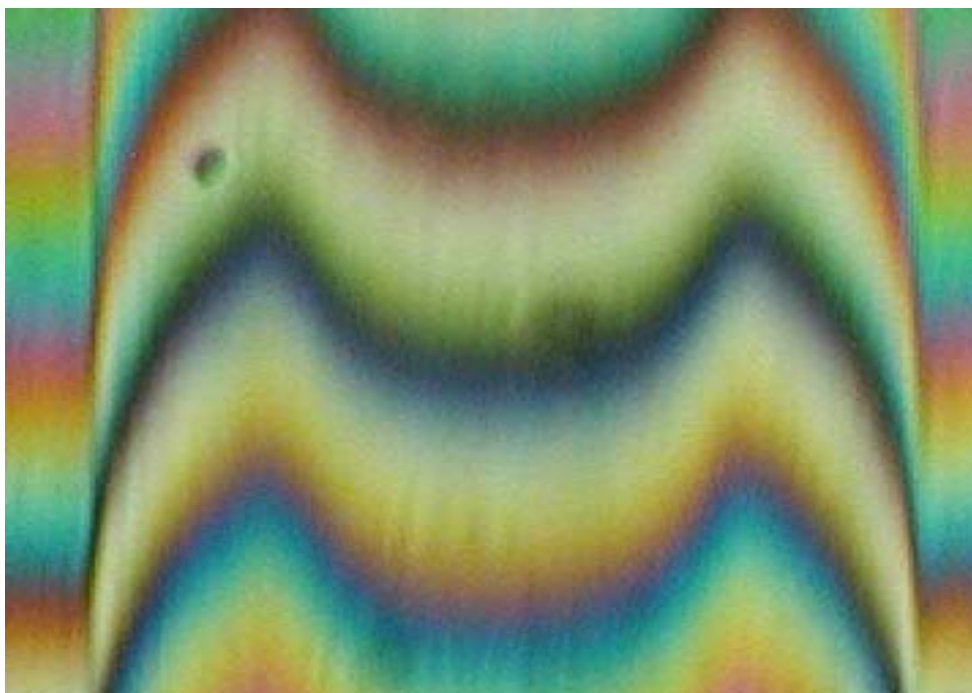




# 有機材料工学科

東京工業大学 工学部

学科案内 2014

---

Department of Organic and  
Polymeric Materials  
Faculty of Engineering  
Tokyo Institute of Technology

## 有機材料工学科 教員名一覧

### 大 学 院 講 座 名

(有機・高分子物質専攻)  
ソフトマテリアル

教 授 手塚 育志

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/tezuka/ytsite/index.html>

教 授 鞠谷 雄士

<http://kikutani.op.titech.ac.jp/>

教 授 森川 淳子

<http://www.morikawa.op.titech.ac.jp/>

准教授 石川 謙

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/Take-Ishi/index.html>

(有機・高分子物質専攻)  
有機材料工学

教 授 柿本 雅明

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/kakimoto/index.html>

教 授 森 健彦

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/mori/index.html>

教 授 大内 幸雄

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/ouchi/index.html>

教 授 バッハ マーティン

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/vacha/index.html>

准教授 塩谷 正俊

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/shioya/index.html>

准教授 早川 晃鏡

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/kakimoto/index.html>

准教授 松本 英俊

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/matsumoto/>

准教授 早水 裕平

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/hayamizu/>

(有機・高分子物質専攻)  
高分子科学

准教授 道信 剛志

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/michinobu/>

(物質科学専攻)  
物質設計

教 授 扇澤 敏明

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/ougizawa/index.html>

准教授 浅井 茂雄

<http://www.op.titech.ac.jp/lab/asai/index.html>

助 教 赤坂 修一

助 教 芦沢 実

助 教 梅本 晋

助 教 川本 正

助 教 久保山 敬一

助 教 宝田 亘

助 教 難波江 裕太

助 教 平田 修造

助 教 山本 拓矢

[表紙写真：傾斜型屈折率分布をもつ複合繊維の干渉顕微鏡写真]

# はじめに

材料ということばに、製品の表には顔を出さない地味なものというイメージをお持ちではありませんか？

有機材料の研究をしてみると、そんな思いは払拭されます。有機材料は、超伝導や半導体の性質を示す材料、ディスプレイに用いられる液晶材料、生体の機能をもった材料、振動を吸収する材料、高温や大きな荷重に耐える材料、知恵の輪のような分子構造をもった材料など、多種多様です。そして、このような有機材料の独特な性質が製品に命を与えているのです。いかに新たな性質を付与し、その優れた性質を引き出し、“もの”づくりをしていくかといった研究がまさしく表舞台に立っています。どの有機材料一つを取り上げても、それを生み出す過程には長い年月をかけた地道な研究の軌跡や、意表をつく閃き、発想転換などさまざまなドラマがあります。

さあ、皆さんも私たちと一緒にこのドラマを体験しませんか？

この有機材料工学科案内では、私たちがどのような夢をもち、どのようなスタイルで研究しているかを、ご紹介します。

## 有機材料工学科の教育

科学技術の発展を含む社会の変化にともない、大学に要求される教育の内容は変化しています。有機材料工学科では、卒業生がこれからの社会の変化に対応できる能力を身につけられるように配慮して、東工大の教育の特色を守りながら、独自の教育カリキュラムを構築しています。

### 基礎を重視した学部教育

科学技術の発展にともない研究の現場ではより細分化した高度な知識が求められており、将来さまざまな分野に対応できるようになるためには、多様な学問領域のコアとなる基礎をしっかりと習得する必要があります。授業科目と実験科目、ゼミ科目の連携を通して、基礎知識を習得しそれを応用する能力を身につけられるカリキュラムを用意しています。

### 学生の自主性を尊重した高い自由度とグローバル人材育成

国際化の進展とともに、自分の判断で自主的に活躍できる人材が必要とされていることから、学習プランを自主的な選択で組み立てられるような自由度を学生に与えることが必要だと考えています。必修科目の数を絞り、科目選択の自由度を広げるようにしています。

### 先端の研究を開始する学士論文研究

学部の4年生から研究室に所属し、教員や大学院学生の指導のもとに、最先端の研究を開始します。研究に必要な専門性の高い知識は研究室の輪講などにより得られるよう配慮されており、科学論文の講読などを通して科学英語に対する教育も行われています。学士論文研究の発表において優秀であった学生を、同窓会の協力のもとに表彰する制度を設け、研究に対するさらなるモチベーションが得られるように配慮しています。



