

日産科学賞 第6回 平成10年度 候補者

「生体分子モーターの動作原理の解明」

名古屋大学 大学院工学研究科 助教授 石島 秋彦

(1961年9月22日生 37才)

業績の概要

生体分子モーターとは生体内で筋収縮、細胞運動をになっている運動素子であり、その構成はアクチン、ミオシンなどのタンパク質からなる。この運動素子はATP（アデノシン3リン酸）の加水分解により化学エネルギーを直接力学エネルギーに変換して、力、変位を発生する。エネルギー変換効率は最大80%を越え、周りの環境に応じて出力特性を自在に変化することができる。この運動メカニズムを明らかにできれば、生体の運動原理を理解するのみならず、マイクロマシンなどの人工素子への応用も期待できる。しかし生体分子は非常に小さく数十ナノメートル（ $1\text{ nm} = 10^9\text{ m}$ ）であってこれまでの生化学的研究や筋線維を用いた研究においては、研究対象中には莫大な数の生体分子が含まれるため生体分子ひとつひとつのメカニズムを明らかにすることは困難であった。従って単一の生体分子の運動を測定できる系の確立が望まれていた。

石島博士らは一本のアクチン線維を非常に細いガラスニードルで捕らえ操作する技術および変位をナノメートル単位で計測する技術を開発し、アクチン線維に働くミオシンの発生する力、変位をナノメートルレベルで計測することに成功した。さらにミオシン1分子の発生する変位、張力を計測することに成功した。また最近では全反射照明（エバネッセント照明）による1分子イメージング技術を組み合わせることにより、1分子のミオシン上で個々の化学反応（ATP加水分解）と力学反応（力、変位発生）を同時に計測する事に成功した。その測定結果によれば、化学反応と力学反応はその発生が一致すると思われていた定説と異なり、ミオシンからのATPの解離反応後、秒単位で遅れて力学反応が生じることを見出した。これは1分子への入力（化学エネルギー）を秒のオーダーで分子内に蓄える事ができるという新たな概念を提示している。この事実はナノメートルサイズの生体分子機構が今までの人工機械とは全く異なるメカニズムで機能していることを示唆しており、タンパク質を介した情報伝達という多くの生体分子が複雑に相互作用している系に対しても機能解明に飛躍的發展をもたらすと期待される。

1分子の入力と出力を同時に直接目の当たりにすることができるこの技術は画期的であるという評価は国内、国際的に高く、Cell誌編集長からの投稿依頼を始め、Science誌、Nature誌のニュース欄に紹介されるなど独創性において注目を集めている。