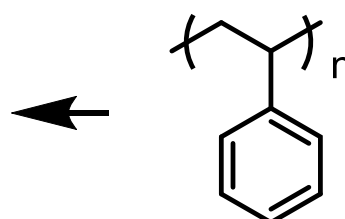
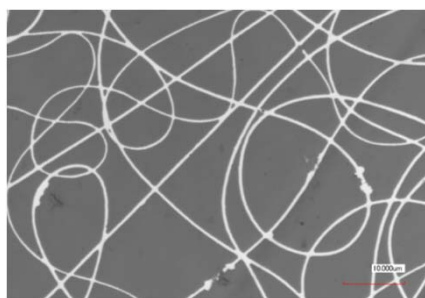


東京工業大学 物質理工学院

応用化学系（高分子科学）

Department of Chemical Science & Engineering
Tokyo Institute of Technology





物質理工学院・応用化学系のヴィジョン

物質理工学院・応用化学系では、化学の知識や最新技術を応用して「人類の夢を実現する化学」を探究し、無限の未来を創造します。

化学は物質変換の原理を解き明かし、未知の化合物を合成するとともに、物性発現の仕組みを解明する学問です。応用化学系では、物質の基礎的性質や反応性を原子・分子レベルで深く理解しつつ、最高度の化学技術システムの修得を目指します。応用化学系では、学習・教育の目標を、豊かな人間社会の持続的発展に必要な「革新的化学技術」を自ら開拓できる人材の育成と定め、未来の社会と環境の構築に積極的に関与する科学技術者及び研究者の育成を行うとともに、技術革新に果敢に挑戦して新たな産業と文明を拓く高度職業人の養成を目指しています。



系主任からのメッセージ

私たちの生活は、衣類やプラスチック、パソコン、医薬品からガソリンや灯油などの燃料まで、様々な化学物質や化学製品に囲まれています。豊かな社会を維持し、さらに発展させるためには、これらの機能性材料や有用化学物質を、地球環境に配慮しつつ合理的に生産する必要があります。応用化学系では、原子・分子レベルから化学工業プロセス、さらには地球環境まで、様々なスケールで進行する化学現象を広く深く理解することが研究と教育の目標です。私たち教員は、それぞれの最先端の研究と教育を通して、より良い社会の実現に資する化学者・技術者の育成を目指します。



このパンフレットについて

このパンフレットは、物質理工学院・応用化学系の教員と研究内容等を4つの分冊に分けて紹介しているうちの1分冊で、高分子科学分野で主な研究室活動を行う教員の紹介を行っています。

応用化学系 高分子科学分野 研究室主宰教員リスト

指導教員		研究分野	主担当コース
教授	安藤 慎治	機能性高分子の構造と物性, 高分子固体の分光学	応用化学コース
教授	石曾根 隆	新規高分子の精密合成, 機能性高分子, 有機合成	応用化学コース
教授	大塚 英幸	高分子反応, 機能性高分子材料設計, 高分子合成	応用化学コース
教授	佐藤 浩太郎	高分子合成、新規精密重合開発、植物由来モノマーの重合	エネルギーコース ※1
教授	芹澤 武	生体高分子の特性解明, 生体機能模倣材料	応用化学コース
教授	中嶋 健	高分子物性, 高分子物理, 高分子ナノテクノロジー	応用化学コース
准教授	小西 玄一	高分子合成(機能性高分子), 光化学, バイオイメーjing	応用化学コース
准教授	斎藤 礼子	高分子合成(複合材料), 高分子反応, エネルギー材料設計	エネルギーコース ※1
准教授	戸木田 雅利	高分子の構造とダイナミクス, 高分子液晶	応用化学コース
准教授	古屋 秀峰	高分子の構造と物性, 高分子シミュレーション	応用化学コース

※1 副担当: 応用化学系応用化学コース



安藤研究室は・・・

主鎖に多数のベンゼン環を含む芳香族ポリマーは、高い耐熱性と優れた機械特性、興味深い電子的機能を有しており、ポリイミドがその代表格です。また、含フッ素高分子には特異な構造や物性を示すものが数多く知られています。

安藤研究室では、これらの機能がどのような構造、またどのようなメカニズムで発現するのかを新しい分光法や計算化学などの分析方法を使って解析し、その知見をもとに高耐熱性と熱・電子・光機能性をあわせ持った社会の発展に役立つ新しい高分子材料の設計指針を提案し、実証することを目指しています。



