

中性子によるソフトマターの界面・薄膜構造の研究

Advanced Neutron Research on Soft Interfaces and Thin Films

三重大院工 °鳥飼 直也

Mie Univ. °Naoya Torikai

E-mail: ntorikai@chem.mie-u.ac.jp

物質の表面・界面では、異なる物質や相同土が極薄な空間内で接するために、相互作用が強く働き、バルク中では見られない構造や物性がしばしば発現する。ソフトマターの代表的な高分子が示す界面物性は、身の回りの接着や塗装等の産業基盤技術や、有機太陽電池薄膜を初めとする最先端の有機デバイスの機能発現に深く拘っている。このような物質の界面における物性や機能の発現メカニズムを理解する上で、極薄な界面や薄膜で形成される構造をその場観測することが重要である。

中性子をプローブとする反射率法 (Neutron Reflectometry) は、平滑な物質界面で中性子が示す光学的な反射現象を利用して、試料深さ方向にサブ nm スケールの極めて高い空間分解能を有する、物質界面や薄膜の構造解析に有力な測定手法である。中性子の同位体識別能、特に、軽水素 (H) と重水素 (D) の間にある大きな散乱能の違いを利用することで、分子中に多数の水素を有するソフトマターの H の全て、あるいは、その一部を選択的に D に置き換えること (重水素ラベル) で、それらが示す物性を大きく変えることなく中性子に対するコントラストを付与できることがソフトマター研究における中性子の最大の利点である。また、中性子は、高い物質透過性を有するために、他の測定手法では困難な、物質内部に深く埋もれた界面に非破壊でアプローチできる長所も併せ持つ。

本格稼働を始めた大強度陽子加速器計画 (J-PARC) に、大強度のパルス中性子をプローブとする二台の反射率計、試料水平型の SOFIA (BL16) と試料垂直型の SHARAKU (BL17)、が立ち上がり、様々な物質の界面研究が展開されている。J-PARC における入射中性子強度の増強によって、これまで熱力学的な平衡構造のスタティックな測定に終始していた反射率測定が、時分割で可能になりつつあり、時間に伴い構造が変化する系に対して動的な反射率測定が今後ますます展開される。また、物質内をビームが透過するために、大きな入射中性子強度を必要とする固体/液体界面等の物質内部に深く埋もれた界面に拘る研究が大きく進展することが期待される。

ここでは、中性子反射率法を高分子薄膜に適用した研究を例に挙げ、その測定法としての特長と今後の展望について解説する。