

# キチン加水分解酵素を可視化

## 運動の1分子観測成功

### 位置決定精度と時間分解能両立

分子科学研究所と東京工業大学の研究グループは、独自に開発した全反射暗視野顕微鏡を用い、粒径40ナノメートルの金ナノ粒子で可視化したキチン加水分解酵素SmChIAがキチン結晶上を運動する様子を、0.3ナノメートルの位置決定精度と500ピコ秒の時間分解能で1分子観測することに成功した。

キチン加水分解酵素は、固液界面の不均一反応を触媒し、レールであるキチンの分解でエネルギーを獲得しながら自律的に運動する生体分子モーターである。研究グループは、従来の生体分子モーターとは全く異なるこれらの特性の仕組みの理解を目指した。そこで金ナノ粒子のキチンへの非特異吸着を防ぐ表面コート

の検討をはじめ1ナノメートルの速い動きを検出する位置決定精度と時間分解能を両立した光学顕微鏡の開発に苦心したという。

その結果、SmChIAの運動を詳細に観測し、1ナノメートルずつ連続的に前方へ進むステップだけでなく、後退するステップや後退した状態から復帰するステップも見いだした。前進ステップの割合は84%であり、運動方向は前方に大きく偏っ

ていることが分かった。また、前進ステップが起こる際は、キチンの分解(2.9ピコ秒)と後退ステップ(18ピコ秒)が競合し、前進ステップの割合は反応素過程の時定数の比から86%と算出され、運動方向の解析から得られた値と一致した。

さらに、前進・後退の1ナノメートルステップの割合と、反応時定数から計算される分解が起こる確率が同じであることから、SmChIAはBurnt-bridge機構で前進すると結論づけた。しかも、X線結晶構造解析と分子動力学シミュレーションから、SmChIAはゆらぎを利用して一方方向に運動するブラウニアンラチェットであることが明らかとなった。

分子科学研究所と東京工業大学の野亮太教授の話「生体分子モーターをはじめとする生体分子機械は、高いエネルギー変換効率等近年ノーベル化学賞の対象となった人

工分子機械よりもはるかに優れた特性を発揮します。他方、設計の柔軟性や熱安定性は人工分子機械の方が優れています。新学術領域研究「発動分子科学」を基盤に今後は両分野で連携し、より高度なエネルギー変換を行う分子機械の創出につなげたいと考えています」

■Burnt-bridge機構 後方のレールを取り除くことで後退運動を阻止して前方への運動を達成する仕組み。「橋を燃やして退路を断つ」の意味。

■ブラウニアンラチェット 熱ゆらぎによるブラウン運動とその制御を組み合わせて一方方向性の運動を達成する仕組み。