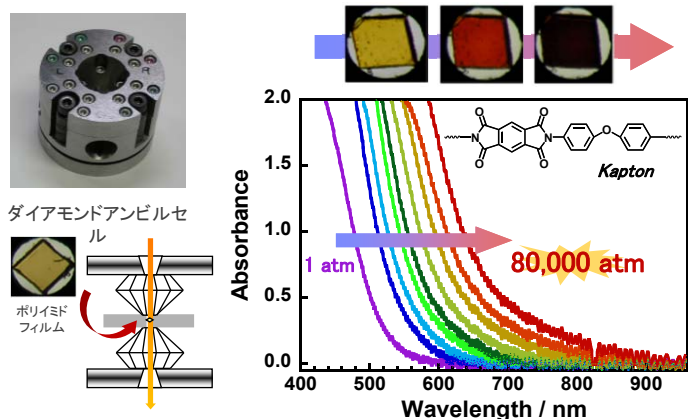
安藤 慎治 教授



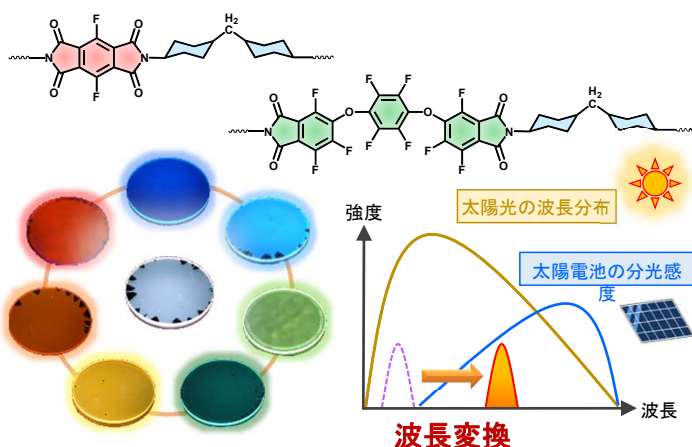
研究テーマ

新しい高分子分光法の開発と芳香族・含フッ素ポリマーの高機能化

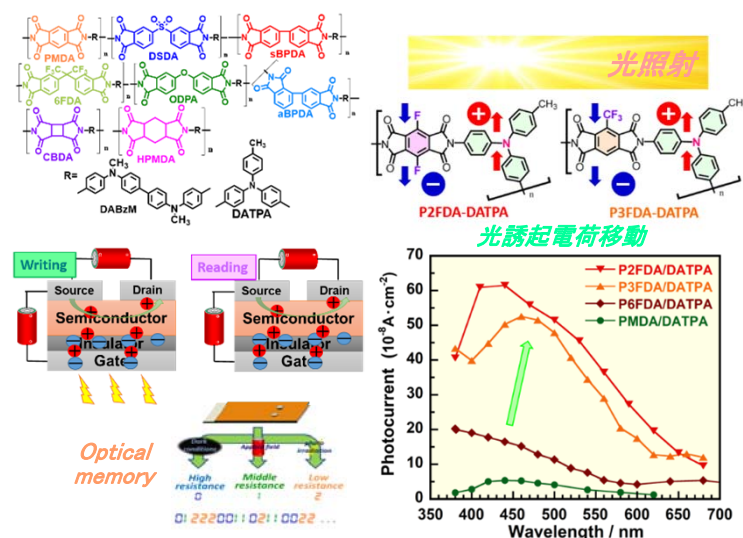
超高压下での光学測定と凝集状態制御



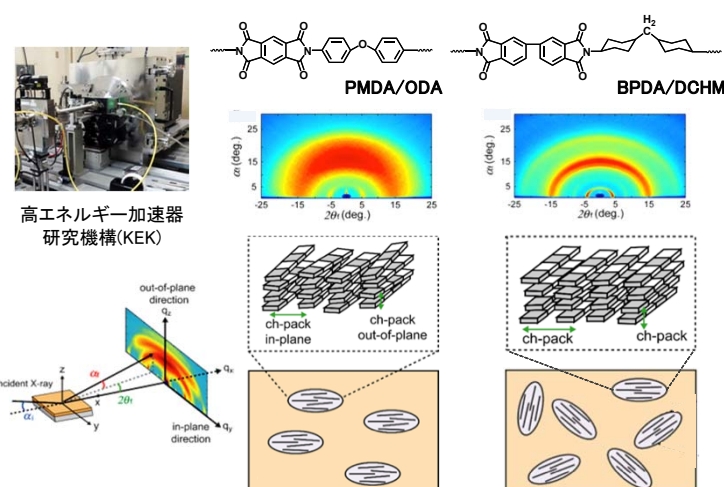
太陽光スペクトルを変換する蛍光性ポリイミド



高電荷移動ポリイミド：光電流性と光トランジスタ



広角X線回折測定による秩序構造解析



連絡先

教員居室：大岡山キャンパス 東2号館 302 内線：2137
 メール：sando@polymer.titech.ac.jp
 研究室URL：http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/sando/index.htm



スタッフ

石毛 亮平 助教



石曽根研究室は・・・

新しいモノマーから新しいポリマーを合成することをモットーに研究を進めている研究室です。新しいモノマーの中には、分子構造から想像できない不思議な反応性を示す分子もあります。そうしたモノマーの特徴ある反応性を利用して、魅力ある構造や性質を持つ新しい高分子を設計し、合成していくことが、私たちの研究室の研究目的です。必要とされる知識、技術は、有機化学、高分子化学、ガラス細工（初心者でも問題ありません。工大祭でガラス細工のお店を出せるくらいに上達します）などです。

