

光ファイバー発光波長スペクトルのアンフォールディングに基づく 一次元放射線分布測定法

One-dimensional radiation distribution sensing method based on wavelength spectrum unfolding of
optical fiber

*寺阪 祐太^{1,2}, 渡辺 賢一², 瓜谷 章², 佐藤 優樹¹, 鳥居 建男¹, 若井田 育夫¹

¹原子力機構, ²名古屋大学

光ファイバーと放射線の相互作用由来の発光波長スペクトルのアンフォールディング処理により放射線入射位置を逆推定する新しい手法である「波長分解分析法」について、放射線分布決定精度、耐放射線性を評価し、本手法の適用可能範囲について検討した。

キーワード：シンチレーション光ファイバー, 放射線分布測定, 波長スペクトル, アンフォールディング

1. 緒言

原子力機構及び名古屋大学では光ファイバーを用いた新しい放射線分布測定手法として、光ファイバーの片側で放射線相互作用由来の発光波長スペクトルを測定し、予め整備した光ファイバー発光位置毎にファイバー端で得られる応答波長スペクトル（応答関数）を用いてアンフォールディング処理により放射線分布を逆推定する「波長分解分析法」の開発を進めている[1]。本手法は波長毎の発光量積分値に着目した手法であるため、これまで光ファイバーを用いた放射線分布測定で広く研究・応用されてきた飛行時間法[2]で問題となる高線量率環境でのパイルアップ及び偶発同時計数を回避でき、福島第一原子力発電所原子炉建屋内等の高線量率環境での放射線分布測定への応用が期待できる。本研究では波長分解分析法の放射線分布決定精度、使用する光ファイバーの耐放射線性に基づく適用可能な積算線量について検討を行う。

2. 実験方法

本研究ではシンチレーション光ファイバーとして Kuraray 社製 SCSF-81（Emission peak : 370 nm）及び SCSF-3HF（Emission peak : 530 nm）を用いた。両ファイバーを UV 光源のコリメート照射により励起発光させ、ファイバー発光位置毎の応答関数を分光器（Ocean Optics QEPro）で測定した（図 1）。波長毎に評価した減衰長を用いて 1cm 毎の応答関数を補完し、それらの足し合わせにより仮想的に再現した任意の放射線分布を測定した際に得られる発光波長スペクトルを入力値としてアンフォールディング処理を行い、放射線分布決定精度を検証した。耐放射線性試験は名古屋大学 ⁶⁰Co 照射室を用いて実施し、光ファイバー積算線量と波長毎の光量強度変化の関係を調べた。

3. 結果

応答関数を用いて再現した仮想的な放射線分布測定時の波長スペクトルを入力値とした場合のアンフォールディング結果を図 2 に示す。応答行列は対象波長 BIN×ファイバー位置分割数=10×10 とした。アンフォールディング結果は実際の分布を良好に再現しており、本手法により放射線分布測定が可能である見通しを得た。発表では波長・ファイバーの分割数による位置決定精度の違い、使用ファイバー毎の耐放射線性についても議論する。

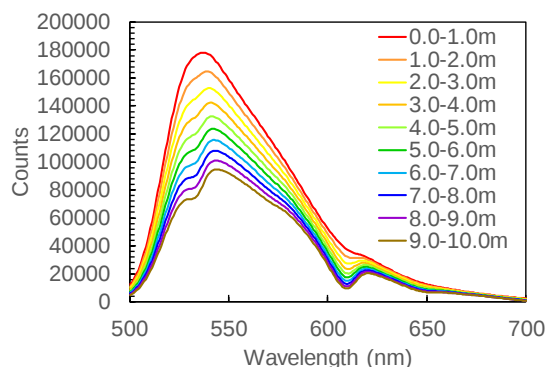


図 1 発光位置毎の応答関数
(Kuraray SCSF-3HF)

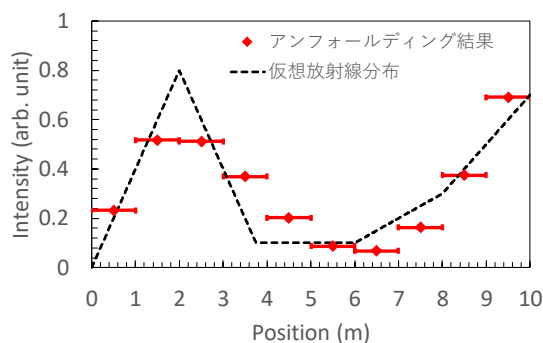


図 2 仮想放射線分布推定結果例

参考文献 [1] 寺阪ら、日本原子力学会 2019 年秋の年会 [2] Sanada et al., Jpn. J. Health Phys., (2018).

*Yuta Terasaka^{1,2}, Kenichi Watanabe², Akira Uritani², Yuki Sato¹, Tatsuo Torii¹ and Ikuo Wakaida¹

¹JAEA, ²Nagoya Univ.