

軟 X 線分光を用いた放射線生物研究と今後の展望

藤井健太郎

量子科学技術研究開発機構

放射線と生体分子との相互作用、そしてその後の生物学的効果の全容を明らかにすることで、放射線発がんメカニズムの解明や、放射線がん治療の高度化に資する知見を得ることが、放射線生物学研究の一番の目的である。放射光を用いた放射線生物学研究は、我が国の放射光利用実験が SOR-RING において開始された当初から行われており、初動 4 ビームラインのうちの 1 つは、生体分子に対する照射実験や吸収分光を行うことのできる放射線生物研究専用のビームラインであった。その後、PF においても放射線生物専用ビームライン (BL27) が整備され、現在では顕微鏡視野下において、個々の細胞に対して、照射を行うことができるマイクロビーム X 線照射装置が稼働し、低線量放射線影響評価において重要な、X 線被照射細胞とその周りの非照射細胞との細胞間コミュニケーションに関する知見を得ることに成功している。さらに、SPring-8 において軟 X 線領域の分光学的な研究が展開され、生体分子を含む水溶液の光電子分光実験装置や生体分子薄膜の分子分解分光実験装置を用いて、DNA 分子を取り囲む水和水分子が DNA 分子自身の分解過程に対して重要な役割を果たすことが見出された。これらの成果を通して放射光を用いた研究は、放射線生物研究分野において欠くことのできない存在となっている。

我々のグループでは、単色の軟 X 線を用いて DNA 分子内の特定元素のイオン化を行い、さらに分光学的な分析手法を用いて DNA 損傷生成の物理過程を明らかにすることを旨とした研究を行っている。講演では、現在 SPring-8 で行っている DNA 損傷生成の物理過程に関する分光学的な研究、特に表面脱離イオン質量分析による DNA 主鎖分子の分解過程に関する研究 (図 1) を紹介する。さらに、VUV 領域の円二色性分光法による DNA 損傷修復たんぱく質の二次構造解析や、X 線マイクロビームを用いた、単一細胞照射実験について紹介するとともに、今後の、放射光を用いた放射線生物研究について展望する。

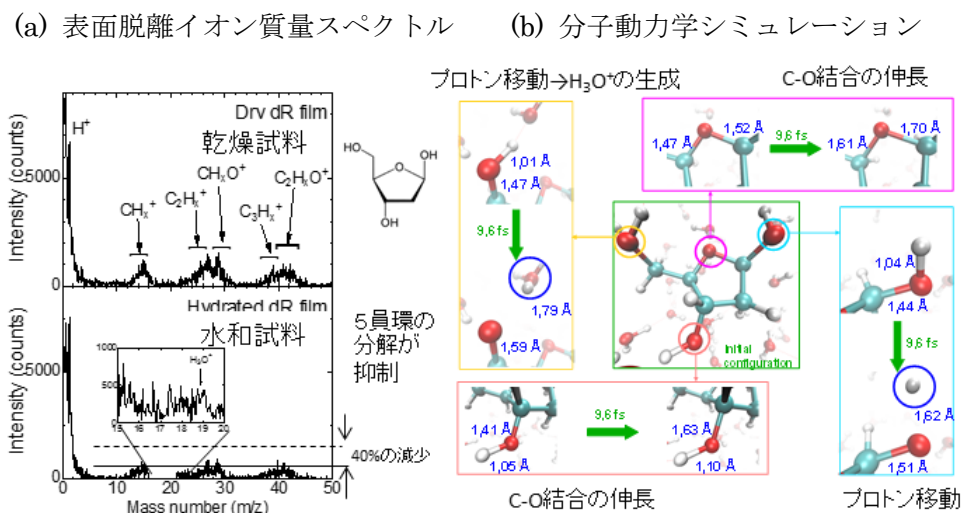


図 1 (a) 水和デオキシリボースの軟 X 線照射表面脱離イオン質量スペクトル、および (b) 内殻イオン化後の分子動力学シミュレーション