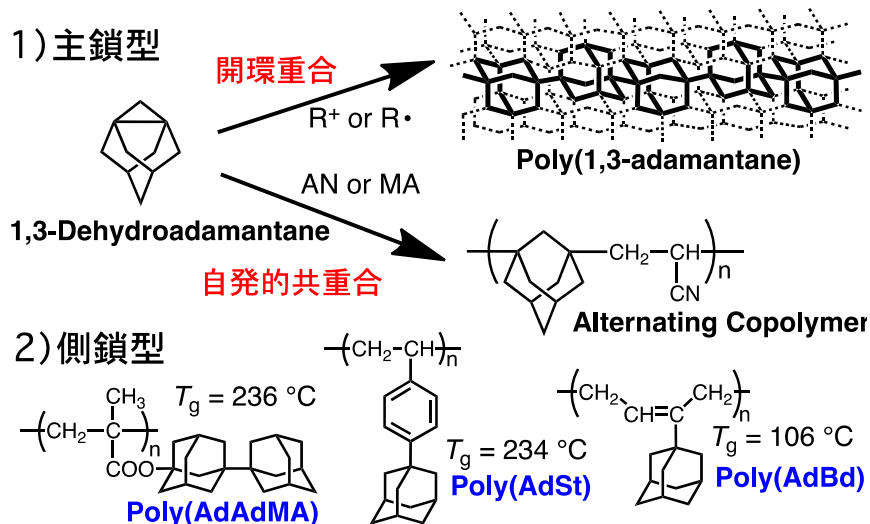


石曽根 隆 教授

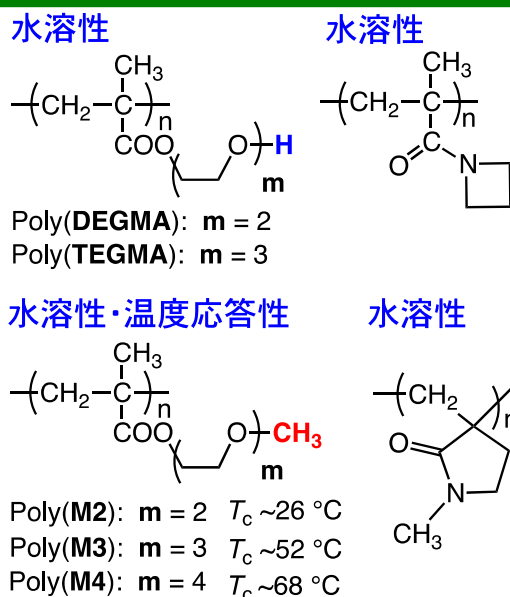


研究テーマ

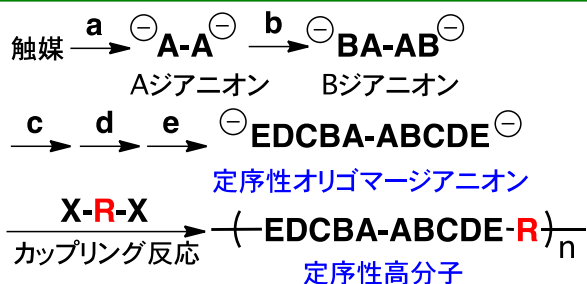
アダマンタン骨格を有する新規高分子の合成



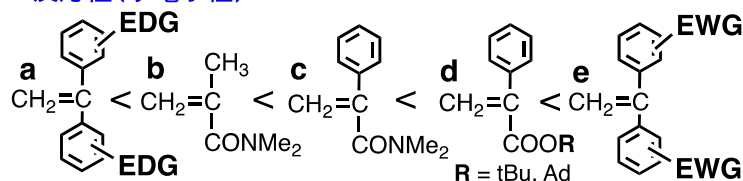
リビングアニオン重合による水溶性・感温性高分子の合成



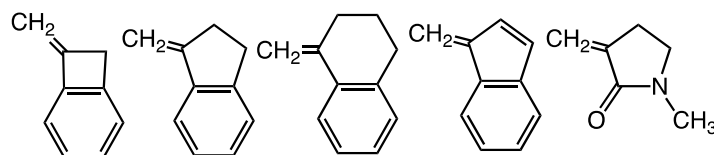
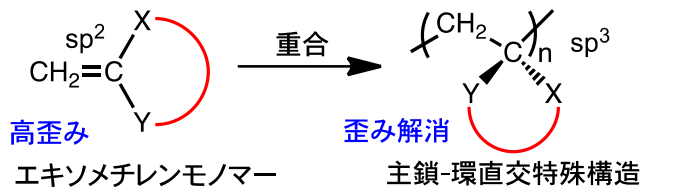
リビングアニオン付加反応による定序性高分子の合成



反応性(求電子性)



エキソメチレン基を有するモノマー類のリビングアニオン重合



連絡先

教員居室：大岡山キャンパス 南1号館 508 内線：2138
 メール：tishizon@polymer.titech.ac.jp
 研究室URL：http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/ishizone/top.html



スタッフ

後関 頼太 助教



大塚研究室は・・・

「高分子反応」の研究をしています。「高分子反応」とは高分子を出発原料とした反応のことで、高分子のさまざまな場所(反応点)で化学反応を行うことができ、工業的にも幅広い応用に繋がっています。私達の研究室では、有機化学的なアプローチで新しい高分子反応の開発を行っています。さらに、高分子反応の概念を進化させて、高分子鎖トポロジーの変換、自ら傷をなおす自己修復性ポリマー、力学的な刺激に応答する力学応答性ポリマーなど、次世代型の反応性高分子を開発しています。



大塚 英幸 教授



研究テーマ

反応性高分子の開発

新しい反応性高分子の開発を行っています。特に、平衡系の共有結合を利用した「動的共有結合化学」に基づく反応系の開発を、有機化学や高分子化学をもとに推進しています。結合の組み換え反応を利用して、様々なトポロジーをもつ機能性高分子を開発しています。

自己修復性高分子の開発

高分子材料の長寿命化や安心・安全への貢献を目指して、動的共有結合を駆使した自己修復性高分子の開発を行っています。また、自己修復性の分子骨格を利用して、革新的な接着技術の開発も推進しています。

力学応答性高分子の開発

力学的エネルギーを化学的なエネルギーへと変換する科学分野は、「メカノケミストリー」と呼ばれ、近年注目を集めています。本研究室では、力学的な刺激により駆動する高分子反応の開発を行っています。特に力学的刺激が色彩変化に繋がる系は、メカノクロミズムと呼ばれ、ストレスの可視化や、高分子材料破壊のメカニズム解明などに有用であり、学術的にも極めて重要です。

最近の論文

Angew. Chem. Int. Ed., **56**, 2016 (2017).

Nat. Commun., **9**, 3504 (2018).

J. Am. Chem. Soc., **141**, 1989 (2019).

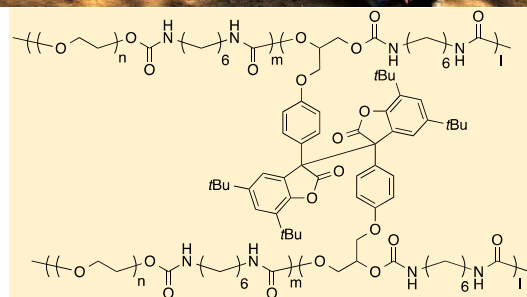
Angew. Chem. Int. Ed., **59**, (2020), doi: 10.1002/anie.201913430

Angew. Chem. Int. Ed., **59**, (2020), doi: 10.1002/anie.201910722

JST-さきがけ、JST-CREST、科研費、未来社会創造事業など
2013年以降、約60件(学生達の受賞多数)

プロジェクト

受賞



連絡先

教員居室 : 大岡山キャンパス 南1号館 502 内線 : 2131

メール : otsuka@polymer.titech.ac.jp

研究室URL : <http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/otsuka/index.html>



スタッフ

青木 大輔 助教

(JST-さきがけ研究者・兼任)