優秀学士論文研究賞授賞式

### 高分子トポロジー化学

「かたち」からはじめる高分子機能設計

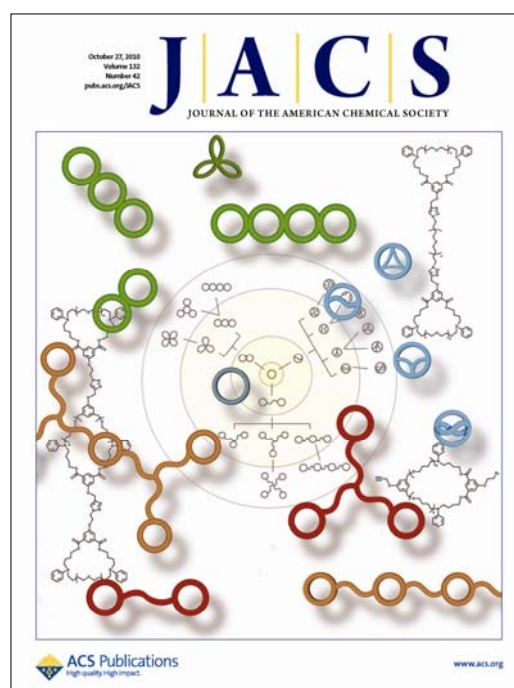
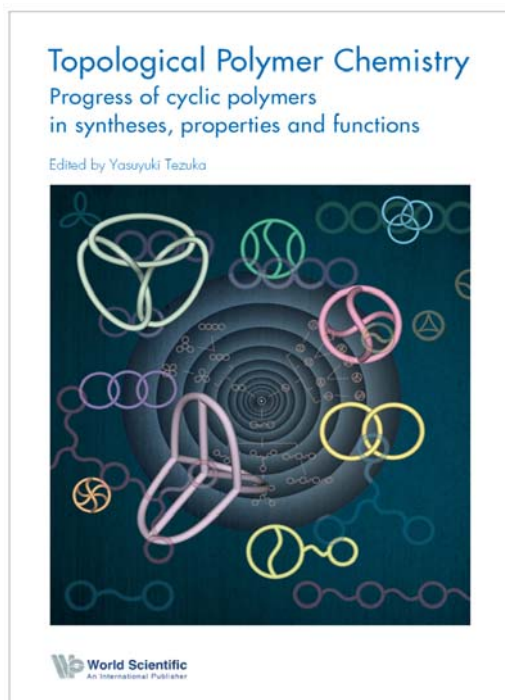
#### 研究内容と目指すもの

私たちは、「かたち」をキーワードとしてマテリアルデザインを新しい視点から展望する研究を進めています。特に高分子（柔らかくて長いひもとしてイメージされるナノスケールの分子）の「かたち」は、トポロジー幾何学を視座として展望すると、思いがけない魅惑的な世界が広がってきます。たとえば、直感的には結び目のひもと環のひもはもちろん「区別される」異なるかたちですが、やわらかい環のひもは、変形して四角や三角にすることができます。この直感に対して、トポロジー幾何学は、結び目と環でさえ、「4次元空間」ではお互いに変形させれば行き来することが出来ると教えています。私たちの様々な直観は、しばしば固定観念として常識化されてしまいますが、数学・幾何学からの挑発によってマテリアルデザインへの新たな視点が生まれるかもしれません。



#### 遂行する研究テーマ

高分子の「かたち（トポロジー）」のデザインには、ユークリッド幾何学の制約を超えた大きな自由度があります。直線状（これまでのほとんどの合成高分子）だけでなく、分岐状や環状・多環状の構造を自在に設計し、さらにこれらを組み合わせてお好みの高分子トポロジーを効率的に合成する、新しい化学反応プロセス（高分子トポロジー化学）を開発中です。



### 極限を目指す成形加工

究極の高速成形, 高次構造, 物性, 計測, 微細形態, 高性能, 環境対応...

#### 研究内容と目指すもの

高分子材料は、材料内の分子鎖の配列状態により性質が著しく変化するという特徴があります。このような高次構造は成形加工プロセスを通じて形成されます。我々は、分子配向、結晶化、分子鎖の絡み合いなど、多様な高次構造が形成されるしくみを理解し、さらにはこれを積極的に制御する手法の開発を行っています。特に、超高速熔融紡糸プロセスと呼ばれる繊維の引取速度が時速 600 km に達する極限条件下における高分子材料のふるまい、フィルムの 1 軸、2 軸伸長における 3 次元的高次構造形成、繊維・フィルムの高次構造・物性の解析、繊維強化複合材料の微視力学など、高配向高分子材料に関連した幅広いテーマで研究を続けています。

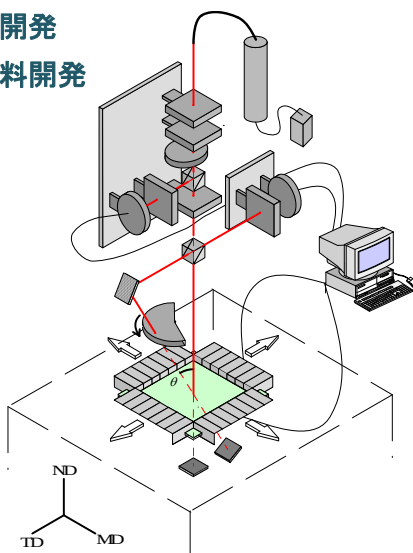


#### 遂行する研究テーマ

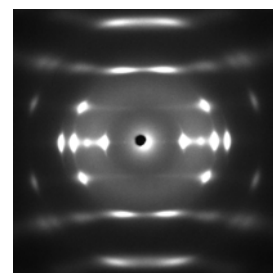
1. 高速熔融紡糸・延伸過程のオンライン計測と数値解析
2. 新規材料の繊維化（組成分布制御、エラストマー、植物由来等）
3. 複合高速熔融紡糸における繊維形態・繊維構造制御
4. 非定常熔融紡糸過程の構築と実験・数値解析
5. フィルムの 1 軸・2 軸伸長過程での分子配向と高次構造形成
6. 熔融構造制御による高強度繊維開発
7. 熔融紡糸を利用した光学機能材料開発



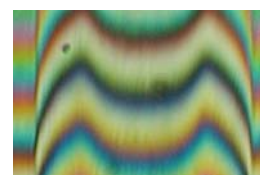
インライン紡糸延伸装置の  
糸掛け作業



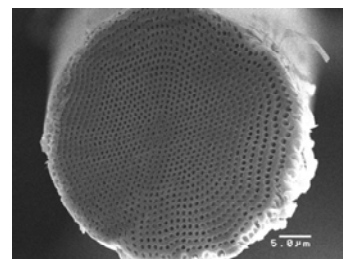
フィルム伸長過程の  
その場複屈折計測装置



ラセミ体ポリ乳酸繊維の  
ステレオコンプレックス晶



傾斜した屈折率分布を有する  
複合紡糸繊維の干渉顕微鏡像



海一島繊維断面

### 熱を制する材料

#### —Heat Transfer & Thermal imaging—

背景:n-アルカン結晶化発熱の赤外線画像

#### 研究内容と目指すもの

- ・熱物理現象のサイエンス(Thermal Science)の探求と、熱を制する材料の開発、熱伝導／熱の可視化に関する新規な計測法／解析法の研究を行っています。
- ・有機・高分子材料は、環境や新エネルギーの観点から、幅広い分野で重要性を増しています。なかでも、熱に関する機能をもつソフトマテリアルの開発に新たな注目が集まっています。その熱特性は、力学・電場・磁場・温度場・相転移などを用いた多層化や微細発泡、コーティングなど、さまざまなプロセッシング技術の構築とも密接な関係を持ちます。さらに、LED や太陽電池、蓄熱材に代表される新エネルギーシステムのマイクロ伝熱や放熱・断熱・蓄熱・輻射などの熱物性に注目して、精密測定法や材料設計を行い、最新のグリーン・イノベーションへの応用を目指しています。
- ・開発した新規なマイクロ熱解析技術は、測定法として国際標準となるとともに、最新のバイオテクノロジーや食品分野へ応用する取り組みも進められています。



#### 遂行する研究テーマ

##### 1. Thermal Imaging 可視化熱分析・可視化熱伝導率・熱拡散率測定

赤外線2次元素子／顕微鏡光学系を用いた Thermal Imaging 法は、ミクロスケールの不均一系の熱伝導、相転移など発熱を伴う現象の熱拡散、マイクロ欠陥検出、細胞の凍結現象(凍結保存薬の性能評価などへの展開)、電子材料の絶縁破壊、回路発熱とその設計への応用、蒸発・沸騰などによる冷却解析、断熱圧縮膨張による吸発熱の解析など、あらゆる材料設計の基礎として展開する可能性を秘めています(図1)。実際の熱の流れを観測しながら、熱流分布と材料内部の構造分布を相関付けるシステム開発を行います(図2)。

