高線量率用 TOF シンチレーション光ファイバー放射線センサーの特性評価

Characterization of TOF scintillation fiber radiation sensor for high dose rate measurement

＊寺阪 祐太[1,2]，佐藤 優樹[1]，渡辺 賢一[2]，瓜谷 章[2]，鳥居 建男[1]
[1]日本原子力研究開発機構，[2]名古屋大学

シンチレーション光ファイバーセンサーに飛行時間法（Time-of-Flight 法、TOF 法）を適用した高線量率用 TOF 光ファイバー放射線センサーを開発した。ガンマ線照射場において照射試験を実施し、高線量率環境下での動作特性を評価した。

キーワード：プラスチックシンチレーションファイバー、飛行時間法、放射線分布測定、高線量率測定

1. 緒言　福島第一原子力発電所（以下、1F）事故による 1F サイト内汚染の効率的な除染及び作業員の外部被ばく線量の低減のためには、放射性物質が周辺と比較して多く集積している場所（ホットスポット）の詳細な分布測定が必要である。放射性物質分布を計測する手段として、1F 事故後よりプラスチックシンチレーションファイバー(PSF)に Time-of-Flight(TOF)法を適用した放射線分布測定法（以下、TOF 光ファイバー法）が 1F 汚染水タンク周りからの汚染水漏洩監視等の現場で応用されている。本手法を汚染が深刻な 1F 原子炉建屋内に適用するためには高線量率対応が必要となるが、TOF 光ファイバー法の高線量率環境での動作特性に関する研究例は少ない。本研究では、TOF 光ファイバー法の高線量率照射時の動作特性検証のため、^{137}Cs 照射場にてファイバーの全体照射試験を実施し、線量率と計数率の関係について調べた。

2. 実験方法　ファイバーのセンサー部には長さ 10m のΦ1mmPSF（クラレ社製、SCSF81MJ）を 1 本使用し、ファイバー両端にマイクロ PMT モジュールを設置した。マイクロ PMT モジュールからの出力パルスをホトマルアンプ、コンスタントフラクションディスクリミネータ（CFD）、時間波高変換器（TAC）を用いて増幅・時間差測定を行うことで、ファイバー両端へのシンチレーション光の到達時間差から放射線のファイバー入射位置を決定するシステムを構築した。本システムを ^{137}Cs 照射場にてガンマ線がセンサー部に均一に照射されるよう設置し、複数の線量率で照射した。

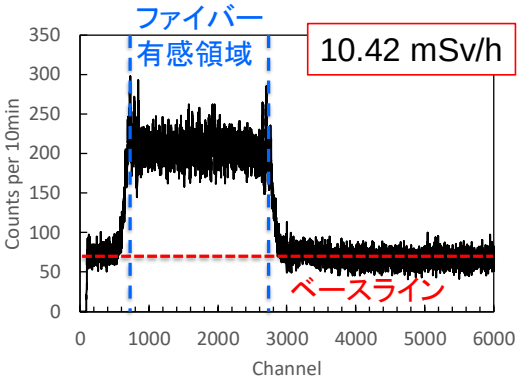

図 1　^{137}Cs 照射場における TOF 光ファイバーセンサーの全体均一照射結果

3. 実験結果　ファイバーの全体均一照射の結果を図 1 に示す。10.48 mSv/h での全体均一照射時にはファイバー有感領域（10m ファイバー部）の計数増加に加え有感領域外のチャンネルでの計数増加（ベースライン増加）も確認された。また、有感領域計数に対するベースライン計数の割合は高線量率ほど大きかった。これらは、偶発同時計数の影響によりファイバー両端への光の到達時間差が放射線入射位置情報を反映しないイベントが増加し、誤った時間差として全チャンネルに均一に割り振られたためと考えられる。そのため、線量率と計数の関係（図 2）も、図 1 のベースラインを差し引いた計数は線量率増加に従い線形関係から外れる校正曲線となった。今後は高線量率でのベースラインの均一な増加傾向と校正曲線を用いた偶発同時計数の補正方法を検討するため、全体不均一照射や局所照射など、様々な照射条件で測定を実施する予定である。

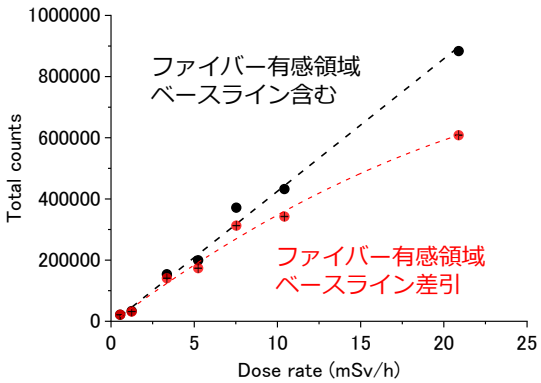

図 2　TOF 光ファイバーセンサーの線量率と計数の関係

*Yuta Terasaka[1,2], Yuki Sato[1], Kenichi Watanabe[2], Akira Uritani[2], Tatsuo Torii[1]
[1]Japan Atomic Energy Agency, [2]Nagoya University