佐藤研究室は・・・

2019年4月に発足した新しい研究室です。これまでにない新しい重合反応系の開発を中心に高分子合成の研究を進めます。とくに、精密重合と呼ばれる構造が明確に制御された高分子を作り出す手法を、全く新しい有機反応のアプローチで開発していくことを目標にしています。また、そのような重合手法を天然から得られる植物由来モノマーの重合に適用して革新的な機能性高分子環境材料の創出にも力を入れています。基礎学力や論理的思考なども重要ですが、「化学の実験が好きであること」が最も求められます。



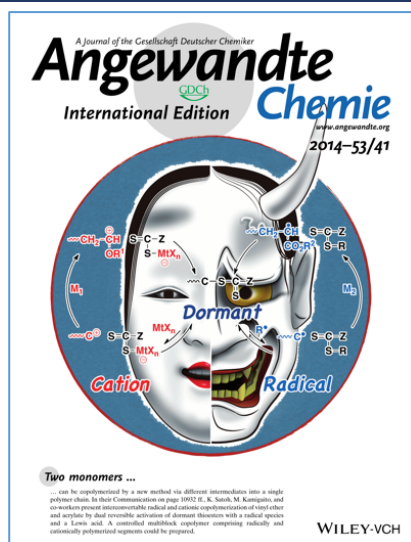
佐藤 浩太郎 教授



研究テーマ

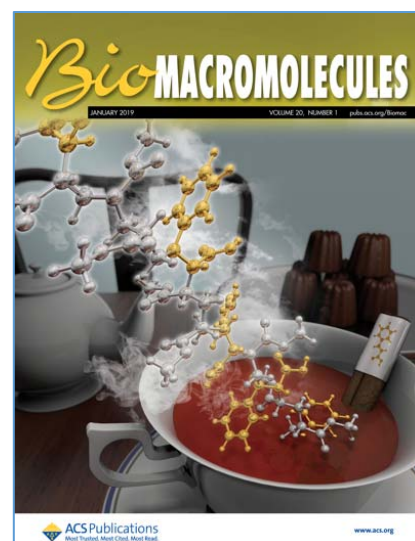
新しい精密重合反応系の開発

新しいの重合反応の開発を行います。とくに、従来の活性種(ラジカル、カチオン、アニオンなど)や反応機構(連鎖重合、逐次重合など)の枠組みを超え、様々な重合手法を組み合わせた未知なる反応の開発に取り組みます。これにより、これまで作ることができなかった全く新しい高分子材料を創り出せると期待できます。



植物由来モノマーの精密重合

持続可能な社会形成という観点から、再生可能な植物由来資源の有効利用が重要視されてきています。我々は、植物由来のさまざまな物質を化学反応により重合可能なモノマーへと変換するとともに、従来の精密重合の知見を活かして新しい機能性高分子環境材料の創出を目指します。



プロジェクト

科学研究費補助金、JST未来社会創造事業、JST CREST、など

受賞

文部科学大臣表彰若手科学者賞、高分子学会旭化成賞、高分子学会Wiley賞、など



連絡先

教員居室 : 大岡山キャンパス 本館391B 内線 : 2162
 メール : satoh@cap.mac.titech.ac.jp
 研究室URL : <http://www.satoh-cap.mac.titech.ac.jp>



スタッフ

久保 智弘 助教



芹澤研究室は・・・

バイオを発想の源として新たな機能性高分子を創製することを目指し、天然あるいは生体由来の分子あるいは高分子（ペプチド、タンパク質、多糖、ウイルスなど）がもつ秘めた機能や特性を発掘するとともに、材料応用する研究を行っています。高分子科学を基盤とし、最新のバイオテクノロジーなどを駆使しながら、新たなサイエンスとテクノロジーの開拓にチャレンジしています。斬新かつ独創的な発想をもとに医療・環境・エネルギー・製造分野などに貢献できればと思っています。以下に最近の研究テーマの一部を示します。詳細は研究室のホームページをご覧ください。



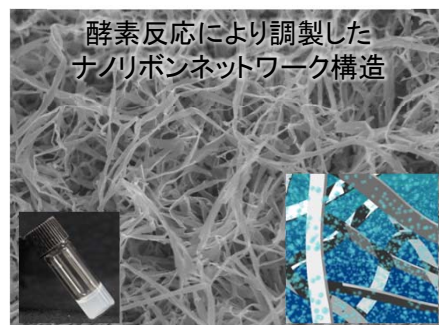
芹澤 武 教授



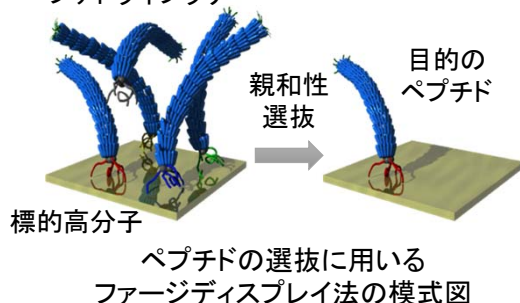
研究テーマ

セルロースナノ構造体の酵素合成と機能

天然のセルロースは、それらの結晶性繊維が階層的な高次構造を形成し、細胞壁などに力学強度を与えています。最近、化学的安定性、力学強度、軽量性、生体適合性などから、ナノファイバー状あるいはウィスカー状のセルロースが盛んに研究されています。我々は、試験管内における酵素反応を利用して、天然には存在しないユニークなナノ構造や機能を有するセルロース構造体を人工的に創り出し、材料応用する研究に取り組んでいます。



ペプチドライブラリー



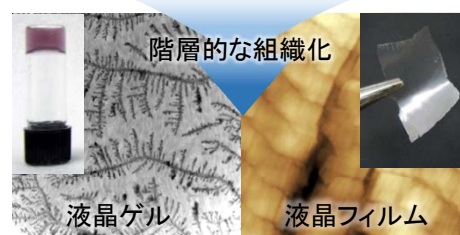
高分子結合性ペプチドの探索と機能

生体中では分子が互いの化学構造を見分け、非共有結合を介して特異的に相互作用することで精緻な生命活動を維持しています。このような相互作用を人工物の世界で利用できれば、新たな材料の創製が期待できます。我々は、ファージ（ウイルスの一種）を使って調製されたペプチドライブラリーから望みのペプチドを選抜する手法により、合成高分子に強固かつ特異的に結合するペプチドを見つけ出し、材料応用する研究に取り組んでいます。