##### 2. 不均一系の熱伝導解析と熱を制御する材料の開発

逆問題解析や有限要素法、さらには回路設計技術など、最新の設計解析技術と、実験科学の両論をベースとした、新しい熱機能性ソフトマテリアルの開発と、その熱物理の解明に力を注ぎます。

熱と光のイメージングにより、人と環境に優しい熱機能材料・次世代エネルギー開発への貢献を目指しています。

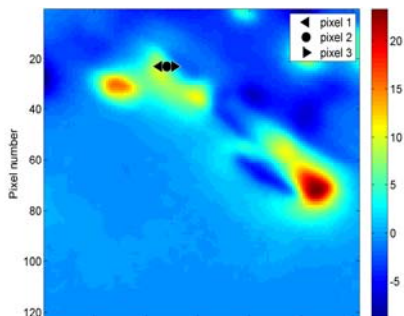


図1 細胞冷凍過程の潜熱の赤外線画像、Paris Tech (France) との共同研究。

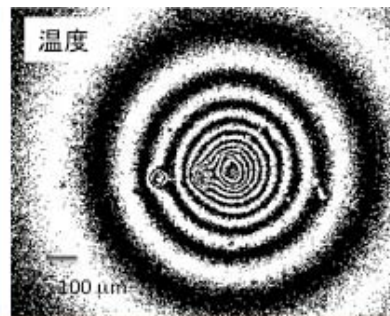
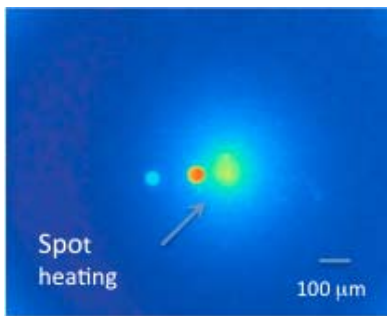


図2 ポリイミドフィルム内部のフェムト秒レーザー微細加工域に変調レーザー光を照射したときの、温度場の可視化。Opt. Exp. 19, 2054(2011) に Image of the week として掲載された。

### 分子集合体で出現する光電子機能の開発

有機太陽電池、液晶表示デバイスの高性能化

#### 研究内容と目指すもの

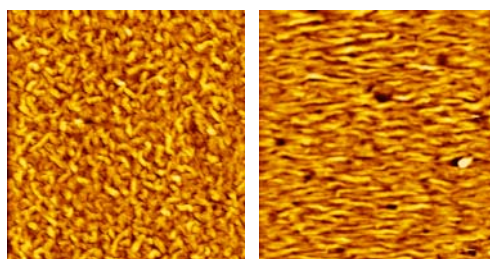
有機物は電気を通しにくいことから絶縁体として使われ、電気製品の中では脇役でしかありませんでした。しかし、最近は液晶や有機 EL 表示など、製品の主役となる有機材料も出てきました。また、有機太陽電池など、あらたな主役を開発する研究が進んでいます。

研究室では、有機半導体と液晶を対象に、有機光電材料の研究を行っています。研究のキーワードは「集合体で初めて発現する機能を使った高性能デバイスの開発」です。有機太陽電池のお手本となる植物の光合成中心では、分子が空間的に特別な配置をすることにより量子効率のよい電荷分離を行っています。また、液晶は分子が自己組織化して、分子単体からは想像できない機能を発揮しています。とはいえ、自然界に存在するものは人間が使うために最適化されてはいません。そこで、自然には存在しない構造を人工的に作り出したり、液晶のような自己組織化した構造と人工的な構造を組み合わせたりすることによって、より人類にとって有効な構造を作りだすとともに、機能発現の背後にある物理を解き明かそうとしています。

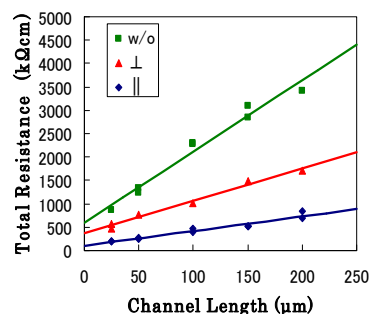


#### 遂行する研究テーマ

1. 配向薄膜の作製、評価手法の開発
2. 光合成中心模倣有機太陽電池の開発
3. 異方性物質中の電荷担体移動の解析
4. 液晶複合体を使ったデバイス開発
5. 強誘電、反強誘電性液晶の物性評価
6. 界面制御を活用した新規液晶デバイス開発



トランジスタや太陽電池を作製するための蒸着装置(左)と試料を精製するための自作の昇華炉(右)。精製を自ら行うことにより、他では使えない物質を使ったデバイスも作れるようになる。

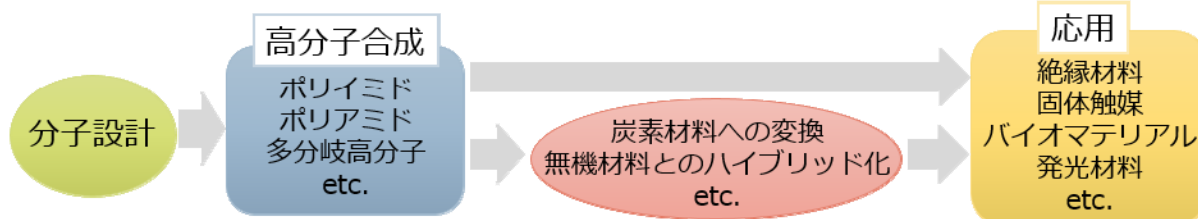


配向フタロシアニン膜(右)と無配向フタロシアニン膜(左)の AFM 像。配向の有無と方向により抵抗が異なる(下)。

### 縮合系高分子，多分岐高分子の合成と応用

#### 研究内容と目指すもの

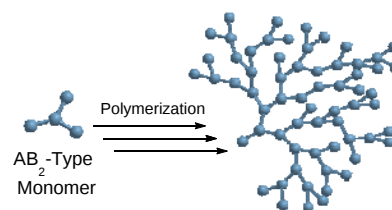
柿本研究室は，縮合系高分子，さらにその中でも多分岐高分子の合成を得意としており，その合成技術を生かして，これまでにない機能性材料の開発に取り組んでいます．最近ではこれらの高分子を原料とした新規炭素材料の開発，新規材料を用いた固体触媒反応など，幅広い応用にも取り組んでいます．所属する学生の皆さんは，分子設計，高分子合成，高分子を原料とした材料合成，材料の機能解析までを横断的に取り組み，実践を通して有機材料工学のエッセンスを「広く，深く」学びます．



#### 遂行する研究テーマ

##### 1. 多分岐高分子：ハイパーブランチポリマーの合成と応用

分子が鎖状につながった高分子の中には，分岐構造を数多く有する「多分岐高分子」があり，従来の直鎖状高分子とは全く異なる特徴を生かして，新規機能性材料を開発できます．例えばニアポリマーに少量のハイパーブランチポリマーをブレンドすることで，ガラス転移点や粘度などが劇的に変化する可能性があります．またハイパーブランチポリマーに多数存在する末端に，触媒として作用する官能基を導入することで，環境負荷の少ない新しい固体触媒の開発に繋がります．

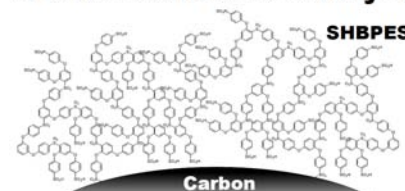


ハイパーブランチポリマーの合成

##### 2. 炭素とポリマーのハイブリッドによる固体触媒の開拓

現在アルコールなどの炭化水素類の酸化反応には，高価な貴金属や有害な遷移金属が多く使われています．私達の研究室では炭素材料を利用した触媒によって，遷移金属触媒を代替する研究や，炭素材料の触媒活性をハイパーブランチポリマーを利用して向上させる研究に取り組んでいます．遷移金属の機能を，炭素や水素などのありふれた元素から成る“有機材料”で代替する挑戦は，まさに「現代の錬金術」といえます．

