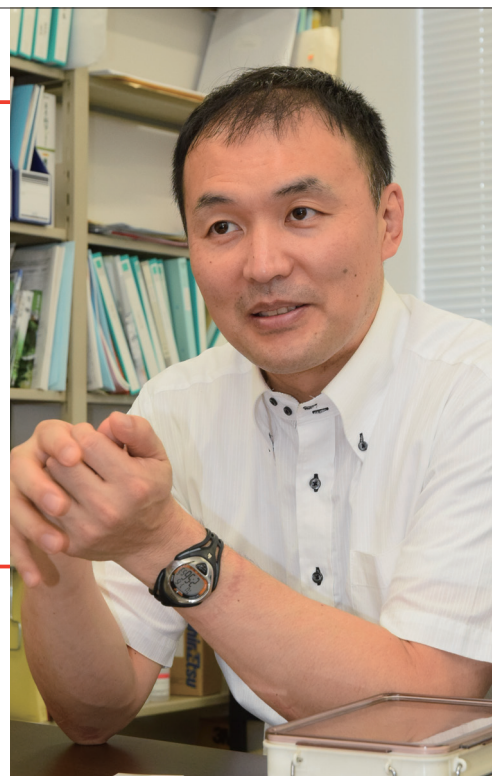


理工学部精密機械工学科／ナノバイオモデリング研究室  
 バイオ MEMS、生物物理

# 鈴木 宏明 准教授

【プロフィール】 鈴木 宏明 (すずき ひろあき) ▷愛知県生まれ。2003年、東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻。博士(工学)。2003～2007年、東京大学生産技術研究所助手・助教。  
 2007～2013年、大阪大学大学院情報科学研究科准教授。2009年より科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業(四方 ERATO) グループリーダー(兼任)。2013年より、中央大学理工学部精密機械工学科准教授。



## 細胞のメカニズムに学び、 機械工学と生物学を融合させることで、 未来の新たな技術に結び付けていく。

「工学とサイエンスの両方に興味がある」と言う鈴木先生。サイエンスは、先生の場合、バイオロジー＝生物学と関わります。その研究は、大きく3つのアプローチから展開されています。マイクロ加工技術で細胞の一つひとつを見る試み。そして、生物の細胞を人工的につくる、という壮大な目標を目指す細胞膜づくり。さらに、「自己組織化」という自然現象を産業に役立てよう、というチャレンジ。生物のメカニズムを人間社会に役立てるバイオテクノロジーの視点を前面に、微細な細胞の世界の不思議を未来社会の革新へと結び付けていきます。

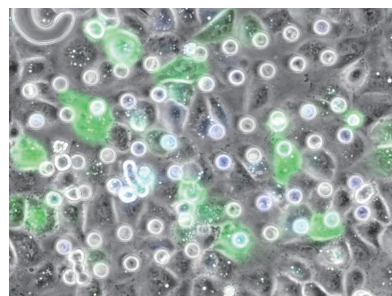
### 一つひとつの細胞の変化に迫る 「マイクロ加工技術」

それでは、鈴木先生の研究における3つのアプローチを順に見ていきましょう。

「マイクロ加工技術で細胞の一つひとつを見る試みは、シリコンゴムで作った細胞に近い大きさ(10マイクロメートル＝1ミリの100分の1)のマイクロ容器を使って行われます。実験ではこの容器のすき間に細胞と試薬を入れて反応を見ます。

これまでの研究では細胞を集団で見て平均化する手法が取られていましたが、マイクロ加工技術を用いた手法では、細胞の一つひとつの反応が見られる点が大きく違います。タンパク質や細胞を扱う生物学が進展し、これらを“一つひとつ調べたい”という要望が高まっているのです」