繊維状ウイルスの組織化と機能

天然に存在するウイルスは、タンパク質や核酸といった生体高分子が規則的に集合化した他には見られない特殊な構造をもちます。中でも、繊維状ウイルスの一種であるファージは、液晶形成するほど規則的に配向し、階層的に組織化します。我々は、遺伝子工学を駆使しながらファージを自在に機能化し、液晶形成を利用しながら構造を制御することにより、ウイルスそのものを様々なソフトマテリアルの素材として応用する研究に取り組んでいます。

遺伝子工学処理した機能性ウイルス



連絡先

教員居室：大岡山キャンパス 本館 390 内線：2128
メール：serizawa@polymer.titech.ac.jp
研究室URL：http://www.serizawa.polymer.titech.ac.jp/



スタッフ

澤田 敏樹 助教



中嶋研究室は・・・

高分子ナノメカニクス、つまり高分子の構造と物性をナノスケールで調べることで、マクロな物性に繋げるような研究を進めています。教科書にかかれていることを鵜呑みにしない、そんな姿勢を大事にしています。

現在いくつかの国プロ(JST CREST, JST未来社会創造)に参画しています。海外研究機関や企業との共同研究も積極的に行っています。



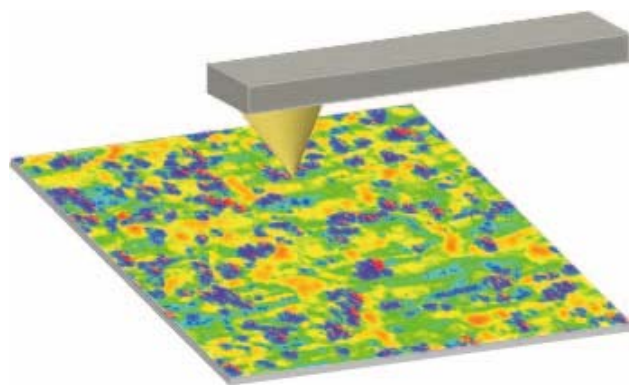
中嶋 健 教授



研究テーマ

1. ナノ触診原子間力顕微鏡による高分子ナノ力学物性評価

ナノテクツールの代表格である原子間力顕微鏡をさらに改良し、高分子材料の弾性率などのナノスケールマッピングを可能にする装置を開発しました。この手法でさまざまな材料を調べています。

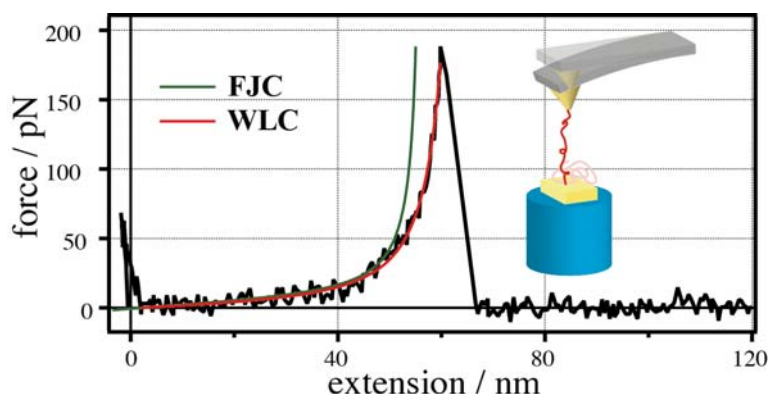


タイヤ材料であるカーボンブラックを充填したゴムを伸長し、応力分布を調べている例です。画像のように応力の分布は大変不均一で、このような様子が確認できる唯一の手法がナノ触診原子間力顕微鏡です。

2. ナノフィッシングによる高分子一本鎖の伸長実験

原子間力顕微鏡の探針で高分子一本鎖の末端を釣り上げ、力学計測をできるツールを開発しています。教科書で学んだエントロピー弾性を体感できるツールです。最近では弾性情報だけでなく、溶媒との摩擦に起因する粘性情報を引き出せるようになっています。

PNIPAM一本鎖のナノフィッシングの結果です。自由連結鎖(FJC)モデルでは実験を再現できません。みみず鎖(WLC)モデルが適当です。一本鎖の個性あふれる姿に魅了されてみませんか？



最新の研究成果はResearcherIDで公開しています。
(<http://www.researcherid.com/rid/A-7875-2010>)



連絡先

教員居室 : 大岡山キャンパス 本館 268 内線 : 2939
メール : nakajima.k.aa@m.titech.ac.jp
研究室URL : <http://nanomech.polymer.titech.ac.jp>



スタッフ

梁 曉斌 助教



小西研究室は・・・

小西研究室では **光** をキーワードに新しい芳香族系高分子、光機能分子、液晶分子の設計と合成、そしてその機能化 (**光をつくる**、**操る**、**エネルギー変換する**) を行っています。旧・高分子工学科のアイデンティティーである **構造物性** のセンスを培うことを常に意識しながら、面白いものをつくります。斬新かつ挑戦的なテーマ設定を心がけており、JSTさがしかけプログラムをはじめ、多数の注目プロジェクトを推進してきました。「研究は好奇心とひらめきから生まれる」とは、故・田伏岩夫先生の言葉ですが、研究テーマは学生と教員の熱いディスカッションを通して、日々刻々と変わっていきます。



