

A2-02

水圏で「はたらく」低含水高分子材料の解析 ～少ない水の大きな効果～

○藤井義久(三重大院工)・富永大輝(CROSS)・村上大樹(九大先導研)・田中賢(九大先導研)・瀬戸秀紀(KEK 物構研/J-PARC)

生体内器官が自己治癒出来ない重大な疾患に陥ってしまった場合に適用される様々な人工臓器や付随する医用製品は生命維持だけでなく、私たちの QOL の改善に役立っている。現在、生体臓器を補助あるいは代替する素材には様々な高分子材料が使用されているが、これらの材料は生体にとっては異物であるために、血液などの体内組織と接触した際に生じる生体防御反応を防ぐための生体親和性の付与が必要不可欠である。これらの条件を満たす生体親和性高分子の多くは含水率が数十%と高いものが一般的である。一方、高分子は水などの液体で膨潤することで、分子鎖凝集状態や分子運動特性が変化することが知られているが、水和した材料中における水の構造・運動および生体親和性との相関は解明されていない。特に、生体親和性の発現メカニズムについては高分子と生体環境との界面における水和水がバルク水とは異なる状態(「中間水」と呼ばれる)であることが重要とされているが、それら水の状態が材料物性に与える影響について詳細は明らかになっていない。

そこで、私たちは低含水率の汎用性高分子でありながら、古くから医用材料として使用されてきたポリメタクリル酸メチル(PMMA)の水和状態における分子運動性と水和した水分子の状態(運動性)について、中性子準弾性散乱(QENS)測定を中心に検討した。試料として分子量がおよそ 16 kg/mol の単分散重水素化 PMMA(dPMMA)と軽水素化 PMMA(hPMMA)および重水(D₂O)と軽水(H₂O)を用いて、乾燥状態と水和状態(dPMMA/D₂O、dPMMA/H₂O、hPMMA/D₂O)の組み合わせを用意した。QENS 測定は J-PARC MLF の BL02(DNA)分光器で行った。また、PMMA は飽和状態まで水和させ、それらの含水率は 2.4~2.7 wt%であった。

Fig. 1 は-30 °C で測定した乾燥状態と重水で水和した hPMMA の QENS プロファイルである。乾燥状態と比較して水和した PMMA のピークの広がり大きいことから、水和状態の PMMA の分子運動性が高いことがわかる。これは、ガラス転移温度よりもはるかに低温領域において水分子によって活性化した運動モードが存在することを意味している。さらにピークの半値半幅の温度依存性から観測された分子運動の活性化エネルギーを見積もった結果、メチル基の局所運動であることが推察され、一般的に周囲環境に依存しない束縛回転運動といわれる局所緩和が水和した水分子の影響により活性化していることを見出した。より詳細な解析ならびに PMMA 中の水の運動についても本講演で紹介する。

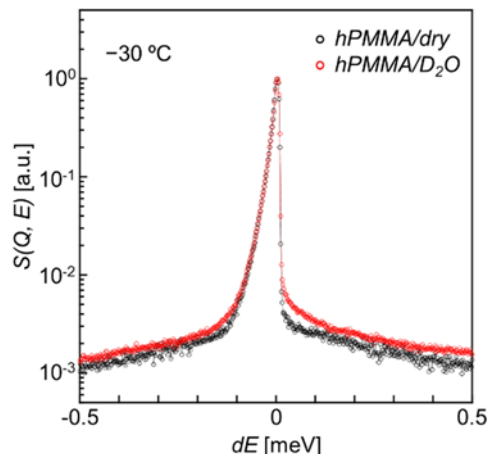


Fig. 1 QENS profiles of dry hPMMA (black circles) and hPMMA/D₂O (red circles) at all Q range of High-Flux mode with -30 °C.

PROFILE

藤井義久(三重大学・大学院工学研究科)

2008年3月九州大学大学院工学府材料物性工学専攻博士後期課程修了 博士(工学)、2008年4月九州大学大学院工学研究科 博士研究員、2008年6月ボストン大学物理学科 博士研究員、2010年2月九州大学大学院工学研究科応用化学部門 助教、2012年6月独立行政法人物質・材料研究機構 先端の共通技術部門高分子材料ユニット 研究員、2014年10月信州大学大学院総合工学系研究科 客員准教授、2015年4月国立研究開発法人物質・材料研究機構 先端の共通技術部門 高分子材料ユニット 主任研究員、2016年7月より三重大学大学院工学研究科分子素材工学専攻 准教授。社団法人日本表面科学会講演奨励賞(2014年)、第1回繊維学会奨励賞(2015年)。