何しろ1ミリの100分の1という超微細な世界なので、手でさわ

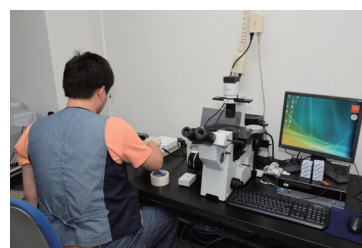


▲マイクロ加工技術を用いた実験で、細胞が抗がん剤を排出する程度を調べる実験。鈴木先生は、光学顕微鏡で見られる世界に驚嘆し、この領域に進んだ。

ることはできず、実際に何が起きているかを見極めるのが難しいとのこと。それでも、変化を予測しながら手順を変えてみたり、試薬の濃度を変えるなど、様々なトライを重ねてタンパク質や細胞の反応を捉えていきます。

### 「人工細胞膜」を通して、 細胞の創造を夢見る

生物の細胞を人工的につくるのが、2つめのアプローチです。「人間が細胞をつくれるか」という壮大なチャレンジを見据え、鈴木先生はマイクロチップ上につくった「人工細胞膜」で実験を繰り返します。



実際の細胞膜は、細胞とその外界を隔てている存在で、物質を細胞の内外に運んだり、外界の分子をセンシングするなどインターフェイス的な役割を担っています。親水性と疎水性の性質を併せもつリン脂質を使ってつくる人工細胞膜を使った実験では、まさに本物の細胞のような現象も生まれます。

「水中に入れるとふやけて丸く変形したり分裂したりと様々なおもしろい挙動がみられます。ただ大きさがバラバラですので、極細の穴を通したり、インクジェットプリンタを使って大きさを揃える試みも行っています。また、DNAやタンパク質を入れるなど様々な試みを行っています。マイクロ加工技術を使って膜を自在に制御しながら、生化学実験や物質のセンシングなど様々な用途に役立てていけたらと思います」

もちろん、人間が実際のものと同じ細胞を創造するのは難しいのですが、先生は実験過程で得られる情報を活用できれば、と考えています。

## 「生物に学ぶ」という意識のもと、 「自己組織化」をモノづくりに応用

鈴木先生が専門とする研究の3つめのアプローチが「自己組織化」です。

「自然界を見わたすと、雪の結晶から単細胞のバクテリア、多細胞の植物や動物に至るまで、様々な階層の部品が“自発的に”集合してパターンや組織をつくり、それぞれ機能を発揮しています。これを『自己組織化』と言います。例えば、タンパク質には数多くの種類がありますが、それぞれ反応にかかわる相手の物質が決まっていて、まるでカギとカギ穴の関係のようにくっついて様々な変化を起こします。

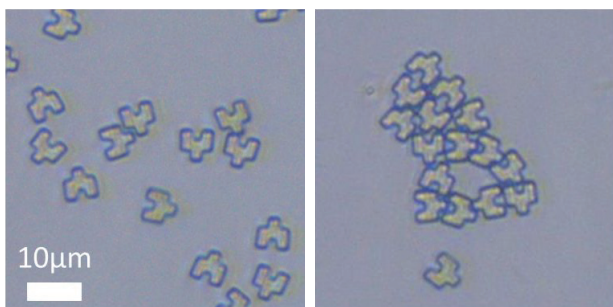
先生は、自然が形作るこうした原理を、特に物理的観点から考えながら、新たな技術に応用できないか試行錯誤を重ねています。

「例えば、シリコンゴムなどでできた微細な部品に細かなパターンを細工して液体の中で攪拌すると、『自己組織化』に似た動きで自発的に集まってきます。直線的につながったり、決まった部品同士がくっついたり、そこにどのような法則性があるかを分析することで活用へと結び付けたいと思っています」

先生の言う「新たな技術への応用」を具体的に説明すると、部品の組立工程が挙げられます。

「現在は、人や産業ロボットの手によって設計に従って部品を順番に組立てていますが、これに対し『自己組織化』の性質を利用して部品を組み立ててしまう構想があります。液体に漬けた部品が自発的に集まって、凹と凸の部分や相補的な結合パターンが互いに引き付け合って自動的に組み立てあがる。この分野では、そんなイメージが想定されています」