小西 玄一 准教授



研究テーマ

■ 小西准教授のバックグラウンド

高分子合成、有機合成、光化学、電子移動、光学、液晶、有機金属化学、構造有機化学、生理学、薬理学

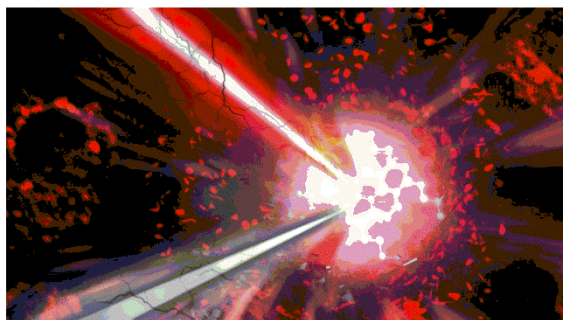
■ 最近の研究テーマ

- (1) 刺激に応答して蛍光を発する共役系高分子および高分子組織体の構築
- (2) 量子化学計算、インフォマティクスとのインタープレイによる環境応答性の蛍光色素の分子設計
- (3) 蛍光色素を用いたバイオイメージングと創薬

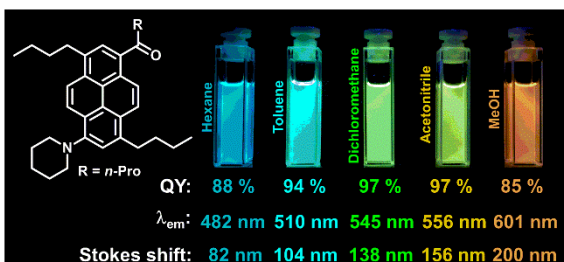
■ 最近の代表的論文

- (1) *Macromolecules* **50**, 3544 (2017) トリハロメタンを選択的に検出する光機能性高分子ゲル
- (2) *J. Am. Chem. Soc.* **138**, 8194 (2016) 新しい凝集誘起発光色素の発見と発光メカニズムの解明
- (3) *Sci. Rep.* **6**, 18870 (2016) シグナル伝達を担う脂質内の糖類の分布の可視化 (国際共同研究)
- (4) *J. Mater. Chem. B* **3**, 184 (2015) 生体深部を非侵襲で観察できる超高性能・二光子励起色素
- (5) *Adv. Mater.* **22**, 4473 (2010) 有機液晶レーザーの低閾値発振を実現

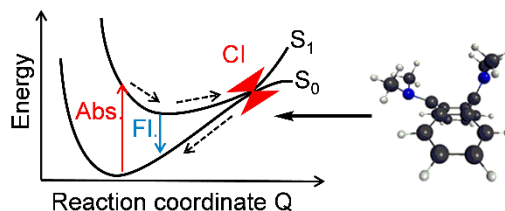
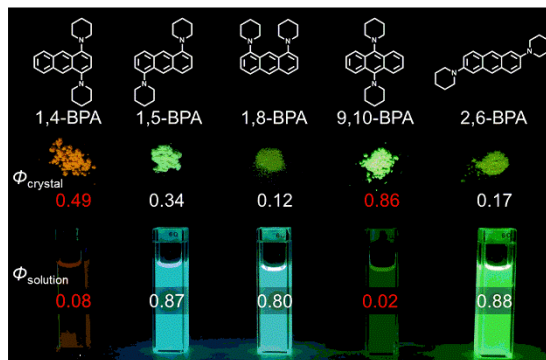
■ 最近の研究から



多光子励起色素によるミトコンドリアのイメージング 論文4



高安定性・ソルバトクロミック色素 論文3



新規な凝集誘起発光色素と発光メカニズム解析 論文1



連絡先

教員居室 : 大岡山キャンパス 本館 261 内線 : 2321

メール : konishi.g.aa@m.titech.ac.jp

研究室URL : <http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/konishi/index.html>



斎藤研究室は・・・

高分子単独の構造や自己凝集構造に着目し、その構造を鋳型として、新たな高分子合成方法を確立すること、および、高機能材料の開発を目的とし研究しています。鋳型とする構造は高分子鎖一本の場合もあれば、自己凝集構造である場合もあります。これらの構造を基に、従来の方法では合成の難しい高分子を設計し、実際に合成しています。また、有機高分子のみならず、有機高分子の自己凝集構造を鋳型として有機-無機、シリカー金属型の高機能性ナノ複合材料の開発も行っています。

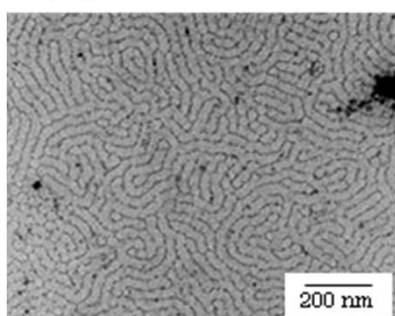
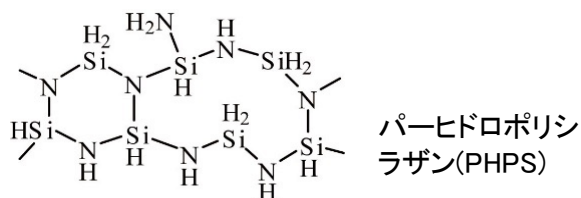


斎藤 礼子 准教授



研究テーマ

1) パーヒドロポリシラザンを用いた、有機・無機複合体の開発



有機-シリカナノ複合体の電子顕微鏡写真

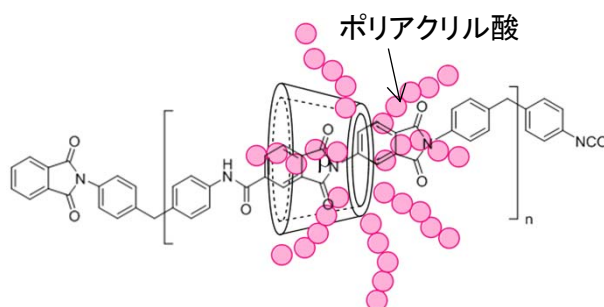
シリカやチッカケイ素の原料であるパーヒドロポリシラザン(PHPS)を元素ブロックとして、有機高分子と複合することで、新しい有機-シリカナノ複合体を開発しています。