#### A Novel Solid Acid Catalyst



ハイパーブランチポリマーが固定化された炭素材料

## 電気を流す有機材料

有機トランジスタ, 有機超伝導

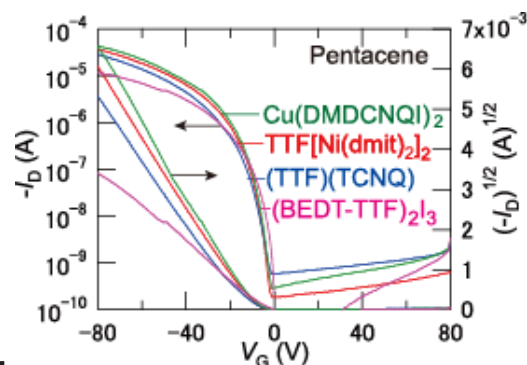
### 研究内容と目指すもの

有機物のなかには、半導体として電気を流すものから、金属と同じように高伝導のもの、電気抵抗が完全にゼロになる超伝導性を示すものまであります。有機半導体は有機トランジスタや有機 EL、有機太陽電池としての応用にむけて注目を集めており、プラスチックのうえに曲がる電子回路やディスプレイを作ったり、有機半導体をインキにして印刷で IC を作ったりする有機エレクトロニクスが活発に研究されています。有機トランジスタから有機超伝導まで、新しい有機伝導体を開発してその性質や構造を調べ、すぐれた有機エレクトロニクス材料の開発と、その原理を調べる研究を行っています。



### 遂行する研究テーマ

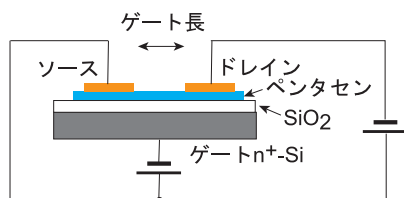
1. 有機トランジスタ材料の開発
2. 簡便で高性能な有機トランジスタ作成法の開拓
3. 有機超伝導体の開発とその物性
4. 有機伝導体の電子状態・エネルギーバンドの計算
5. 有機半導体の特性の理論計算



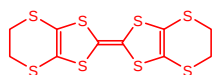
有機伝導体を電極とする有機トランジスタの特性



有機超伝導体の電解結晶成長



有機トランジスタ



## 液体の常識を超える

次世代イオン液体の構造と電子構造：機能化への指針と構造制御の学理

## 研究内容と目指すもの

真空でも蒸発しない液体、有機溶媒の概念を覆し温室効果ガスとしてやり玉に挙げられている  $\text{CO}_2$  を吸蔵・放出する。セルロースをいとも簡単に溶解し、バイオマス資源の活用に新機軸を与えたかと思えば、電気二重層効果で超電導状態を誘引したり酵素を生きながらえさせたりする。液体でありながら内部に不可思議な構造単位を持ち、電子をも長時間保持する。極性溶媒の代表格である水やアルコールに溶解せず、さりとて  $\text{CCl}_4$  のような無極性溶媒にも溶解しない液体に私達がこれまで獲得した溶液化学の常識は通用しない。液体の常識を超える液体：イオン液体を構造化学、電子構造学、界面科学の3軸から科学し、機能化への指針と構造制御の学理を確立する。最先端の非線形分光法、電子状態計測、理論計算を駆使し、新世代の材料科学の扉を開く。

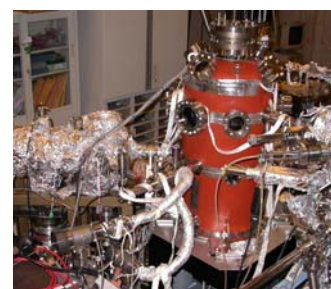
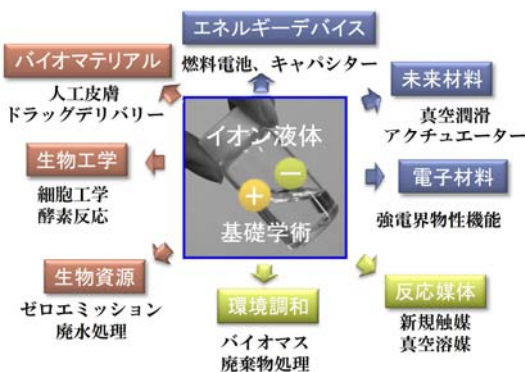


## 遂行する研究テーマ

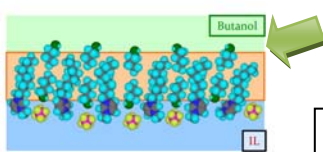
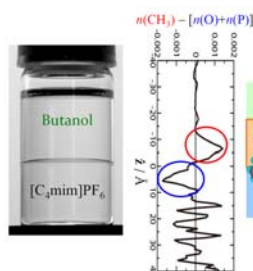
1. 非線形振動分光法(IV-SFG)を用いたイオン液体/分子液体界面の in-situ 構造化学
2. イオン液体/金属・半導体界面の電気二重層制御とキャパシター・電池・FET への応用
3. 光電子分光法および逆光電子分光法によるイオン液体の電子状態解析
4. イオン液体と有機低分子材料・高分子材料との混和による構造制御と機能化
5. イオン液体のソフトインターフェース材料科学



界面計測用 IV-SFG システム

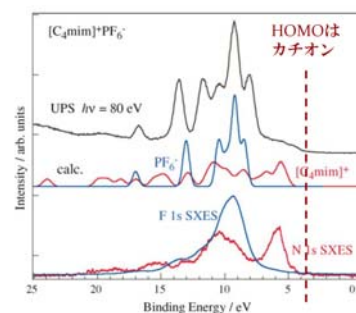


電子状態計測用 UHV-UPS



IV-SFG で液体/液体界面の分子配列が分かる。MD 計算結果とも対応

UHV-UPS でイオン液体の電子状態が分かる。電子物性・電子機能の根幹的情報



## 有機材料のナノ世界を垣間見る

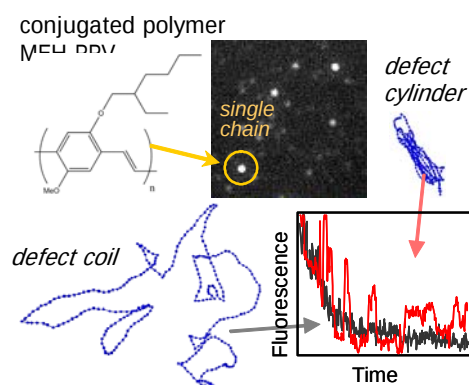
### 研究内容と目指すもの

近年、ナノ科学および計測技術の進歩によって、有機材料や高分子材料のナノ構造と物性の評価・解析が進んでいる。特に、ナノスケールにおける物性解析のための新手法として、単一分子分光法および計測法が着目されている。個々の分子や高分子鎖からの蛍光を測定し、静的あるいは動的な特性の不均一性を観察することによって、材料の構造と分子運動、さらには光物性について新たな知見が得られることが明らかとなってきた。我々は、単一分子分光法を用いて有機材料や高分子材料のナノスケール構造及びそのダイナミクス、光物理特性及び過程、光電子デバイスのナノスケール特性の研究を行っている。

