情報通信研究機構
NICT先端研究 ⑤1

生物分子マシン「創って理解」

近年、有機合成を駆使したナノメートルサイズの「分子マシン」の開発にノーベル化学賞が与えられたことで、分子マシンの将来に注目が集まっている。これらは将来的には、全く新しい原理に基づいたコンピューターや、生体内で狙った部位にだけ働きかけて治療を行う分子ロボットなど、多様な応用を生むと期待されているが、まだまだ実用には遠い状況である。

一方で、私たち生物の体の細部をよく見直してみると、生物が驚くほどの種類と数の分子マシンでできていることに気付く。中でも生物分子モーターは、細胞内で一方向に動く分子マシンであり、筋肉の動きや細胞分裂など生物のほとんどの動きを担っている。生物分子モーターの大きさは約数十ナノメートル（ナノは10億分の1）であり、自分で燃料を運動エネルギーに変えるという点で、いわばものすごく小さな自動車である。

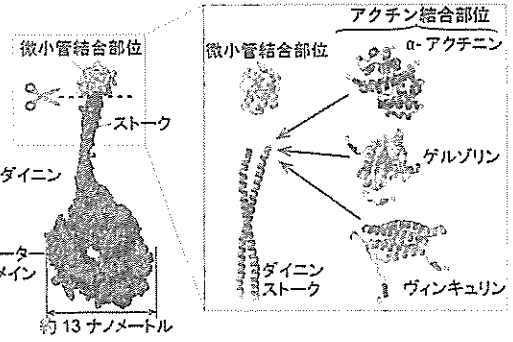
私たちは、たんぱく質で出来たこの小さな自動車が一方向に進む機構を明らかにするための研究を行っている。このような自動車が確実に前に進むことは、実は簡単なことではない。生物分子モーターが動いているナノメートルスケールの世界は、水分子が熱運動で激しく動くことによって1秒間に1兆回も衝突してくるような世界であり、例えるなら竜巻だらけの嵐の中で目的地に向かって車を運転するようなものである。

現状では、このような状況下で間違いなく一方向に動くようなマシンを一から作り上げることはできていないが、それ以前に、最も基本的な設計指針すら立てられていないのである。

そこで私たちは、既存の生物分子モーターの分析に加え、単純な要素を幾つか組み合わせて実際に新しい生物分子モーターを創って、それがどう振る舞うかを観察し、これをさらに作り直すというサイクルを経ることで「創って理解する」という構成的な研究手法を確立しようとしている。この手法を用いて、最近私たちは、既存のレールとは別のレールや、人工的なレール上を動く新しい分子モーターをつくることに世界で初めて成功した。

このような結果から、分子モーターは熱運動を抑え込むために精密な機構を用いているのではなく、むしろ、熱運動によるランダムな動きを利用して、これを一方向に整流することで生産的な一方向運動を実現している可能性が見えてきた。このような新しい設計指針は、より高度でテーラーメイドな人工分子マシンの開発の端緒を開くと期待される。

（火曜日に掲載）



生物分子モーターの一種、ダイニンをベースとして本来の微小管と結合するモジュールではなく、アクチン繊維に結合するアクチン結合たんぱく質モジュールを融合

未来ICT研究所・フロンティア創造総合研究室主任研究員 古田 健也

08年東京大学大学院総合文化研究科博士課程修了。日本学術振興会特別研究員、情報通信研究機構専攻研究員を経て、13年4月より現職。新しい生物分子マシンや、これらを組み合わせた生き物らしい特徴を持つデバイスの設計・製造の研究に従事。