具体的には有機-無機の精密なナノ構造を発現する新たなブロック共重合体の開発や、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂との複合化の反応と機能性発現のメカニズムの解明を目指し、高硬度・高透明性・高耐熱性・水蒸気バリア性の改善に成功しています。

2) 鋳型重合による特殊構造ポリマーの設計とエネルギー材料への応用

種々の形の高分子や低分子を鋳型として使い、ビニル基の空間配列を精密に制御することで、重合時のビニル基の反応の解明を目的とし、新規なはしご型高分子の合成に成功しています。

電池材料としても注目されているポリアクリル酸について、構造を精密に制御し、種々の特殊構造を有するポリアクリル酸の合成に成功し、その構造とリチウムイオン電池のためのエネルギー材料としての機能との関係を研究しています。



新規に開発した超分子構造を有するポリアクリル酸誘導体例



連絡先

教員居室 : 大岡山キャンパス 東2号館 208 内線 : 2937

メール : rsaito@polymer.titech.ac.jp

研究室URL : <http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/saito/index.html>



戸木田研究室は・・・

ソフトマテリアル(高分子・液晶)の構造を制御し、分子レベルのミクロな現象や物性をマクロな機能・物性発現に結びつける研究に取り組めます。扱う分子は液晶高分子、ブロック共重合体、二量体や低分子の液晶と様々です。自分が扱う分子を設計・合成し、その構造と物性を計測して知る醍醐味を味わうことを大切にしています。

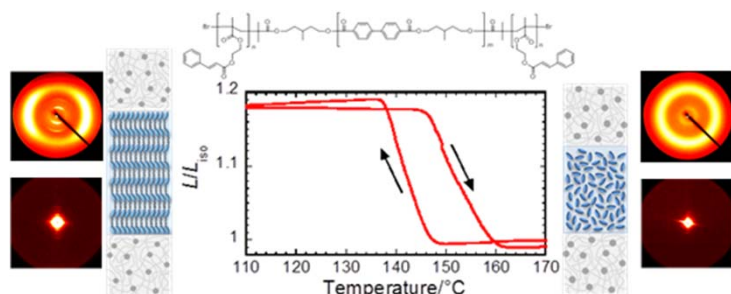


戸木田 雅利 准教授



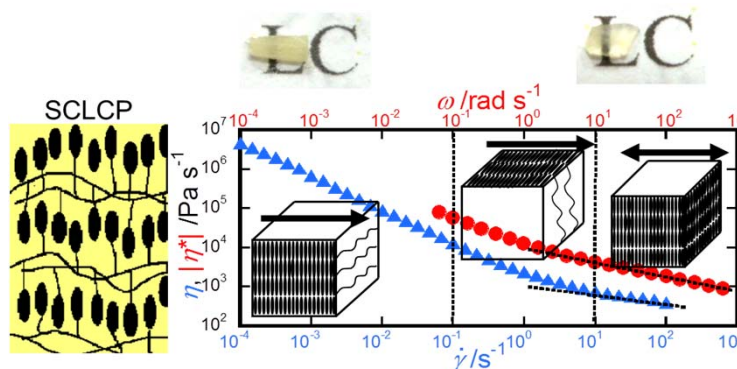
研究テーマ

1. 高分子鎖の形態変化を目に見える変形に



液晶状態で液晶配向方向に伸び、液体状態で糸まり状になる～この高分子の形態変化をマクロな変形として取り出せないか？適切な分子を探し続け、液晶高分子の両端に非晶ポリマーを連結したブロック共重合体に出会いました。この共重合体はラメラ状ミクロ相分離構造を形成します。ラメラの中で液晶鎖はラメラに垂直な方向に伸びきっています。液晶が液体に転移すると液晶鎖は糸まり状になり、ラメラ間隔は小さくなります。それに伴って、非晶鎖を架橋したブロック共重合体のフィルムは縮まります。降温して液体が液晶に相転移するとフィルムの長さは回復します。もっと大きく伸縮する系、より簡単に調製できる系を求めて研究を進めています。

2. 液晶をきれいに並べて透明に



液晶の物性を正確に計測したり活用したりするには、大きなサイズで液晶が一方向に向いた(配向した)試料が必要です。ディスプレイ材料に使う低分子液晶はガラス表面にある高分子膜で配向させています。粘度の高い高分子はそうはいきません。私たちはせん断流動で配向試料を作ろうと考えました。やってみると、液晶はせん断速度で配向方向を変化させたり、フィルムが透明になるほどに高度に配向したりすることを見つけました。また、レオロジー挙動(左図は粘度)と配向のせん断速度(周波数)依存性とは関係があることが分かってきました。その解明を続けながら、見事に配向して透明になった試料の物性測定にも取り組んでいます。

3. 新規液晶分子の合成と構造解析



新規液晶分子を探し求めて、設計した分子を合成し、その相転移挙動と液晶構造を調べています。たとえば、すべての主鎖炭素原子が側鎖を持つポリメチレンが形成する液晶には、①ポリメチレン主鎖はらせんコンホメーションをとり、棒状になる ②主鎖は矩形格子を形成し、その中で側鎖メソゲンが層状に凝集しスメクチック構造を形成する ③層内のメソゲンの充填は主鎖らせん構造と相関する という3つの特徴があることが分かってきました。最新のX線回折装置を使い、繊維試料のみならず薄膜試料での構造解析や液晶配向の解明にも取り組んでいます。



連絡先

教員居室：大岡山キャンパス 本館 269 内線：2834

メール：tokita.m.aa@m.titech.ac.jp

研究室URL：http://www.tokita-cap.mac.titech.ac.jp



古屋研究室は・・・

スマートな高分子の構造と物性を分子の立場にたって研究しています。
高分子化合物は、繰り返し単位の構造とその組み合わせの多様性から、無限の可能性を持っています。高分子鎖の興味深い性質は、分子鎖一本の性質と分子が集合するときに現れる性質の観点から説明されます。

