

群馬大学理工学部

# 生物物理学研究室

URL : <http://seibutsu-buturi.chem-bio.st.gunma-u.ac.jp>

■研究テーマ

- 細菌べん毛繊維の構造解析
- 細菌べん毛モーターの機能解析

■キーワード

運動タンパク質 突然変異 可視化

■産業界の相談に対応できる技術分野

変異導入 微生物運動解析 顕微鏡観察

■主な設備

暗視野顕微鏡 卓上型超遠心機 電気泳動装置

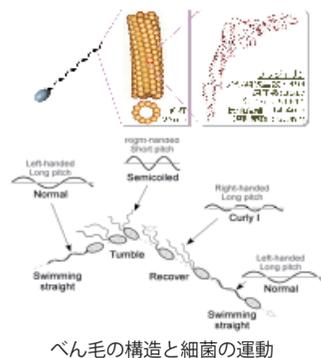


大澤研二 教授

連絡先  
大学院理工学部分子科学部門 化学・生物化学科 大澤研二 TEL&FAX 0277-30-1662 e-mail kenji@gunma-u.ac.jp

## 研究概要 運動タンパク質の形とはたらきを観る

サルモネラ菌などの細菌は水中を泳ぐことが知られています。これらの細菌はタンパク質からなるべん毛と呼ばれるらせん形の運動器官をもって、それらを回転することで動いています。べん毛のらせん形の部分は、フラジリンと呼ばれるタンパク質が集合してできており、環境の変化によってタンパク質が形を変えることで、べん毛繊維のらせん形も変化することが知られています。また、べん毛は根元にあるべん毛モーターによって回転しています。



べん毛の構造と細菌の運動

タンパク質の構造解析は、様々な手法で行われてきましたが、直接目で見るものではありません。しかし、べん毛の場合はフラジリンが集合してできた構造であるため、暗視野顕微鏡を用いれば簡単に観察することができ、環境を変化させることによって起きる形の変化もそのまま観察することができます。そこで、突然変異を導入して形を変化させたタンパク質を作り、その形態変化を様々な環境で解析すれば、アミノ酸配列と構造の関係も明らかにすることができます。

生体運動に関係するタンパク質の機能解析には、一分子観察がよく使われていますが、べん毛モーターのような回転機構では多くの要素の連携が重要となるため向きです。更に、回転運動ではトルク発生装置の作動原理も筋肉のような直線運動とは異なっています。特に、力を出すこととそこでの循環反応の結びつきが重要な役割を果たすことが明らかになりつつあることから、私たちは一部の機能を失った変異体を用いて、べん毛モーターの回転機構の解明を進めています。生体運動では発生トルクと運動速度には相関があると信じられてきましたが、変異体の中にはトルクを十分に発生できるのに、速く動くことがで



暗視野顕微鏡



卓上型超遠心機

きないものが見つかり、その原因を解明することが作動原理の解明につながるものと考えられています。

## 特徴と強み 変わりものの活用と目で見える変化

私たちの研究戦略の特徴は、突然変異体という「変わりもの」を使う点にあります。従来は、突然変異とは機能を完全に失わせるものと考えられていましたが、一部の機能を失った「変わりもの」を使うことで、変異箇所と機能との結びつきを明らかにすることができます。べん毛の形態変異体もモーターの機能変異体も、ある特殊な条件のもとで単離したものです。抑圧突然変異と呼ばれるもののうち、同じタンパク質の遺伝子内に起きたものを選び出し、その機能を解析することで「変わりもの」の特徴を見出すのです。生物が本来もっているタンパク質の機能を解析するだけでは、見つけることができなかった特徴をこの方法を使うと見つけることができます。

これらの変異体の解析で、私たちは直接観察することに主眼を置いています。特に、リアルタイムで起きていることを解析すれば、反応も実際のものを追跡することができます。従来では、特殊な状況下での計測を主体としているため、実際の生物分子機構がどのようにはたらくかを探ることが難しくなっていました。これらの点も、私たちの研究の特徴であり、強みとなっていることです。

## 今後の展開 生物の機能に学ぶ新たな展開

ライフサイエンスの分野では、病気の治療や解明につながる研究では応用の可能性を理解しやすいのですが、私たちのような基礎研究では、どのような応用があり得るのかははっきりしないことが多いようです。

べん毛の形を決める仕組みが理解できたとして、どんなものに応用できるのかはまだわかりません。また、モーターの回転機構が解明できたとしても、それがどのような機械に応用できるのかは見えていません。しかし、基礎研究が直接応用に結びつかないからといって、すぐにやめてしまったのでは科学の発展を推進することはできません。そのような思いから、私たちは今後も基礎研究を続ける意義があると考えます。

その上で、何か応用面での展開が図れればと期待しています。遠い目標とはいえ、例えば、べん毛モーターは軸受と似た構造物をもち、ここでは摩擦がほとんどないと考えられています。ナノメートルの世界でどんな仕組みがそれを実現しているのかを知ることができれば、今よりずっと小さな機械を作るときに、何かの役に立つかもしれません。また、極小の世界において、熱運動と同程度のエネルギーで動く機械にも、将来注目が集まる可能性は大いにあります。

近い未来では、今と同じように基礎研究を続ける必要がありますが、その成果が得られることで全く違った応用の可能性が出てくるかもしれません。

ライフサイエンス  
情報通信  
環境  
ナノテクノロジー  
エネルギー  
先端医療  
社会課題  
グローバル  
芸術文化  
手続型大学  
群馬大学  
埼玉大学