個人線量計用 RPL ガラスバッジにおける銀の XANES 解析

XANES analysis of silver in RPL Glass Detector for Personal Monitoring

産総研 [1]，東北大 [2]　○正井博和 [1]，川本弘樹 [2]，越水正典 [2]

AIST [1], Tohoku Univ.[2] ○Hirokazu Masai[1], Hiroki Kawamoto[2], and Masanori Koshimizu[2]

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、線量を蓄積した後に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、X 線照射時に Ag 種が価数変化するドシメータの特性を鑑みて、まず、照射量に依存したスペクトル変化を評価すべきであると考え、同一試料の同一箇所を複数回測定し、X 線照射量に依存したスペクトル変化を検討した。

【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。SPring-8 BL14B2 にて Ag K 端を、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、および AgO を用いた。Ag K 端 XAFS 測定においては、透過法の測定のため、銀添加リン酸塩ガラスと同組成のガラスを、溶融急冷法を用いて作製し、測定をおこなった。XANES スペクトルの解析には、Athena[4]を用いた。

【結果と考察】Ag K 端 XANES スペクトルにおいては、Ag ホイル、および、Ag_2O がほぼ同様の吸収端エネルギーを与え、その価数の議論を行うことが困難であった。同様に、試料の Ag K 端 XANES スペクトルからは、Ag の価数に関する決定的な結果は得られなかった。また、X 線照射により色中心の生成が確認されたにもかかわらず、長時間にわたる測定後においても、明瞭なスペクトルの変化は確認できなかった。

一方で、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。また、同一試料、同一箇所を複数回測定した結果、図 1 に示すように、長時間の照射よって、新しい吸収帯が確認され、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。

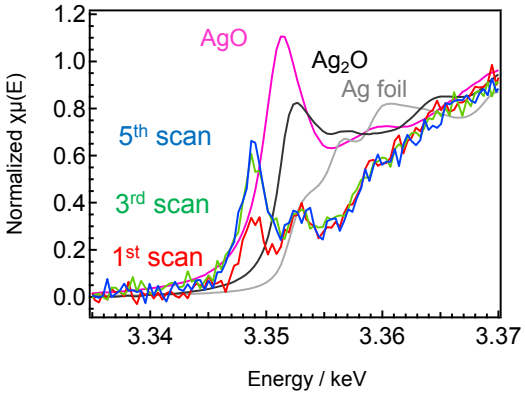

Fig. 1 Ag L_3 edge XANES spectra of Ag-doped RPL glass badge after different radiation duration. The XANES spectra of the references, AgO, Ag_2O and Ag foil are also shown for comparison.

【参考文献】

[1] J. H. Schulman, R.J. Ginter, and C.C. Klick, J. Appl. Phys. 22 (1951) 1479.
[2] R. Yokota and H. Imagawa, J. Phys. Soc. Jpn. 20 (1965) 1537.
[3] R. Yokota, Oyo Butsuri 40 (1971) 1292 (in Japanese).
[4] B. Reval and M. Newville, J. Synchrotron Radiat. 12 (2005) 537.

© 2019年 応用物理学会