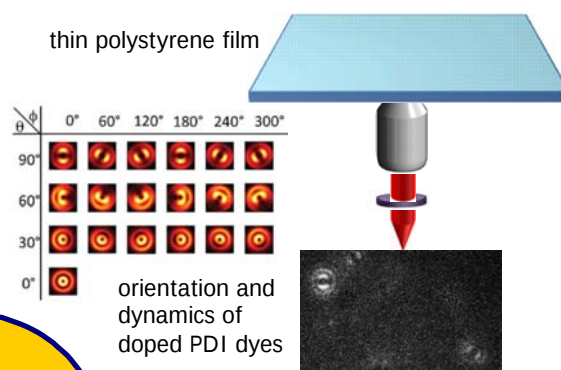


### 遂行する研究テーマ

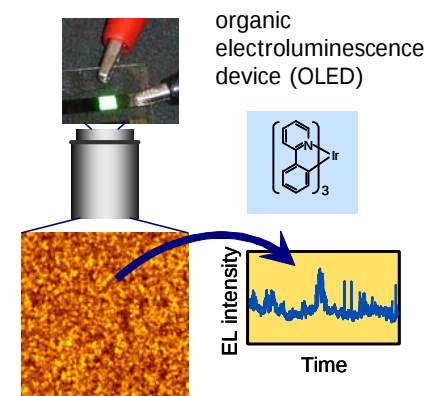
#### 共役系高分子の配座と光物理特性



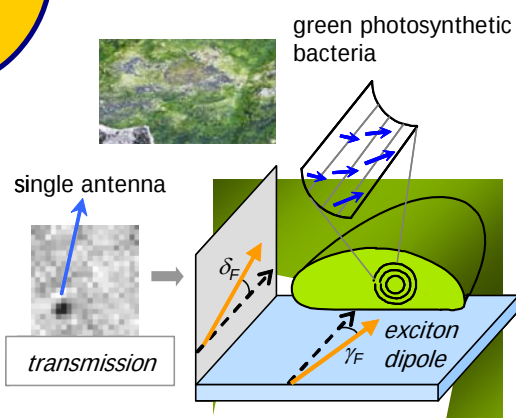
#### 高分子薄膜のナノスケール物性



### 単一分子科学



#### 有機EL素子のナノスケール特性



#### 光合成集光アンテナの構造と機能

## 炭素系材料の極限的な物性の追及

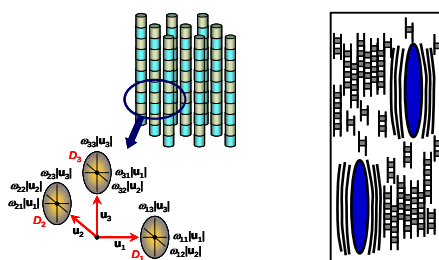
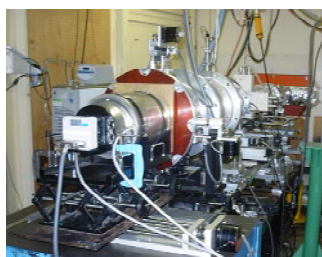
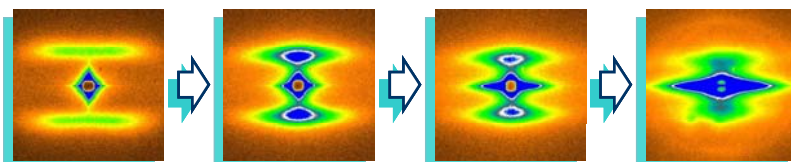
### 研究内容と目指すもの

炭素材料はほぼ炭素原子だけからできていますが、多様な物性を示し、広範な分野で応用されています。これは炭素がカルビン、グラファイト、カーボンナノチューブ、フラーレン、ダイヤモンドなど多様な結合様式と形態をとることに加えて、それらの集合体が多様な高次構造や組織を形成するためです。また、これらを複合材料として用いる場合には、マトリックスとの相互作用や分散状態などの因子がさらに多様性を生みます。当研究室では、主として炭素材料、繊維材料、複合材料に関して、ミクロなレベルからマクロなレベルまで広範囲な次元の構造制御によって、新たな物性を賦与すべく研究を進めています。

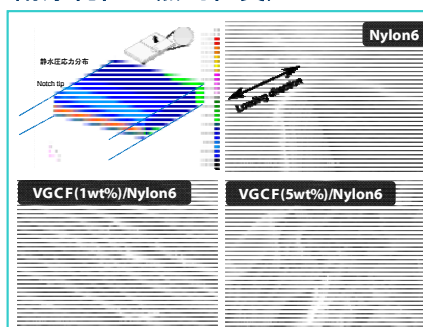


### 遂行する研究テーマ

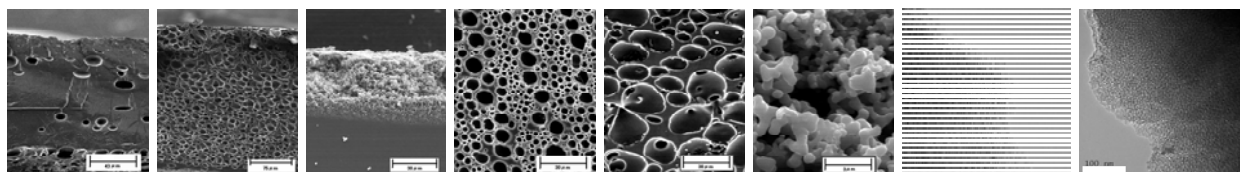
1. 放射光を利用した高分子材料・炭素材料の変形・破壊機構の解明
2. ナノチューブ・ナノファイバー集合体の力学的性質
3. 酸化グラフェンを利用した炭素構造制御
4. 自己組織化を利用した新規多孔質炭素の創生とその構造・電気化学的性質
5. 各種フィラー分散複合材料の構造・物性(力学的性質・疲労特性・耐摩耗性・熱的性質)



高分子の変形・破壊過程における放射光小角X線散乱パターンの変化から、構造変化を追跡し、高強度の材料を得るための指針を検討しています。



カーボンナノファイバー、カーボンナノチューブを分散した高分子複合材料について、有限要素法による変形・破壊過程のシミュレーションや構造変化の測定結果などに基づく物性解析を行っています。



