、粒子からの散乱光を直接観測することで、低濃度から高濃度（～10%）まで幅広い濃度範囲で高精度の粒子径分布測定が行えます。

希薄系から濃厚系まで、幅広い濃度領域での粒子径測定、コロイド分散液やスラリーの分散状態の解析に最適です。



粘弾性

レオスコープ HAAKE RheoScope 1 サーモフィッシューサイエンティフィック 株式会社

流体及びその他の複雑な材料（液体、ゲル、サスペンション、懸濁液、エマルションなど）の粘弾性、流動特性、チキソトロピー性（力が掛かった時にどう流動するか）を測定でき、材料の特性に関する情報を得ることができます。

例) 化粧品の塗り心地評価に活用。保湿剤、日焼け止めなど肌に塗った時の使用感を数値で表し（人の感覚を数値で見る）、塗り心地、延びやすさ、液ダレなどの評価が可能です。品質管理、研究開発等に利用できます。



レオメータ MCR302 アントンパール社

流体及びその他の複雑な材料の粘弾性、流動特性、チキソトロピー性を測定でき、材料の特性に関する情報を得ることができます。測定治具を容易に取り替えられ、さまざまな試料の測定に対応します。現在は、100°C以上の高温で溶融した高分子コンポジットの粘弾性測定に用いています。



薄膜

X線反射率計 SMARTLAB-NM 株式会社リガク

X線を利用して、膜厚、密度、表面や界面のラフネスといった薄膜の構造パラメータを求める手法です。「前処理不要」、「大気中で測定可能」、「非破壊検査」、「標準試料を不要」、「可視光に不透明な試料にも適用できる」、「多層膜の解析ができる」などといった、他の評価手法にはない特長を持っています。基本的にはドライアップで測定しますが、工夫をすれば液面でも測定可能です。

例) 固体表面に塗布した薄膜の状態観察が可能です。コーティングの状態を調べるのに利用されます（膜の情報を取得します）。



分析機器

走査電子顕微鏡 (SEM)・ 透過電子顕微鏡 (TEM)

いずれも大学の共用装置です。

SEMは、撮影する試料の表面を映し出すので、表面に出ているものや凹凸が観察できます。構造の配置・並び方などを把握できます。

TEMは、透過して物体中で透過できないものを映し出すので試料内部も観察することができます。高倍率・高分解能での観察可能であるため、多くの情報を得ることが可能です。

試料により適切な方法を選択して測定します。

例) 粉体、高分子を混ぜたときの混ざり具合を可視化し、一次情報を得ることができます。

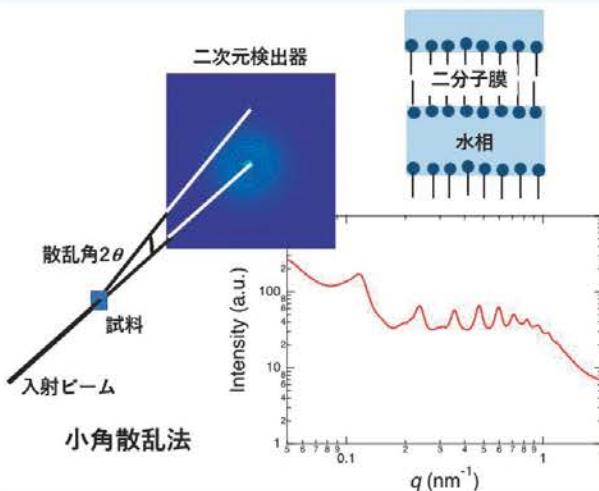


X線・中性子をプローブとする 小角散乱法および反射率法

X線・中性子が有する波としての性質を利用して、試料からの回折（散乱）および反射を観測することで、試料の構造を分子レベルで調べられます。これら測定の特長は、非破壊であることと、ウェットな環境でもその場で観測できることです。

当研究室では、ソフト複合材料の物性を調べるとともに、散乱（反射）法により得られる分子レベルでの構造情報を組み合わせて、物性・機能の発現メカニズムを理解することに努めています。

これら測定は、外部の最先端の大型共用施設を利用して実施しています。



4. 企業様との共同研究、企業様への技術指導によって 共同開発を行っています！

化粧品・医薬品分野・食品分野への活用

軟膏・クリーム剤の研究・品質評価として粘弾性測定を用いた評価手法を確立し、導入しました。測定により、材料となる、油脂、水、粉体などの分散状況の診断を行うことで、製品の品質、塗り心地などを数値化し、感覚的に行っていた製造工程から、明確な基準を設けることで、製造の標準化を行うことに成功しました。

とくに、加速試験をすることなく、製剤の安定性を製造直後の粘弾性特性から診断できないか検討しました。また、簡単に可視化できない製剤中で働く作用を数値として検出します。これらは製品開発においての方向性を決めるうえでも有用であり、他の分野にも応用することができます。例えば、食品分野における流動性や食感、歯ごたえの評価などに活用できます。



薄膜コーティングの検討について

高分子材料は、薄膜として接着、塗装、コーティングなど様々な用途に使用されています。例えば、コーティングにより耐摩耗性、耐食性を付与したり、表面に塗布することにより潤滑性をアップさせたりします。

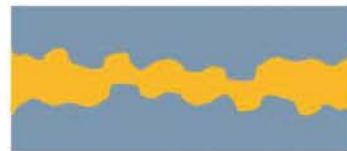
しかし、高分子薄膜が薄くなり、界面で受ける相互作用の寄与が相対的に大きくなると、薄膜が不安定となり、しばしば基板上において、均一で連続した薄膜の形成が難しくなる現象（脱濡れ）が生じます。

潤滑目的の薄膜コーティングにおいては、産業界において様々な場所で利用されており、何らかの原因で薄膜の脱濡れが生じると、スムーズな動きが妨げられ、装置に悪影響を及ぼすだけでなく、安定した製品が作れず、利用者への影響も懸念されます。

これらの薄膜の状態を調べるために、様々な機器を組み合わせて薄膜の情報を集め、改善と再発防止に役立てています。

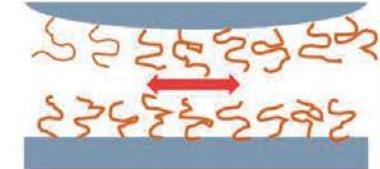


<塗装・コーティング>



<接着・粘着>

<撥水・撥油>



お問い合わせ先

三重大学北勢サテライト

TEL : 059-353-8260 MAIL : hokusei@rscn.mie-u.ac.jp