

銀添加リン酸塩ガラスにおけるラジオフォトルミネッセンス

Radiophotoluminescence of Silver-Doped Phosphate Glass

産総研¹, 東北大², 九州シンクロトロン光研究センター³, 東大⁴○正井博和¹, 川本弘樹², 越水正典², 丸山伸伍², 松本祐司², 瀬戸山寛之³, 溝口照康⁴AIST¹, Tohoku Univ.², SAGA-LS³, Univ. Tokyo⁴, Hirokazu Masai¹, Hiroki Kawamoto², Masanori Koshimizu², Shingo Maruyama², Yuji Matsumoto², Hiroyuki Setoyama³, Teruyasu Mizoguchi⁴

E-mail: hirokazu.masai@aist.go.jp

【緒言】量子ビームの線量を定量化するために用いられている材料の1つとして、線量を蓄積した後外部刺激によって線量の読み出しをおこなうドシメータが挙げられる。ドシメータ材料として実用に供されている個人線量計用ガラスバッジは、銀添加リン酸塩ガラスにおけるラジオフォトルミネッセンス (RPL) [1-3]を利用している。この RPL 機構は、ガラス中に存在する Ag^+ が放射線照射により、 Ag^0 と Ag^{2+} へ価数変化し、この生成した銀種の濃度に比例した発光により、照射線量が定量できるとされている[3]。しかしながら、それぞれの Ag 種の存在は、ESR、および、発光スペクトルから類推されているのみであり、実際の Ag 種の定量的な変化に関しては未知の部分が多い。そのため、エックス線吸収端近傍構造(XANES)を用い、Ag 種の定量的な評価を試みた。我々は、個人線量計用ガラスバッジの特性を鑑みて、照射量に依存した RPL 強度、および、熱アニールによる可逆性を評価した。また、XANES スペクトルをシミュレーションし、スペクトル変化の起源となる銀種の同定を試みた。

【実験】試料は、千代田テクノル社で個人用放射線ガラスバッジとして用いられている銀添加リン酸塩ガラスを用いた。Ag の価数を定量するため SAGA-LS BL11 にて Ag L_3 端の XANES 測定をおこなった。なお、標準試料としては、銀ホイル、 Ag_2O 、 AgO 、 $\text{Ag}_7\text{O}_8\text{NO}_3$ [4]を用いた。RPL 測定は分光蛍光光度計を用いて評価した。XANES スペクトルの解析には、Athena[5]を用いた。

【結果と考察】 Ag L_3 端 XANES スペクトルにおいては、 Ag_2O 、 AgO 、および Ag ホイルとの間に明瞭なスペクトルの差異が確認された(図 1)。また、同一試料、同一箇所を複数回測定した結果、照射によって発現した吸収帯の強度が時間と共に増加し、一定時間照射後にその強度が飽和する現象が確認された。また、この XANES の変化と RPL の発光強度の変化が相関していることを見出した。X 線照射により生成した Ag 種は、熱アニールによって消失したことから、第一原理計算を用いたシミュレーション[6]の結果と共に既存の RPL における発現機構を議論したい。

【参考文献】

- [1] J. H. Schulman, et al. J. Appl. Phys. 22 (1951) 1479.
- [2] R. Yokota et al. J. Phys. Soc. Jpn. 20 (1965) 1537.
- [3] R. Yokota, Oyo Butsuri 40 (1971) 1292 (in Japanese).
- [4] R. Tanaka, et al. Cryst. Eng. Comm. 17 (2015) 3701.
- [5] B. Reval et al. J. Synchrotron Radiat. 12 (2005) 537.
- [6] T. Mizoguchi, et al. J. Phys. Condens. Matter 21 (2009) 104204.

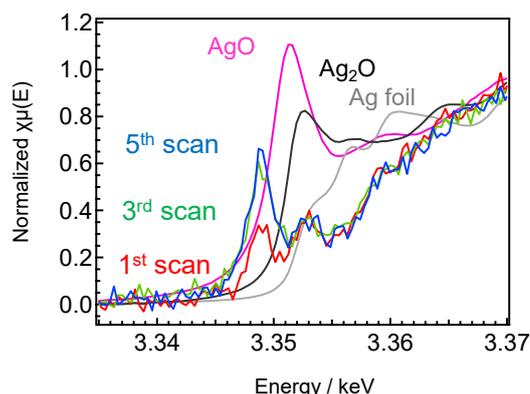


Fig. 1 Ag L_3 edge XANES spectra of Ag-doped RPL glass badge after different radiation duration. The XANES spectra of the references, AgO , Ag_2O and Ag foil are also shown for comparison.