炭素材料を吸着材料やリチウムイオン電池の電極として用いる場合には、細孔のサイズや配置の制御が重要です。

## 超微細加工分子材料の創成と自己組織化技術の開発

・精密機能・低環境負荷・省エネルギー性・

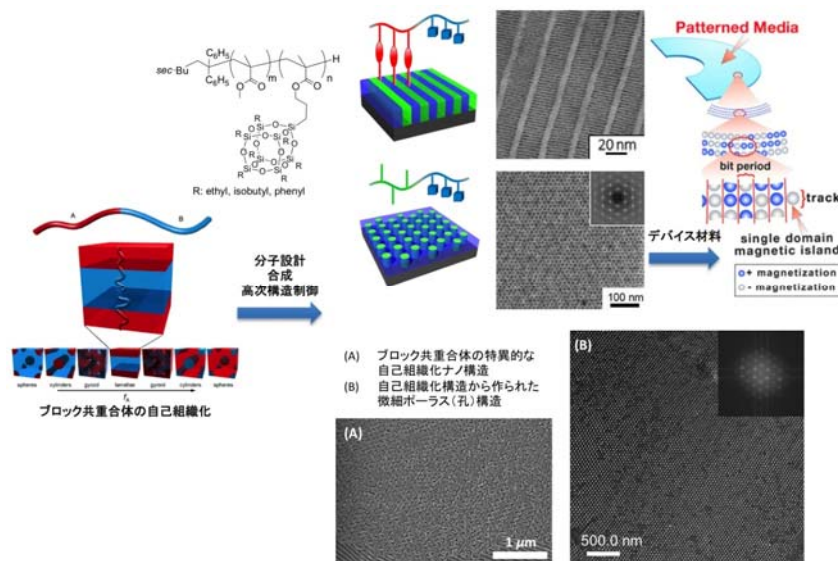
### 研究内容と目指すもの

有機高分子材料研究の醍醐味のひとつとして、「自己組織化」を巧みに利用する機能性ソフトマテリアルの開発があります。分子間に働く比較的弱い相互作用、すなわち、水素結合、配位結合、ファンデルワールス力、親水・疎水的相互作用等を積極的に利用することにより、分子の配列や配向、結晶・液晶構造、相分離構造がナノスケールで自在に制御された多様で精密な高次構造を形成することができます。我々は、これらの自己組織化構造を最大限に活かした機能性ソフトマテリアルを開発するために、分子自身が有する潜在能力を活かすべく分子設計、精密重合、高次構造制御および構造解析に至る研究まで一貫した取り組みを行い、次世代材料の開発を目指しています。自己組織化を利用するとわずかなエネルギーで目を奪われるほどの美しい構造を簡単に作り出すことができます。それらの構造に基づいた新奇な機能や飛躍的な物性の向上を追求しながら、エネルギーや環境問題に関わる新しいデバイス材料の創成を世界に先駆けて取り組んでいます。



### 遂行する研究テーマ

1. リビングアニオン・ラジカル重合による精密構造制御されたブロック共重合体の合成
2. 超微細シングルナノパターン加工に向けた有機・無機ハイブリッド材料の創成
3. テーラーメイド薄膜表面の創成を目指した自己組織化高分子の合成と分子構造制御
4. 超高周期配列性ナノポラスポリマー薄膜の開発
5. 自己組織化エポキシ材料の硬化樹脂による超高熱伝導性材料の開発



## 1次元ナノ材料を利用したエネルギー変換・貯蔵材料の創成

### 研究内容と目指すもの

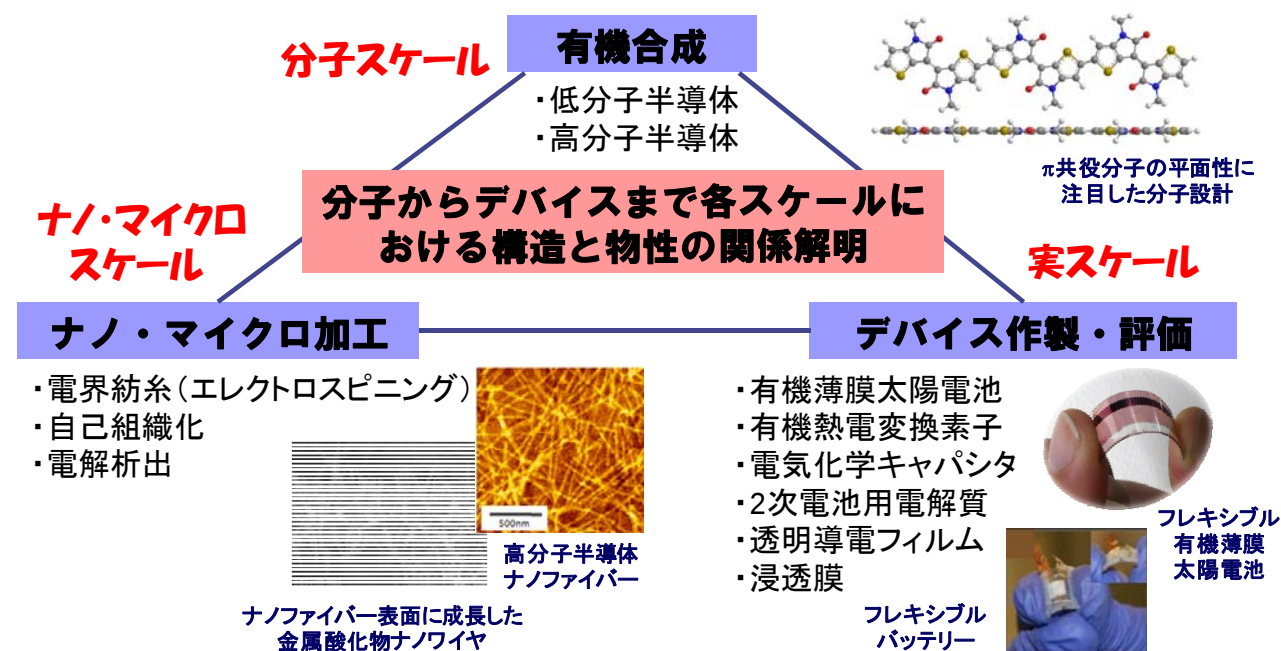
ナノファイバー、ナノチューブ、ナノワイヤなどの「1次元ナノ材料」は1次元形状と表面積の大きさから注目を集めている機能材料です。1次元ナノ材料は容易にネットワーク状の構造を形成することから、高速キャリア伝導パスや高効率吸着・反応場として、有機太陽電池、2次電池、キャパシタなどエネルギーデバイスへの応用が期待されています。

私たちの研究室では、1次元ナノ材料の構造と機能を最大限に活用した**エネルギーデバイス**の開発を目標に、**分子設計**（新規有機半導体）、**自己組織化**、**微細加工技術**（エレクトロスピンニング）などのアプローチを駆使して、有機半導体、機能性高分子、カーボンおよび金属ナノ材料などを利用した新規な1次元ナノ材料の創成と機能発現メカニズムの解明を目指した研究を展開します。



### 遂行する研究テーマ

1. 新規材料の合成（有機半導体・高分子半導体）
2. 1次元ナノ材料に関する基礎研究と新規ナノ材料の創成  
（ナノファイバーの内部構造の制御および表面機能化、ナノカーボン材料の創成）
3. 1次元ナノ材料を利用したエネルギー変換・貯蔵デバイスの作製  
（有機薄膜太陽電池、有機熱電変換素子、次世代2次電池用電解質、ウェアラブルエレクトロニクス）
4. 水処理材料（ハイフラックス浸透膜の合成とキャラクタリゼーション）



## バイオ・ナノ界面の制御

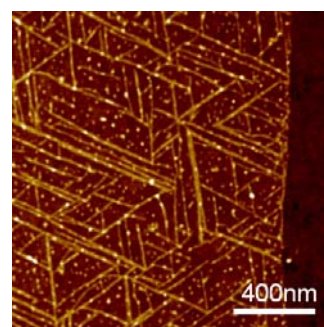
### 研究内容と目指すもの

近年のナノテクノロジーにおいて、たんぱく質などのバイオ材料とナノ材料を融合させることは、盛んに研究されている課題のひとつです。当研究室では、バイオとナノの界面を制御し、新たなナノシステムを構築することを目指しています。具体的には、機能性固体吸着ペプチドという工学的に設計された微小なたんぱく質を用いて、原子1層の厚さをもつグラフェンなどナノ材料の表面にペプチドのナノワイヤーやナノクラスターを自己組織化させます。ペプチドの精緻な設計に加え、トップダウン手法によって作製されるナノ材料テンプレートを用いて、二つの材料の特性・機能をあわせ持つ、バイオ・ナノ複合システムを設計、構築し、自律的に機能する新規ナノシステムの創製を目指します。

