

タンパク質における弱い相互作用のダイナミクス

利用者 今瀬 肇¹、高妻孝光²、樋口貴之²、塩野菜穂子²、福島信宏³
 所属 ¹茨城県企画部、²茨城大学、³サイエンス・テクノロジーシステムズ(株)

1. はじめに

生命現象を理解し、応用する上では、生体分子における弱い化学的相互作用の理解が重要である。弱い化学的相互作用、例えば、 π - π 相互作用や、CH- π 相互作用、カチオン- π 相互作用がタンパク質の構造と機能において重要な役割を果たしていることが明らかとなりつつある。しかし、その構造の特異性と機能や物性との相関について、モデル化合物からの知見と併せて、詳細に調べた例は散見される程度である。このような弱い化学的相互作用を系統的に調べ、タンパク質における弱い化学的相互作用の構造と機能との相関を明らかにし、生体分子の構造と機能を応用するための基礎的知見を集積するために、中性子非弾性散乱によるアプローチを試みた。

2. 実験方法

本実験においては、老化に関与すると考えられているヒト由来のスーパーオキシドジスムターゼ、ヘモグロビンおよび関連のアミノ酸を用いた。スーパーオキシドジスムターゼについては、粉末試料、重水に分散させた試料を用意した。ヘモグロビンについては、重水に分散させた試料を用いた。アミノ酸については、チロシン、フェニルアラニンについて検討を行った。中性子非弾性散乱の測定は、日本原子力機構で用意された標準的なバナジウム製測定用セル(図1)を用い、3軸型中性子非弾性散乱測定装置(LTAS)によって-0.5~4 meVの範囲を測定した(図2)。測定は、全て室温で行った。



図1 バナジウム製測定セル



図2. 3軸型中性子非弾性散乱装置(LTAS)

3. 実験結果

生体分子として、フェニルアラニン、チロシン、タンパク質としてヒト由来スーパーオキシドジスムターゼおよびヘモグロビンの粉末ならびに重水分散試料を用い、-0.5 ~ 4.0 meVの領域で中性子非弾性散乱の測定を行った。図3に示すように、粉末試料では、3.5 meV付近に、ピークが認められたが、スーパーオキシドジスムターゼあるいは、ヘモグロビンを重水に分散した試料では、明確なピークを得ることができなかった。

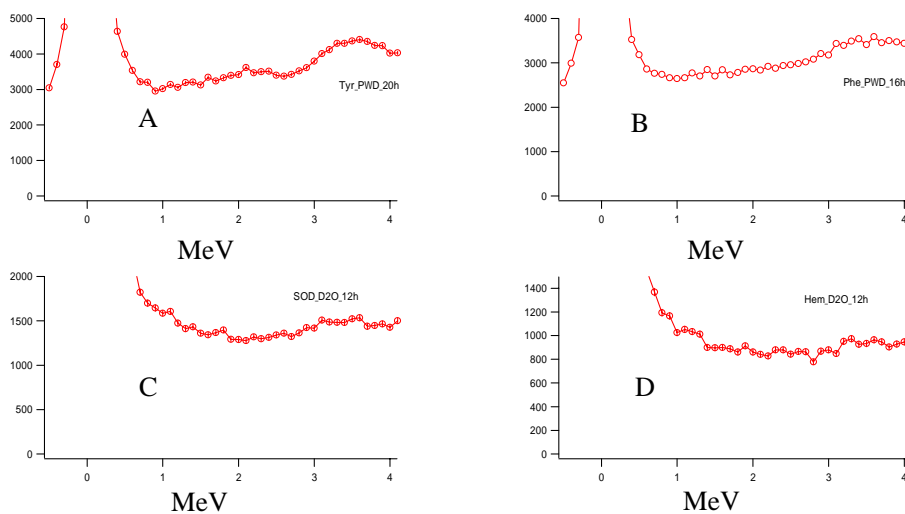


図3 生体分子の中性子非弾性散乱スペクトル。A. チロシン(粉末試料)、積算時間20時間、B. フェニルアラニン(粉末試料)、積算時間16時間、C. ヒト由来スーパーオキシドジスムターゼ(重水中に分散)、積算時間12時間、D. ヘモグロビン(重水中に分散)、積算時間12時間

4. まとめ

本トライアルユースにおいては、全ての測定を室温で行った。このため、巨大分子であるタンパク質の振動情報を得ることが困難であったが、分子全体の運動に起因すると考えられるスペクトルピークを得ることができた。このことは、生体分子の低振動領域でのダイナミクスを解析するためには、極低温下での測定が重要であることを強く示唆している。また、タンパク質のような生体分子の中性子非弾性散乱を計測するためには、専用のセルの開発も重要要素であることが判明した。現状でのJRR-3における中性子非弾性散乱実験では、粉末試料として数g程度を必要とし、タンパク質などの構造とダイナミクスの相関を調べるには、現実的でない。このため、J-PARC稼働時においては、タンパク質専用セルの開発がユーザーサイドでは重要な要因となる。