



「結晶も光で形を変える」

立教大学理学部・教授 入江正浩

1. タンパク質の光誘起結晶化

光を照射することにより、タンパク質の結晶化が促進されることを見出しました。この機構を明らかにすることを目的として、光化学反応中間体の検出をすすめ、その結果、リゾチームへの光照射により生成する光化学反応中間体は、トリプトファン残基がラジカルとなったタンパク質であり、このラジカルから生成する安定な共有結合性ダイマーが安定核へ成長するために、結晶化が促進されたことが明らかとなりました。

タンパク質結晶 溶液界面において、結晶がどのように形成されていくかの過程を明らかにすることを目的として、タンパク質分子と成長ステップの両方をその場観察することを試みました。その結果、分子は結晶表面のテラスではなくステップに選択的に吸着し、吸着はある待ち時間を経た後に急激に進行することを見出しました。吸着が一つの素過程で進行するのではなく、多段階過程を経て進行することを明らかにしました。

2. 単結晶表面モルフォロジーのダイナミクス

ジスルホン酸錯体は、単結晶状態において可逆に色変化するフォトクロクロミズムを示します。このフォトクロクロミズムに伴う分子構造変化と結晶形態変化のダイナミクスを、X線構造解析と原子間力顕微鏡により追跡しました。時間分割X線結晶構造解析により、反応初期には光学異性体を含む4つの異性体が生成し、それらが最終的には熱力学的に安定な一つの異性体になる過程を明らかにしました。また、単結晶表面のモルフォロジーが紫外光照射後ゆっくりと変化する過程を直接観察し、そのモルフォロジー変化を結晶構造と関連つけて解釈することに成功しました。

3. 単結晶の光誘起形状変形

10~100 μmスケールのジアリールエテン単結晶が、紫外光/可視光照射により可逆にバルク形状が変形することが見出されました。分子レベルでの分子の変形をマクロな可視レベルでのメカニカルな動きにまで拡大する手法をはじめて明らかにしました。生体の筋肉は、分子レベルの変形をマクロなレベルでのメカニカルな動きに巧みに変換して機能していますが、人工系での成功例はありません。紫外光/可視光照射により可逆的に分子が変形し、その結果、結晶を構成する分子の間の相互作用力(van der Waals力)が影響を受け、系全体がより安定な状態へ移行し、その際、結晶の変形が付随して誘起されたと考えられます。

入江 正浩 (いりえ まさひろ)
立教大学理学部・教授 / 九州大学名誉教授、工学博士
「極微構造反応」計画研究代表者 (A04 班)
専門は「光化学」

