



篠原健一 准教授

合成高分子鎖一本の高次構造と物性およびその動態を、1分子イメージングによって解明し、分子マシンとしての機能を探索する研究を行っています。

#### 使用装置

高分子合成装置 / 核磁気共鳴分光光度計 (NMR) / 走査型トンネル顕微鏡 (STM) / 走査型電子顕微鏡 (SEM) / 原子間力顕微鏡 (AFM) / 全反射型近接場蛍光顕微鏡 (TIRFM)

#### キーワード

1分子イメージング /  $\pi$ 共役高分子 / 超分子 / 有機合成 / 1分子顕微鏡開発

#### 篠原研究室

TEL 0761-51-1601

FAX 0761-51-1601

E-mail: shinoken@jaist.ac.jp  
http://www.jaist.ac.jp/ms/labs/shinohara/

合成高分子のしなやかな構造と機能を  
1分子イメージングによって解明し、  
高分子の本質をより深く理解したい。  
これが、私の研究のモチベーションです。

#### 応用の可能性

- 合成高分子鎖一本の構造イメージングに関する共同研究・技術支援
- 新規高分子の合成に関する共同研究・技術支援

#### 研究室の概要

## — 新しい機能性高分子の合成と 1分子イメージングによって 分子マシンの創製を目指す

篠原研究室は、世界で初めて合成高分子(ポリマー)の鎖一本が形成する高次構造を、走査型トンネル顕微鏡 (STM) でイメージングすることに成功しました。ポリマー1分子の観測が進み、分子レベルでは、生物のようなしなやかな動きがあることがわかりました。

現在、生物学の最先端では、生体高分子であるタンパク質の機能発現の機構や動作原理が明らかになりつつあります。この概念を合成高分子の設計に適用すれば、生体高分子に匹敵する刺激や負荷などの環境変化に柔軟に対応して特性を自在に制御できる“しなやかな”合成高分子を創製できると考えています。

また、光と熱をエネルギー源とする1分子デバイスは、無尽蔵のクリーンエネルギーである太陽からのエネルギーを利用します。篠原研究室が行っている合成高分子の研究は、世界共通の危機である「エネルギー・環境問題」の解決に大きく貢献する可能性があります。

#### 研究テーマ

### Theme 1. 高分子鎖一本を観測するための 技術支援やノウハウの提供

合成高分子(ポリマー)は、非常に優れた特性を持つ有用な物質であり、我々が文明を維持するために無くてはならない材料です。しかしながら、ポリマーは一般にその構造が多様で非常に複雑であるために、構造と機能の相関関係を分子レベルで議論することが難しいのです。すなわち、「ポリマーのどのような構造が、如何なる機能を発揮しているのか?」という本質的な問いに対して、多数分子の平均値を議論する従来の研究手法を踏襲する以上、明確に分子レベルで答えることは難しいという問題があります。これが原因となり、より優れた機能を有する高分子を創製しようと試みる際に、どのような分子設計を行えば良いのかが不明確である、という大きな障壁が機能性高分子の構造設計において立ちはだかっています。そこで篠原研究室では、高分子鎖一本の構造と機能の実時間・実空間同時観測系が確立されれば、推論や仮定なしに、最も明確に分子構造と機能との関係を直接議論できるのではないかと考えました。

篠原研究室は、**ポリマー1分子の直接観測**で世界に先駆けた研究に挑戦し続けています。例えば、合成高分子鎖一本のらせん構造が形成する高次構造の解明を世界で初めて走査型トンネル顕微鏡 (STM) 観測で達成し、米国サイエンス誌の依頼を受け成果の一部が掲載されたなど幾つもの成果を挙げています。その他の成果としては、液中

でゆらく $\pi$ 共役ポリマーの1分子蛍光イメージングと1分子蛍光スペクトルの観測に成功しています。さらに、原子間力顕微鏡(高速AFM)による $\pi$ 共役高分子鎖一本のイメージングに成功し、ポリマー1分子の運動を直接観測して、これが熱ゆらぎに基づいたブラウン運動であることを詳細な解析から証明しました。また、超分子 $\pi$ 共役ポリマーの分子鎖同士が連結した特異構造と新しい発光現象の発見を報告した論文で高分子科学の国際学術誌の表紙を飾っています。

