

蛍光飛跡検出器に斜め入射した荷電粒子の飛跡読取りにおける γ 線の影響評価

Evaluation of gamma-ray effect on reading tracks of charged particles entering obliquely into FNTD

*橋詰拓弥^{1,2}, 岡崎徹¹, 佐波俊哉^{2,3}, 萩原雅之^{2,3}, 文珠四郎秀昭^{2,3}, 林裕晃⁴, 小林育夫¹

¹長瀬ランダウア (株), ²総合研究大学院大学, ³高エネルギー加速器研究機構, ⁴徳島大学

蛍光飛跡検出器 (FNTD) を中性子線量測定に利用する場合、 γ 線によるバックラウンド (以下、BG) ノイズの増加は、線量評価の基となる蛍光画像において飛跡読み取りを妨害する。本研究では異なる角度から FNTD に入射した α 線粒子に起因する飛跡の特徴と、同飛跡画像の読み取りにおける γ 線影響を評価した。

キーワード：蛍光飛跡検出器 (FNTD)、荷電粒子、 γ 線

【背景】 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C,Mg}$ を用いた FNTD 中性子線量計では、中性子とコンバータ内物質との核反応で発生した荷電粒子が、FNTD に様々な角度から入射する。中性子線量は FNTD 中のある深さ平面における飛跡を画像化し、測定した飛跡密度に校正乗数を乗じることで算出する。商用 FNTD リーダーでは、中性子照射と γ 線照射 (10 mSv-) が重複すると、蛍光飛跡に γ 線由来の BG ノイズが重なり、飛跡の誤認が生じる。我々は 0° 方向から α 線を照射した FNTD に γ 線照射を重畳させ、蛍光飛跡の誤認に関する研究を行ってきた。今回の研究では斜めから α 線を照射した FNTD に生成された蛍光飛跡の特徴を明らかにした。またそれら飛跡を商用 FNTD リーダーで読み取ることで、 γ 線が蛍光飛跡の誤認に与える影響を調べた。

【方法】 $0, 30, 45, 60^\circ$ 方向から ^{241}Am - α 線を照射した FNTD の $3.5 \mu\text{m}$ 深さを商用 FNTD リーダーでスキャンし、 $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ (512×512 pixels) の飛跡画像を取得した (図 1)。画像上の飛跡を角度ごとに分類し、ROI を設定した。ROI 外の領域における pixel ごとの相対蛍光量：蛍光強度を測定し、BG 領域における蛍光強度の平均値： Mean_{BG} および標準偏差： σ_{BG} を決定した。一方 ROI 内では、“ $\text{蛍光強度} > \text{Mean}_{\text{BG}} + 3\sigma_{\text{BG}}$ ” を満たす pixel を飛跡領域と定義し、各飛跡領域の蛍光強度を測定した。続いて同一 FNTD に ^{137}Cs - γ 線を追加照射し (254 mSv)、蛍光画像を取得した。 γ 線照射後の蛍光画像においても、同一座標を飛跡領域および BG 領域と定義し、飛跡および BG 領域との蛍光強度を測定した。

【結果・考察】入射角度の増大に伴い飛跡領域が大きくなる (図 1) ことから、本リーダーが特定の深さ平面をスキャンする際には、ある程度の深さ幅に生成された蛍光の積分値を観測していると考えられる。このことから、角度照射では蛍光が観測される飛跡領域が広く、pixel 当たりの蛍光強度が低くなる。 γ 線照射後の蛍光画像でも同様に、入射角度の増大に伴い pixel 当たりの蛍光強度が低減することから、蛍光飛跡が BG ノイズに埋もれて飛跡の判別が難しくなることが実証された (図 2)

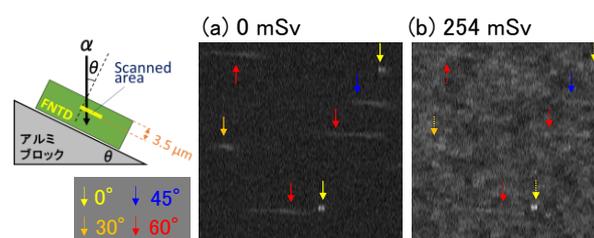


図 1: ^{241}Am - α 線を $0, 30, 45, 60^\circ$ 方向から照射した FNTD の蛍光画像 (a)、および ^{137}Cs - γ 線を追加照射して得られた蛍光画像 (b)。同一飛跡を観測している。

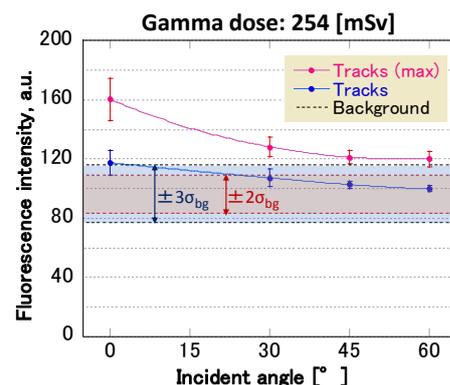


図 2: γ 線照射後の α 線飛跡領域 ($0, 30, 45, 60^\circ$) の蛍光強度 (/pixel) を示す。Tracks (max) は抽出された飛跡領域での最大値を、Tracks は飛跡領域での平均値を示した。

*Takuya Hashizume^{1,2}, Tohru Okazaki¹, Toshiya Sanami^{2,3}, Masayuki Hagiwara^{2,3}, Hideaki Monjushiro^{2,3}, Hiroaki Hayashi⁴ and Ikuo Kobayashi¹ ¹Nagase Landauer, Ltd, ²SOKENDAI, ³KEK, ⁴Tokushima Univ.