



## 私たちの研究室

# 麻生 隆彬 研究室

先進工学部 マテリアル創成工学科 准教授  
あそ う たかあき  
麻生 隆彬 先生



研究室の学生たちと

## 機能性高分子の可能性を探り、地球環境と人にやさしい新しい高機能材料を作りたい

近年、機能性高分子と呼ばれる材料が注目されている。私たちの身の回りにある物質の多くはたくさんの原子が集まった「高分子（ポリマー）」でできており、タンパク質などの天然物の他に、ナイロンやポリエステル、プラスチックなどの人工物（合成高分子）もある。反対語となる低分子（モノマー）とは、水や酸素、砂糖、ガソリンなど、小さく簡単な構造のものだ。

「昭和の後半まで、バケツはブリキで作られていましたが、プラスチックの発明以後はどんどんそれにとって代わられました。近年プラスチック類は環境負荷の問題が言われていますが、当時、1,000℃以上の温度をかけて製造していた金属のブリキに比べ、200℃程度で形成できるプラスチック製品は加工での熱消費量が少なく、二酸化炭素削減に大きく貢献していたのです。しかも軽量であるので、運搬に関わる車両の燃費にもよい。しかしそのプラスチックも、分解しにくく、リサイクルしにくいことで、今日では環境負荷の多い材料と言われています」と麻生隆彬先生は話す。

### 高分子に「機能性」を付け加えることは

高分子は分子構造が大きく、特に人工のものは自然界にはもともとなかった化学構造なので、菌やバクテリアなどが食べることができず、分解しづらいと言われている。

それに対して注目されはじめたのが、高分子に様々な機能性を持たせた「機能性高分子」と呼ばれる物質である。すでに私たちの身の回りでも、夏用の「暑く

ならない」肌着などとして利用されつつある。

麻生隆彬先生はこの機能性高分子が持つ新しい可能性の研究に取り組んでいる。

「機能性高分子とは、この高分子にこれまでになかった何らかの機能性を付加し、全く新しい素材になっているものを言います。そこには、時代が求める環境負荷への貢献も期待されていると思います」

麻生研究室のテーマは、「研究の出口となる材料をイメージしながら、スケールの小さい側から、分子、ナノ、マイクロ、マクロと段階的なつながりをどう有機的に構築するか、それを考えながら設計をしていくこと。この小さい世界の中での大きさの階層性が鍵になり、それがこの研究室の特徴になっている」と言う。

具体的な研究例には「アクチュエータ」「環境循環型材料」「自己修復材料」「異種材料接合」「自然模倣表面」を掲げている。

### 高分子が環境問題に対応するための機能性

地球環境が悪化する中で、何でも大きなエネルギーを使って動かすことに疑問を持つ人は増えている。

現在修士課程1年の杉本学さんは、微生物の働きで分子レベルまで分解される「生分解性」と「自己修復機能」について研究を進めている。

「私も環境問題に関心があり、この研究室に入ろうと思いました。カチオン- $\pi$ 相互作用という、分子間で働く相互作用があるのですが、これを高分子中で行うことにより、生分解性の機能を発現させる研究をし

ています。また、その中で自己修復性も獲得できるはずなのです。具体的には、炭素と水素による低分子化合物であるモノマーを作り、重合して高分子にしていくなかで、自己分解できるポリマーを作るというものです。大学4年時から始めていて、修士2年までには完成させたいと思っています。最近は接着系の研究にも興味を持っています」と話してくれた。

麻生先生は、

「壊れにくいもの、壊れても自分で修復されるものは製品寿命が長くゴミになりにくい。もし、ゴミとして環境に流出したとしても分解できる仕組みを作っておく。この時に大事なことは、日常での使用時には分解しないことです。日常の使用中は分解して壊れることがなく、しかし環境を変えれば簡単に分解できるような仕組みを作る。また、例えば人の体の中や、深い海の底、宇宙の果てのように、人の手が届かないところやエネルギーを送り込むことが難しい場所で、小さいエネルギー源を備えて動くようなものを作ることなども考えたいです。私たちが考える機能性とはそういうものであり、それらを付加した高分子ができれば、全く新しい材料ができたと言えるのです」と話す。

