

## 第7回 大阪科学賞 平成元年度(1989年度)

受賞者氏名： 柳田 敏雄(やなぎだ としお)

所属(受賞時)： 大阪大学 基礎工学部 教授

業績： 筋収縮におけるエネルギー交換の分子メカニズム

### 生体分子の1分子直視と計測技術の開発

レーザー工学を基に生体分子1個を観察し、ナノメートルの精度で操作計測する1分子生体計測技術の開発を行ってきた。この技術を用いて生体分子とそれらがお互いに集合して構成される超分子システム(分子機械)のはたらく仕組みを詳細に調べることを可能にした。1分子レベルでの生体分子の機能評価の重要性は溶液系で代表されるような多分子の系では埋もれてしまう可能性がある一つ一つの実際の性質を引き出すことです。この独創的な技術を世界に先駆けて開発し、これまでにない全く新しい分野を創出してきた。

生体分子は集合して運動、エネルギー・情報変換、遺伝情報の複製・転写、たんぱく質合成など生命活動に必須の役割を担う多くの分子機械が存在しており、さらに、それらが自立的に集合して細胞などへとさらに大きな生体システムを構成している。分子機械の中でも特に分子モーターは酵素反応、エネルギー変換機能、分子識別機能、自己集合機能と言うようなたんぱく質の重要な機能を集約的に持ち合わせており、この分子モーターの解明は、分子機械の基本原理の解明につながる大きな期待がある。

1980年後半に蛍光標識したアクチンフィラメント1本を見て操作し、力の測定に成功した。これは真の分子生理学の誕生であると高く評価された。1995年には、水中での蛍光色素1分子のイメージングに世界で初めて成功し、分子モーター1個の動きや化学(ATPase)反応の1分子イメージングを可能にした。さらに、走査プローブや光ピンセットを使ったナノ計測法と組み合わせ、分子モーター1個が1分子のATPの化学エネルギーをどのように使って運動しているのかを明らかにした。この分子モーター(ミオシン)は化学エネルギーを小出しに使い、(熱)運動にバイアスをかけて運動するという、すなわち"バイアスブラウン運動モデル"で動くことを提唱した。この結果は、まさに分子機械が生物らしいことを示した極めて重要なものであった。分子機械は、熱運動程度の小さなエネルギーを巧く使って、ブラウン運動を制御し、最大では100%に近い効率で働いていたのである。これは、人工機械が熱運動のエネルギーとはかけ離れた大きなエネルギーを使って働いているのとは対照的である。また、個々の分子モーターの動きは確率的でありまいではあるが、柔軟性、融通性を備えたダイナミックシステムを可能にしていたことを示唆した。現在、分子モーターのみならずこのダイナミックシステム(生きた細胞)中での1分子レベルでの情報伝達の可視化へと研究を広げている。