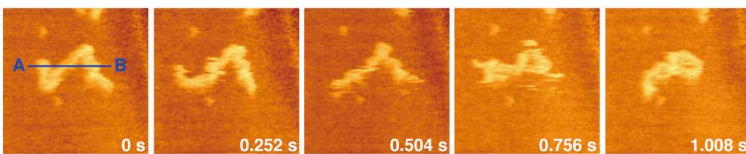
篠原研究室は、上記の研究で培った高分子合成、1分子蛍光検出、走査型プローブ顕微鏡(SPM)イメージング、AFM-蛍光同時観測、高速AFMイメージングの技術を総動員して高分子の本質の解明を進めています。これらの1分子イメージング技術を研究開発に役立てたいと考えている企業との共同研究や技術支援を希望しています。

## Theme 2. 新しい機能を有する 高分子合成の共同研究

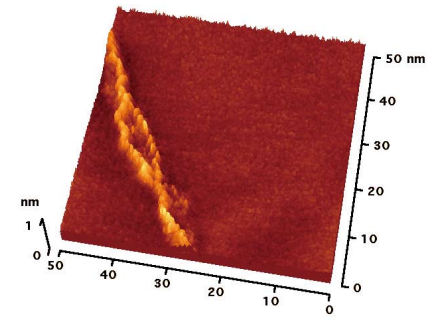
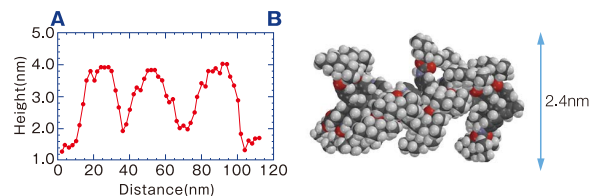
高分子は非常に優れた性能を持つ有用な物質であり、既に我々人類にとって不可欠な材料です。しかし、高分子は一般に多様で動的な構造を形成していて、さらに個々の分子はランダムに構造変化しているにもかかわらず、膨大な数のポリマー分子がひとつの平均値として取り扱われるために、分子レベルでの構造とその機能との相関関係を明確にすることが難しいという問題がありました。つまり、**どのような高分子の構造が、如何なる機能を発揮するのかわからなかった**のです。

篠原研究室では、世界で初めて合成高分子鎖一本の観測に成功し、それによって合成高分子にも生物のようなしなやかな動態があることを確認できました。生体を構成しているタンパク質などの生体高分子にはさまざまな機能があることがわかっていますが、取り出すと高次構造が崩れ機能が失われてしまうため、材料として利用することが難しいという問題がありました。その点、合成高分子は耐久性があり、材料には適しています。もし、しなやかな高次構造を形成し、さまざまな機能をもつ合成高分子を作ることができれば、**現在の機械やコンピュータのしくみを根底からくつがえす**、画期的な材料を作れると期待しています。

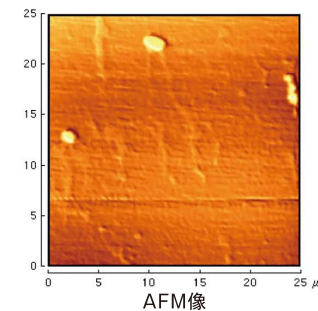
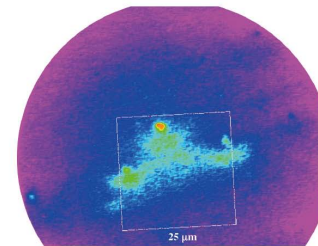
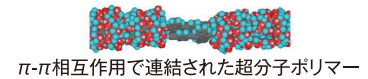
篠原研究室では、生体高分子の構造や性質に学び、これを超越する新しい機能を持った合成高分子の創製を目指しています。篠原研究室は、野心的な企業との共同研究を強く希望しています。



らせん $\pi$ 共役高分子鎖一本のしなやかな動態の観測画像と解析結果。



世界で初めてとらえた $\pi$ 共役ポリマーの二重らせん構造のSTM画像。



AFMと全反射型近接場蛍光顕微鏡(TIRFM)との複合装置(自作)による構造と蛍光の同時観測画像。

「科学、人類の幸福のために」  
世の中に役立つ世界初の先端基礎研究を推進します。

篠原健一准教授の  
「エクセレントコア形成支援  
プロジェクト研究内容」

らせん構造の高分子鎖一本に沿って分子1個が輸送される分子モーター機能を世界で初めて発見しました。現在、この分子モーター機能の発現メカニズムの本質の解明を進めています。



国立大学法人 北陸先端科学技術大学院大学

〒923-1292  
石川県能美市旭台1丁目1番地  
<http://www.jaist.ac.jp>

お問合せ

広報係

TEL 0761-51-1031

FAX 0761-51-1025

E-mail: [kouhou@jaist.ac.jp](mailto:kouhou@jaist.ac.jp)