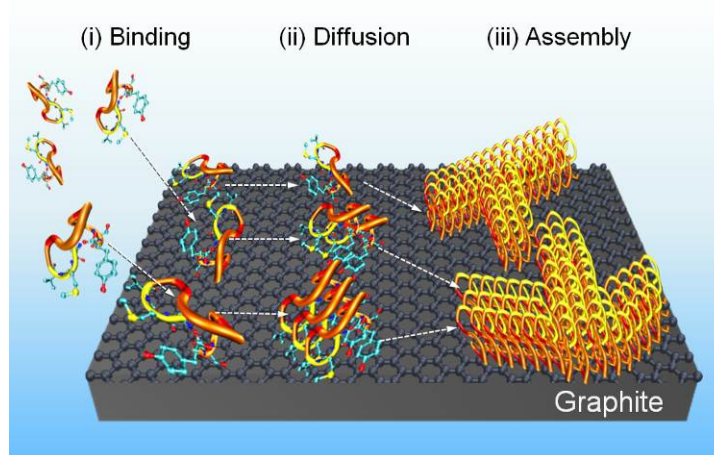
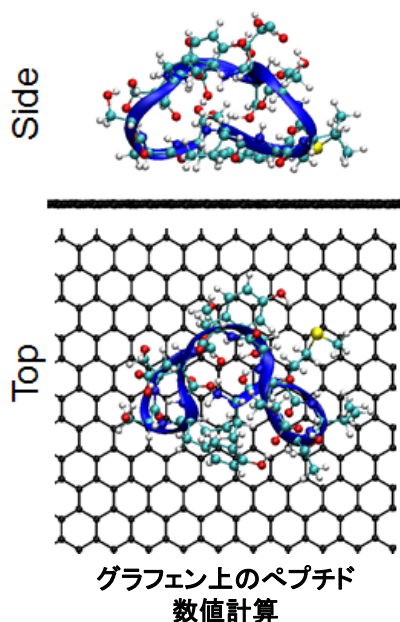


### 遂行する研究テーマ

1. 新規材料探索、ペプチドの配列設計、自己組織化制御
2. ナノデバイスの設計、作製、評価およびバイオ材料による修飾
3. 制御されたバイオ・ナノ界面を有する新規ナノデバイスの作製
4. ペプチド自己組織化の機構解明（実験・数値解析）
5. 新規測定系の開発（バイオ・ナノ界面を理解する新たな手段）
6. 光・電子系を用いたバイオ・ナノ界面のエネルギー伝達の理解



原子間力顕微鏡画像  
グラフェン上のペプチド・ナノワイヤー



ペプチドの自己組織化機構の模式図

## 共役電子系の光・電子物性を利用した機能性高分子材料の開発

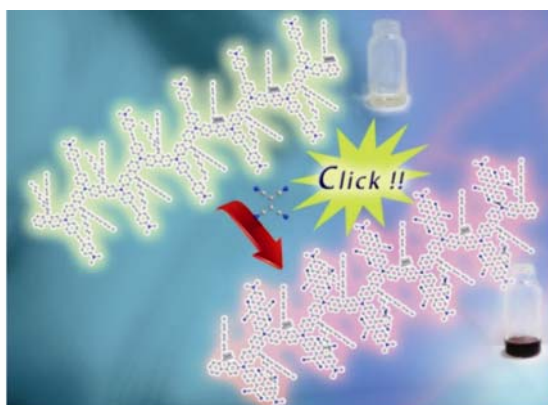
### 研究内容と目指すもの

共役系化合物はパイ電子に由来した光吸収や発光特性を示します。また、分子間相互作用とキャリア発生を上手に制御すると電気を流すこともできます。特に、高分子を用いると溶液プロセスで安価に薄膜を作製できる利点があります。これらの利点を組合せると、共役系高分子から成る高性能な太陽電池が実現できると期待されています。当研究室では、精密な分子設計と効率的な合成手法を駆使して様々な新しい共役系高分子を創り出し、その光電変換特性を調査しています。また、共役系化合物の光物性を利用することで高感度なセンサーを創り出すこともできます。高分子センサーは簡単に二次元平面の情報を得ることができるため、新しい応用の可能性があります。



### 遂行する研究テーマ

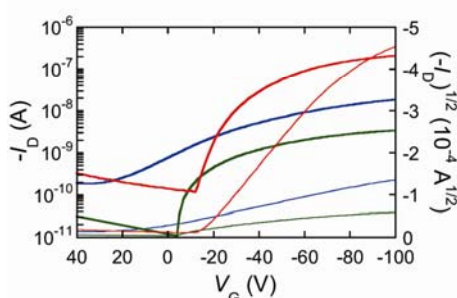
1. クリック反応や直接アリール化重縮合等の環境負荷が低い方法を用いた有機半導体高分子の合成と薄膜太陽電池応用
2. クリック反応を用いた高分子型センサー（金属イオンセンサー・酸素センサー・応力センサー）の開発
3. 高分子と金属を複合した気体分離膜や抗菌膜の開発



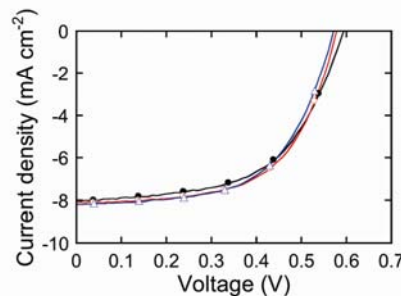
有機半導体高分子の合成



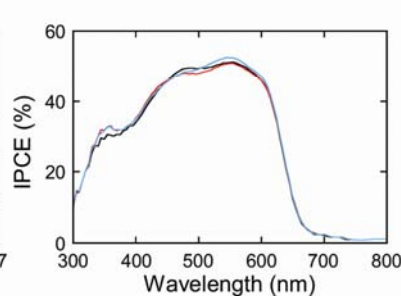
金属イオンセンサーとしての応用



薄膜トランジスタによる移動度の決定



薄膜太陽電池のエネルギー変換効率と量子効率の算出



## 高分子高次構造および機能発現の本質に迫る

ポリマーアロイ、結晶・非晶・薄膜構造、表面・界面、熱膨張機構、光学特性、生分解性樹脂

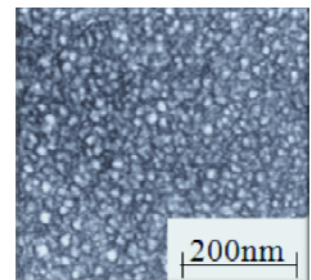
### 研究内容と目指すもの

私たちの身の回りにあるプラスチックやゴムなどのポリマー材料の多くは複合系材料です。用途に適した特性を実現するため、異種高分子や無機材料などとの複合化が行われており、先端材料や構造材料などとして幅広い分野で用いられています。当研究室では、**ポリマーハイブリッド材料研究のパイオニア**として、複合系材料を中心としたポリマーの物性発現メカニズムを探る基礎的な研究を行うとともに、ナノ・マイクロスケールの構造制御により材料の高性能化・高機能化を図るなど応用研究にも力を入れ、企業との共同研究も活発に行っています。さらに、ポリマー材料の本質に迫るべく、複合系材料のみでなくポリマー単体の構造・特性についても実験と計算機シミュレーションを併用することにより多面的な検討を行っています。

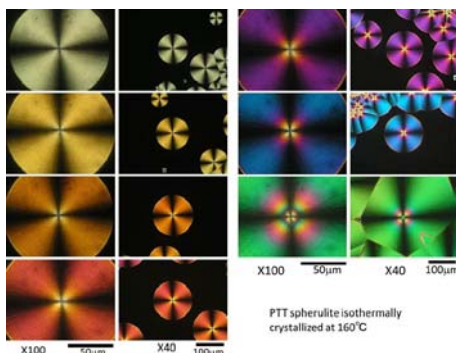


### 遂行する研究テーマ

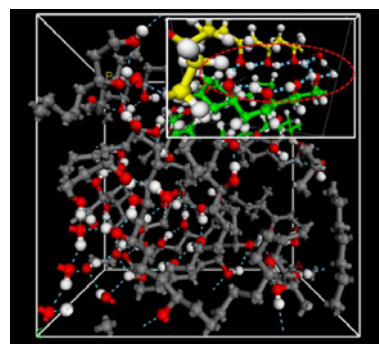
1. ハイブリッドによる高性能化・高機能化  
高耐衝撃性材料、新規異種物質間接着材料、高性能光学フィルム  
バイオマスプラスチック、熱可塑性エラストマー
2. 高性能化手段・プロセスの検討  
エネルギー・環境関連材料のナノおよびマイクロスケール構造制御
3. 高分子高次構造解析と基礎物性  
熱膨張機構、ガスバリア機構、接着機構、計算機シミュレーション  
結晶・非晶・薄膜の構造解析



