

共同研究者の募集～氷の軟X線照射による生成物の酸素K端NEXAFS測定～

筆者らは、アラニン線量計を用いて軟X線照射によるエネルギー付与を詳細に調べ、表面近傍で高密度に生成したラジカルが再結合により消失し、単位線量あたりのラジカル生成量が減少することを見出した¹⁾。これは、軟X線照射が、局所的高エネルギー付与であることを示唆する。ガンマ線照射とは異なり、軟X線照射においては、光電効果により内殻電子とオージェ電子が放出され、エネルギーのより低い光電子に変換されることが高エネルギー付与の原因と推測される。

光電子によるエネルギー付与の効果の詳細を考察するためには、酸素原子の殻のみを考慮すればよい水分子への軟X線照射におけるX線エネルギーの影響を検討することが極めて重要である。Huartらは、安息香酸水溶液に215 eV, 350 eV, 400 eV, 1280 eVの各エネルギーの軟X線を照射し、ヒドロキシ安息香酸の生成量からOHラジカル生成量を見積もった。その結果、1280 eVのX線照射でOHラジカル生成量が最小になり、シミュレーションの結果とほぼ一致することを見出した²⁾。しかし、Rajpalらによると、OHラジカル三分子から生成するHO₂は、800 eVおよび900 eVの軟X線照射で確認できなかった³⁾。一方、Laffonらは、20 Kで氷薄膜に3 eV–900 eVの白色光を照射し、酸素K端のNEXAFSを測定することで、OHラジカル（吸収エネルギー：526 eV）、H₂O₂（533 eV）、HO₂（529 eV）、酸素（531 eV）の4種の生成物を同時に観測することに成功している⁴⁾。

筆者らは、X線エネルギーの影響を検討するため、氷薄膜に単色軟X線を照射し、酸素K端のNEXAFS測定で、氷から生成する生成物の生成比を調べる実験（図1）を計画している。溶存酸素を脱気した超純水の蒸気を真空チャンバー内の金蒸着銅板（20 Kに冷却した試料ホルダー受けの端）に吹き付け、氷薄膜を作成する。氷薄膜に単色軟X線を照射後、酸素K端のNEXAFSを測定する。照射X線のエネルギーによる生成比の変化、昇温による変化等を調べる。実験は、高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリー（KEK-PF）のBL-13を利用し、バリアブルリークバルブの上流側（真空チャンバー、試料ホルダー受け、マ

ニュピレータ、試料冷却システム、NEXAFS測定用マルチチャンネルプレート等）は、PF所有の装置を使用させていただく。なお、BL-13の装置担当者とはすでに打ち合わせを行い、了解を得ておらず、2025年度開始の実験課題として申請予定である。

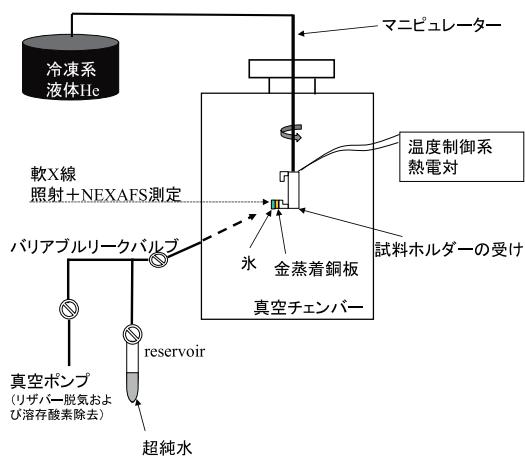


図1. Experimental apparatus.

さらに、PFでは新たなビーム開発が進んでおり、下記のような研究展開が考えられる。

1. BL-11に建設中の2ビーム（4 keV–13 keVおよび0.05 keV–1.7 keV）利用による、照射中のラジカル生成の直接観測
2. OHラジカルによるハロゲン化物イオン（X⁻）の酸化で生成するX₂⁻およびX₃⁻の昇温による変化（+ OHラジカルとの相対比較）
3. メタノール膜中に生成するCH₃OラジカルからCH₂OHラジカルへの昇温による変化の直接観測
4. Hybridリングが建設されればパルス放射光を利用した、溶液系での時間分解測定が可能

一方で、筆者は2025年3月末で定年・再雇用職員となるため、科研費含め研究業務の主担をするなど、いわれております。中心となって研究を進めていただける研究者を募集中である。PFでのマシンタイムは年に

会員のページ

8回程度であり、エフォートは5%–10%程度である。

興味をお持ちの方および学生を紹介いただける方は、中川清子 (nakagawa.seiko@iri-tokyo.jp) または横谷明徳 (yokoya.akinari@qst.go.jp) までご連絡いただきたい。

- 1) S. Nakagawa, A. Yokoya, M. Ohara, N. Usami, M. Asada, M. Fujiwara, T. Nakamura, K. Ishikawa, *Radiat. Phys. Chem.* 214 (2024) 111304.
- 2) L. Huart, C. Nicolas, J. A. Kaddisy, J.-M. Guigner, A. Touati, M.-F. Politis, P. Mercere, B. Gervais, J.-

P. Renault, M.-A. H. Penhoat, *J. Phys. Chem. A*, 124 (2020) 1896.

- 3) A. Rajpal, L. Huart, C. Nicolas, C. Chevallard, J.-M. Guigner, P. Dasilva, P. Mercere, B. Gervais, M.-A. H. Penhoat, J.-P. Renault, *J. Phys. Chem. B*, 127 (2023) 4277.
- 4) C. Laffon, S. Lacombe, F. Boumel, Ph. Parent, *J. Chem. Phys.*, 125 (2006) 204714.

(東京都立産業技術研究センター 中川清子)