

生物・ソフトマターの動的階層構造の解明

Exploration of Dynamic Hierarchical Structures in Biomaterials and Soft Matters

小角散乱研究会

Small-Angle Scattering Research Group

佐藤 衛, 横浜市立大学

竹中幹人, 京都大学

Mamoru Sato, Yokohama City University

Mikihito Takenaka, Kyoto University

小角 X 線散乱法および X 線結晶構造解析によって、タンパク質の静的立体構造を明らかにすることが出来る。特に小角 X 線散乱は、溶液中の静的構造をその場観察することができる強力なツールである。研究室レベルの X 線装置においては不可能であった高分解能な構造の解析が、SPring-8 の放射光の利用によって可能になった結果、生物、ソフトマターの構造解析は大きく進歩し、現在までに多くのタンパク質の静的立体構造やミセル・ブロックコポリマーの新規な構造が明らかにされてきた。しかし、タンパク質の機能発現メカニズムを解明するには静的立体構造の情報だけでは不十分であり、その動的な構造（ダイナミクス）に関する研究が欠かせない。動的な構造の解明は、生物の機能発現の解明のみならず、ミセル系をはじめとするソフトマターの機能発現に重要なファクターであり、基礎学問分野のみならず、創薬など実用的な面からもその解明は重要である。

動的な構造解析を行うために有効な手段として今後大きな発展が見られるのは、X 線光子相関法であると考えられる。X 線光子相関法ではコヒーレントな X 線を用いて散乱の測定を行い、試料内の構造の時間的な揺らぎに対応した散乱光の時間相関関数を測定することによって、系の動的なメカニズムを明らかにすることが出来る。同様の手段としては、動的散乱法、中性子スピンエコー法、中性子非弾性散乱法などがある。X 線光子相関法においては、1~10nm の長さスケールにおける構造のダイナミクスの観測が行うことが可能になってきており、タンパク質分子の機能発現時における分子のダイナミクスの解明、ミセルなどのダイナミクスの解明に強力なツールとなりうる。ただし、現在のところ長時間緩和のみが観測可能であり、より短時間側の観測する技術を開発する必要がある。

さらに、X 線自由レーザーの技術の発展に伴い、よりコヒーレンスの高い X 線源を得ることが出来る様になれば、より大きな長さスケールでの構造の揺らぎを測定することが可能となり、タンパク質分子一個のみならず、それらの複合体や、ソフトマターの超分子構造とよばれるものの協動的なダイナミクスも捉えることが出来ると考えられる。この協動的なダイナミクスの解明は、タンパク質分子一個一個の機能発現から全体像を組み立てるといった視点ではなく、自己組織化に伴う機能発現も視野に入れた新しい枠組みで生命現象を捉えることが出来る様になると考えられる。