NMRやIRなどの分光学的測定とコンピュータを用いた分子シミュレーションにより、高分子鎖の溶液、液晶、及び固体配向状態における構造と物性について、分子論的に解釈しようと努力しています。

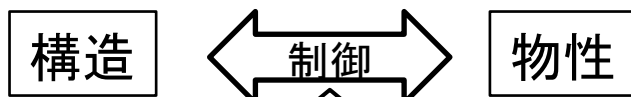
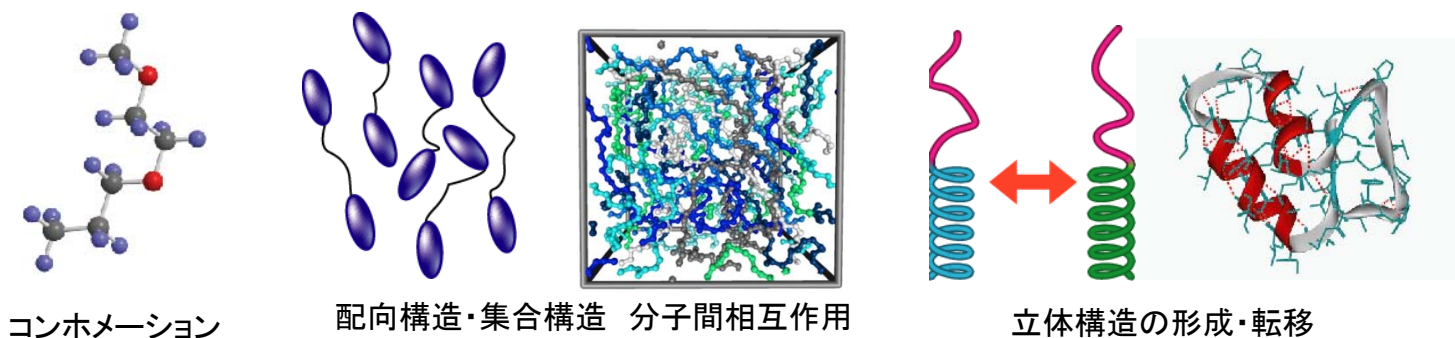


古屋 秀峰 准教授



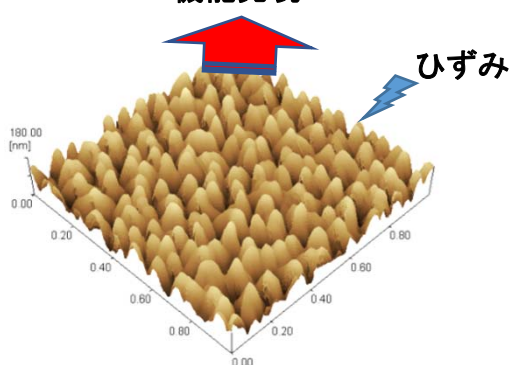
研究テーマ

1. らせん反転を起こすグラフト化ポリペプチド薄膜の配向構造制御と機能特性
2. 分子シミュレーションによる高分子物質のダイナミクスと構造特性
3. ペプチドハイブリッドゲルの構造制御と機能創製



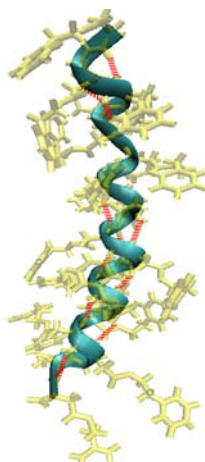
分光学的測定・分子シミュレーション

機能発現

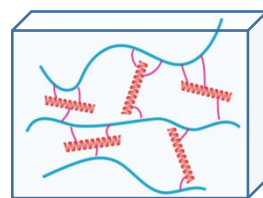


垂直配向薄膜(AFM画像)

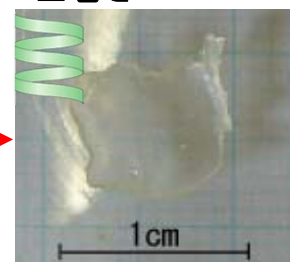
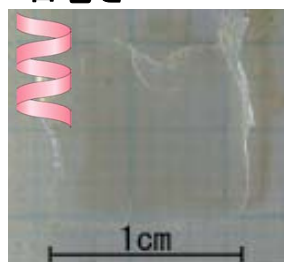
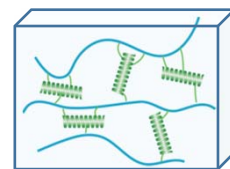
らせん反転途中の構造



ペプチドハイブリッドゲル



収縮

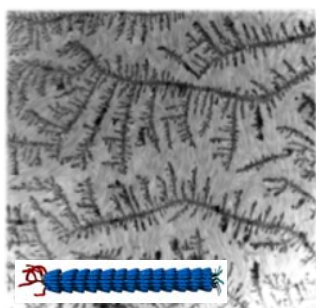
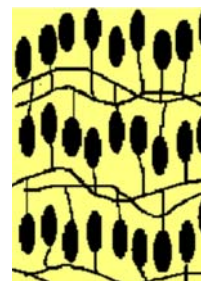
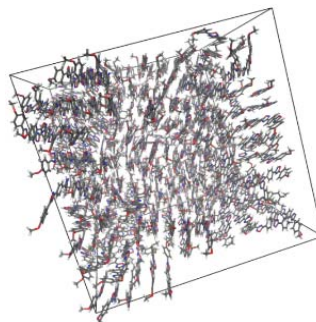
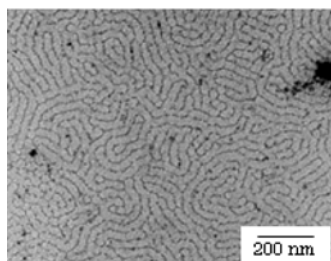


連絡先

教員居室 : 大岡山キャンパス 南1号館 516 内線 : 2806

メール : furuya@cap.mac.titech.ac.jp

研究室URL : <http://www.furuya-cap.mac.titech.ac.jp>



Polymer Science

