

中性子準弾性散乱で観る 筋収縮蛋白質と水和水のピコ秒ダイナミクス Picosecond dynamics of contractile proteins and their hydration water by quasielastic neutron scattering

松尾龍人¹, 荒田俊昭², 小田俊郎³, 中島健次⁴, 河村聖子⁴, 菊地龍弥⁴,
藤原悟¹

1: 量研機構, 2: 大阪大, 3: 東海学院大, 4: J-PARC センター

骨格筋や心筋の収縮は, F-アクチンとミオシン S1 蛋白質の相互作用によって起こるが, そのメカニズムには依然未解明の部分が多い. 近年の研究では, 両者の相互作用には蛋白質のみならず水和水の運動性も重要な役割を担う可能性が指摘されている. そこで本研究では, J-PARC/MLF の BL14 AMATERASを用いた中性子準弾性散乱(QENS)実験により, F-アクチン及びミオシン S1(以下 S1), それらの水和水のピコ秒領域のダイナミクスを調べた.

蛋白質由来 QENS スペクトルの解析から, F-アクチン構成原子の滞留時間は S1 よりも短く, 静止原子(装置のエネルギー分解能では観測できない程遅い運動をする原子)の割合も F-アクチンの方が小さいことが分かった. これらの結果は, F-アクチンの方が S1 よりも高頻度に揺らぐ原子の割合が大きいことを示唆している[1]. 次に, 水和水由来 QENS スペクトルの解析から水和水分子の並進拡散係数, 滞留時間, 回転相関時間を求めた. その結果, S1 水和水の並進拡散係数はバルク水より小さいが, F-アクチン水和水のそれはバルク水と同程度であることが分かった. また, 両水和水の滞留時間に顕著な差は見られないが, 回転相関時間については S1 水和水がバルク水よりも長く, F-アクチン水和水はバルク水に近い値を示した. これらの結果は, S1 水和水はバルク水より運動が抑制されるという典型的な蛋白質水和水の特徴を持つが, F-アクチン水和水はバルク水に近い高い運動性を持つことを示唆している[2].

以上の実験から, F-アクチン自身と水和水の両方が S1 よりも高い運動性を示すことが分かった. F-アクチンは, このような特徴を持つ水和水との相互作用を通して自身の揺らぎを増大させることで, S1 結合に最適な構造を取り易くなると考えられる.

参考文献

1. Matsuo, T. et al., Biochem. Biophys. Res. Commun. 459:493–497 (2015).
2. Matsuo, T. et al., Biochem. Biophys. Rep. 6:220–225 (2016).