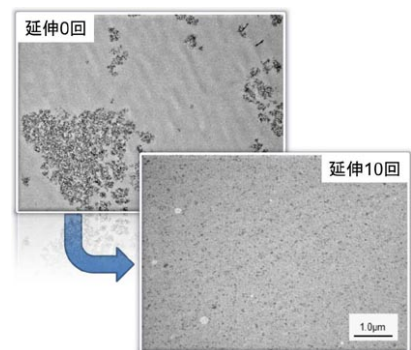
ナノポリマーアロイの分散構造  
(高機能膜等への応用)



ポリトリメチレンテレフタレート球晶の  
高複屈折性と干渉色



ガスバリア材料中の水素結合に  
関する分子動力学シミュレーション



無機酸化物微粒子のナノ微分散化  
(屈折率や強度等の制御による高性能化)

## 高性能高分子ハイブリッドを目指して

導電性, ナノカーボン, イオン伝導性, 生分解性, 超臨界 CO<sub>2</sub>, マイクロセルラープラスチック, 制振・吸音

## 研究内容と目指すもの

導電性, イオン伝導性, 生分解性など, 様々な機能を有する高分子あるいは高分子系複合材料を対象に, その構造と物性との関係, 目的の物性を得るための材料設計, 構造を制御するための方法などについて, 幅広く研究を行っています。最近では, 超臨界二酸化炭素を利用した, 結晶性高分子, 高分子ブレンド, 高分子複合系の高次構造形成や物性改善, マイクロセルラープラスチックの作製について研究しています。また, ナノカーボン充填系導電性高分子複合材料やイオン伝導性高分子について, 新規な手法によりそれらの電気的性質などの物性を制御することも試みています。さらに, 高分子系の制振材料や吸音材料についての研究も行っています。

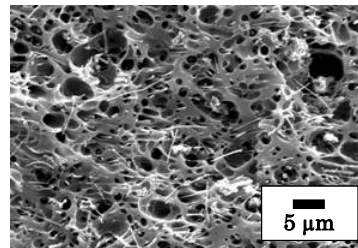


## 遂行する研究テーマ

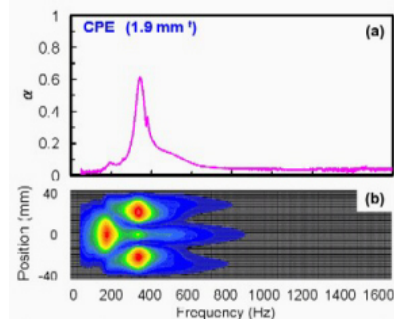
1. 超臨界二酸化炭素を利用した高分子及び高分子複合材料の構造と物性の制御
2. 超臨界二酸化炭素を利用した高分子の微細発泡（マイクロセルラープラスチック）
3. 生分解性高分子の高次構造と物性の制御
4. ナノカーボン充填系導電性高分子複合材料の構造と電気的性質
5. イオン伝導性高分子の構造と電気的性質
6. 外部電気回路接続した圧電性高分子の粘弾性特性と音響特性
7. 板・膜振動型吸音材料の吸音機構の解明と設計指針の確立

|                                              | PLLA/PMMA |       |       |
|----------------------------------------------|-----------|-------|-------|
|                                              | 100/0     | 80/20 | 50/50 |
| amorphous                                    |           |       |       |
| cold-crystallization                         |           |       |       |
| CO <sub>2</sub> treatment                    |           |       |       |
| re-annealing after CO <sub>2</sub> treatment |           |       |       |

PLLA および PLLA/PMMA フィルムの透明性  
(非晶フィルム, 熱処理フィルム, 高圧CO<sub>2</sub>処理フィルム)



導電性マイクロセルラーコンポジット



板振動型吸音材料の吸音率と振動変位の周波数依存性

# 就職状況

有機材料工学科の卒業生の多くが有機・高分子物質専攻および物質科学専攻の修士課程に進学しており、すずかけ台や他大学院への進学者も合わせると、ほとんどの学生が修士課程に進学しています。就職は、繊維、ゴム、プラスチックなどの合成高分子を中心とする素材関連分野から、エレクトロニクス、自動車、機械、情報など幅広い分野に及んでいます。また、国・公・私立大学、公設試験研究機関、官庁にも多くの人材を送り込んでいます。

近年、当学科（専攻）において求人・就職の実績のあった企業のいくつかを以下に示します。

| 分 野               | 企 業 名                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 化学・ゴム・プラスチック      | 三菱化学、住友化学、三井化学、積水化学工業、旭化成、日立化成工業、三菱ガス化学、昭和電工、ポリプラスチックス、興国インテック、ブリヂストン、横浜ゴム、花王、旭硝子、カネカ、三菱樹脂、東洋ゴム工業、ＪＳＲ、住友ゴム、ＪＸ日鉱日石エネルギー、住友ベークライト、大日本印刷、凸版印刷、日本ゼオン、ＤＩＣ、東洋インキ、信越化学工業、リンテック、クレハ、デュポン、電気化学工業、ＪＦＥケミカル、ライオン、東洋製罐 |
| 織 維 関 連           | 東レ、クラレ、帝人、東洋紡績、三菱レイヨン、ユニチカ、王子ホールディングス                                                                                                                                                                     |
| 金属・セラミックス関連       | 日本軽合金、新日鉄ソリューションズ、ＩＮＡＸ（ＬＩＸＩＬ）、ＴＯＴＯ、ＹＫＫ                                                                                                                                                                    |
| 自 動 車 関 連         | トヨタ自動車、日産車体、本田技研工業、マブチモーター、ヤマハ発動機、日本発条、豊田自動織機、日野自動車、スズキ                                                                                                                                                   |
| エレクトロニクス関連        | パナソニック、三菱電機、シャープ、ＬＧ、キヤノン、ローム、ＴＤＫ、ポリマテック、日立製作所、ソニー、フジクラ、東芝、住友電気工業、日本電気、サムスン、日立電線、東京応化工業、ＮＯＫ、日立ハイテクノロジー                                                                                                     |
| 光 学 ・ 情 報 通 信 関 連 | 富士フイルム、リコー、富士ゼロックス、ニコン、コニカミノルタホールディングス、ジャパンディスプレイ<br>ＪＳＲ、ＮＴＴファシリティーズ                                                                                                                                      |
| エ ネ ル ギ ー 関 連     | 東京ガス、ＪＸエンジニアリング                                                                                                                                                                                           |
| 食 品 医 療 ・ そ の 他   | 京都大学、九州大学、東京理科大学、大阪大学、近畿大学、神奈川大学、お茶の水女子大学、米国コーネル大学、ＪＴ、三井物産、日揮、ＳＲＩスポーツ、東日本旅客鉄道、野村総合研究所、静岡県教員、特許庁、（独）宇宙航空研究開発機構、（独）産業技術総合研究所、（独）物質・材料研究機構                                                                   |



---

東京工業大学 工学部 有機材料工学科

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 南 8 号館  
<http://www.op.titech.ac.jp/op/index.html>

[ 2014.4.1 ]