「生物に学ぶ」という発想で展開する鈴木先生の研究。ここでは、生物が営む組織の組み合わせ方や使い方の工夫を見逃さず、部分的にでも活かすことで、組み立てる際の省エネ性が向上し、壊れてもひとりで修復するようなモノづくりの実現を目指しています。電子回路やセンサ、(電気エネルギーを運動に変換する)アクチュエータなどの製造分野を視野に、可能性は大きく広がります。



▲樹脂でつくったマイクロメートルの部品がある条件下では自発的に集合する様子を撮影した。自然界の「自己組織化」で使われている現象を、モノづくりに活用する研究が進む。

## ライフサイエンス分野における 機械系技術者の可能性が広がる

先に述べたように、自然界で何かがつくられる原理の理解は日々進んでいるのですが、人間がそのメカニズムを利用する方法論は成熟していないのが現実です。人間は、雪の結晶のような構造の部品をまだ作れません。鈴木先生の研究は、まさにその自然界の原

理と真正面から取り組みます。

「人間が人工的につくるモノも、自然界の自己組織化のできるモノも、根本的な部品となる原子のレベルは同じです」と語る先生の研究は、「生物に学ぶ」という基本的な意識を変えることはありません。

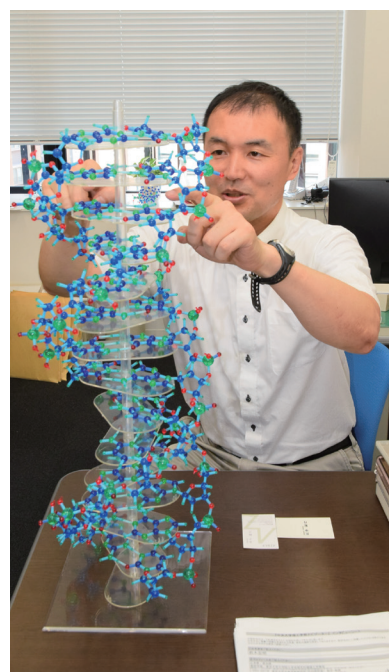
「ただ、どのアプローチも成果を挙げるのは簡単ではありません。そこで、これから私の研究室に入る皆さんには、まず『深く考える』ことが必要になります。

一見、何が起きているのか分からないような状況に直面することもあります。思考を停止せず考え続けてほしい。常識にとらわれないことが最も大切になります」

機械はあらゆる分野で必要なので、他の専門知識もっているとそれが強みになります。そして鈴木先生は、こうした分野の研究者や技術者の必要性を熱く語ります。

「いま、遺伝子診断をはじめとする医学や創薬などのライフサイエンス分野で機械系技術者が不足しています。こうした分野でも検査装置をはじめとする機械が必要なのです。ここでは、生物学や医学のテーマを分かっただけで機械工学の知識を駆使できる人材が求められています」

自然と生物が採用している微小なスケールの領域における組織化の法則を学び、それを実験で“模擬”して、新しい工学技術のコンセプトを提案していく。そのために、マイクロ・ナノ加工技術を駆使しながら経験と知識を蓄えていく鈴木研究室。ライフサイエンス分野だけでなく、未来の産業に広大な活躍のフィールドが広がります。



### Message ~受験生に向けて~

受験勉強も部活も、その他の活動も、とにかく目の前のことに全力で取り組んでください。先を読んであきらめたり、損得やコストパフォーマンスを基準に考える人には、その先にある景色は見えません。「知りたい」や「面白い」など、根本的な動機を追求してください。私がマイクロ・ナノ科学に進んだのも、そうした気持ちがあったからです。また、何事にもめげずに全力で取り組む姿勢は、今後の人生で一番大切な資質になると思います。