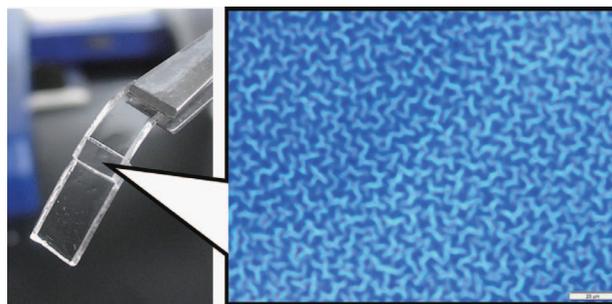
## シワのダイナミクスが面白い

先生の研究の中に「異種材料接合」というものがある。これは柔らかいもの同士を接着し、その良い部分だけをうまく利用できるようにするものである。

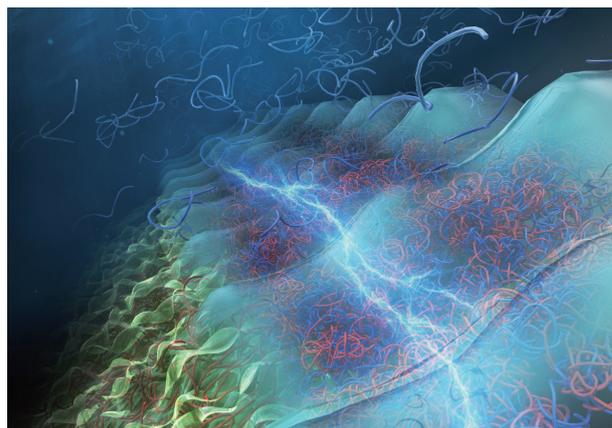
「ゲル状物質の表面は一般的にツルツルでくっ付きにくいのです。そこで、様々な試みの中から電場をかけることで接着が可能になるものを見つけました。

なぜそこでくっ付くことができるのかが不思議だったため、位相差顕微鏡で観察してみたところ、接着界面にシワが発生していることがわかりました【図1】。これまで『シワといえば表面積の拡大が重要な機能』だと言われてきましたが、この現象を見てそれ以外にも面白い機能が発揮できると考えるようになりました。

その後、シワをより深く知るために自分でシワを作ってみようと思ったのです。シワができていくところを顕微鏡で観察していると、ゲル状の物質にシワが徐々に現れ、小気味良く動き、最初はバラバラなものがやがて波打つように動き、規則性を持って列を形成するように変化していきました。最初は接着という観点から入ったのですが、この一定の大きさで動き、列を作るという現象は、細かい分子などの選別や、その運搬に利用できるのではないかと考えるようになりま



【図1】 電場印加によるゲルの接着。接着面は透明だが、位相差顕微鏡で観察すると界面に規則的なシワ構造が形成されている



【図2】 規則的に波打ちながら動くシワ構造の模式図

した。大きさの異なる分子などは弾かれ、同じ大きさのものだけが残り、形成された列に乗ってベルトコンベアのように動くのです【図2】。シワは界面の接着にも役立つので、手術後の生体の簡単な接着などにも利用できる可能性も持っています。これまで、シワの動き、ダイナミクスに焦点を当てた研究は少ないと思うので、ぜひ進めていきたい研究になっています」と話す。

## 柔らかい材料の中に未来が見える

麻生先生が扱う材料には柔らかいものが多い。例えば高分子ゲルを使って人工筋肉のようなアクチュエータを作ろうとするものなどもある。これまで機械を使う前提で開発されてきたものが、わずかな温度変化、pH変化などで劇的に動くことで、より使いやすくなるだけでなく環境にも人にも優しくなる。これまでの科学的進歩は硬くて高エネルギーを利用するものに頼っていた感があるが、これからは「柔らかく、環境に優しい」も、素材開発の1つのキーワードになりそうだ。

太田 正人（ジェイクリエイト）