

波長スペクトルアンフォールディングによる放射線源分布測定手法の開発と検証

Development and verification of radiation distribution sensing method based on wavelength spectrum unfolding

*寺阪 祐太^{1,2}, 渡辺 賢一², 瓜谷 章²

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をファイバー始端で観測することで放射線源分布を逆推定する「波長分解分析法」について、高線量率環境下での照射位置分布推定を行った。

キーワード：光ファイバー、スペクトルアンフォールディング、波長スペクトル、放射線分布測定

1. 緒言

我々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の応答波長スペクトル(応答関数)を用いた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」の開発を進めており、光ファイバーに沿って一次元的に線源分布を推定可能であることを実証してきた[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、パルス計数計測型の手法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る利点がある。一方で、これまでの原理検証試験を通して、ファイバー終端方向にかけての位置分解能の劣化、測定可能な線量率レンジの狭さ等、様々な課題が明らかになりつつある。本研究では高線量率環境下での放射線照射位置分布測定の実証試験を実施するとともに、本手法の課題解決に向けた方策について検討する。

2. 実験方法

本研究では光ファイバーに Kuraray 社製シンチレーション光ファイバーSCSF-81 (Emission peak : 437 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波長スペクトルを測定した (図 1)。波長毎に評価した減衰長を用いて 1m 未満の間隔で波長スペクトルを補完し、応答関数とした。高線量率環境下での放射線照射位置分布測定試験は名古屋大学 ⁶⁰Co 照射室において実施した。⁶⁰Co からのガンマ線をコリメート幅 10cm で照射し(コリメート部線量率: 3 Sv/h)、アンフォールディング処理により照射位置分布を逆推定することでファイバー毎の減衰長の違いが位置推定精度に及ぼす影響を比較した。

3. 結果

⁶⁰Co からのガンマ線を光ファイバー始端から 1m 位置及び 9m 位置に同時照射した際に得られた波長スペクトルのアンフォールディング結果を図 2 に示す。青色領域にピーク波長を持ち、波長毎の減衰が大きい SCSF-81 では良好な推定結果となった一方で、緑色領域にピーク波長を持ち、波長毎の減衰が小さい SCSF-3HF ではファイバー終端の照射位置を 2m 程度外す結果となった。発表では位置分解能や適用可能な線量率レンジ等の観点から本手法の制約について整理し、解決策について議論する。

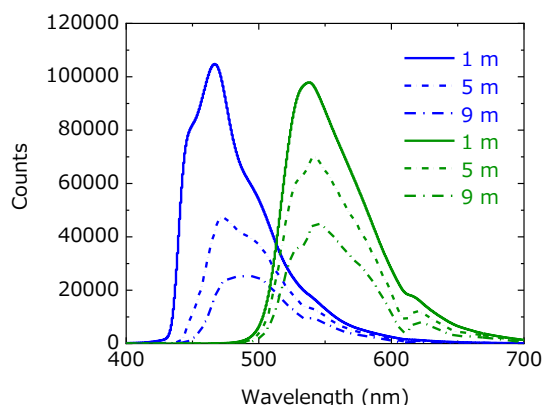


図 1 発光位置毎の波長スペクトル
(青 : SCSF-81、緑 : SCSF-3HF)

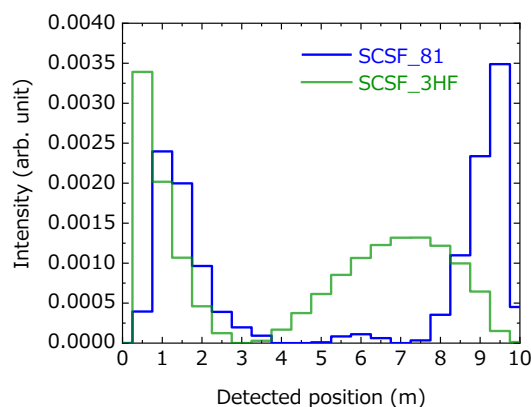


図 2 放射線照射位置分布推定結果

参考文献 [1] Terasaka et al., ASME Journal of Nuclear Engineering and Radiation Science, in press.

*Yuta Terasaka^{1,2}, Kenichi Watanabe², Akira Uritani²

¹JAEA, ²Nagoya Univ.