

波長分解型一次元光ファイバー放射線分布センシングに関する基礎検討

Basic study of one-dimensional optical fiber based radiation distribution sensing by wavelength spectroscopy

*寺阪 祐太^{1,2}, 渡辺 賢一², 瓜谷 章², 花井 哲哉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

シンチレーション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の片側から分光器で測定し、ファイバー内を伝播する光の減衰量が波長毎に異なることを利用して放射線入射位置を逆推定する「波長分解法」の原理検証試験を実施した。

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

福島第一原子力発電所(1F)の廃炉過程における作業員の被ばく線量低減及び効率的な除染計画立案には、局所的に存在するホットスポットの分布を把握することが重要である。シンチレーション光ファイバーに時間分解計数計測(飛行時間法)を適用した広域一次元放射線分布測定システムが1F事故後に1Fサイト内外で応用されてきたが、1F原子炉建屋内のような高線量率の環境では信号のパイルアップやセンサーの偶発同時計数が問題となる。そこで、計数計測上のパイルアップ等の問題を回避できる積分型の測定手法として、光ファイバーの片側から波長スペクトルを分光器で測定し、ファイバー内での光の減衰率が波長依存であることを利用して放射線入射位置を逆推定する「波長分解法」を考案し、本手法の原理検証試験をUV模擬光源及び⁹⁰Sr線源を用いて実施した。

2. 放射線入射位置推定方法

本研究で提案する放射線入射位置推定方法は、光ファイバー内での光の減衰率に波長依存性があることに基づき、予めファイバー発光位置毎にファイバー先端で観測される発光波長スペクトルを応答スペクトルとして分光器で取得し、任意の線源分布に対する発光波長スペクトルをアンフォールディング処理することで線源分布を逆推定するという手法である(Fig.1)。本手法の原理検証をΦ1mm、長さ7mのシンチレーション光ファイバー(Kuraray社製、SCSF-81)をUV光源で励起発光させることで検証した。ファイバー先端から50cm間隔でΦ5mmにコリメートしたUV光を照射し、これらを応答スペクトルとして6mまで計12個取得した。430-510nmの波長範囲でBINを9個設定し、未知の線源分布に対する発光波長スペクトルのBIN光量を再現する線源強度分布を位置毎の応答スペクトルを基にアンフォールディング法で決定した。

3. 結果

ファイバーの2か所にUV同時照射をした場合にファイバー端で観測された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を実行した結果をFig.2に示す。逆推定結果は真の線源分布を概ね再現しており、本手法の基本的な線源位置特定能力が確認できた。⁹⁰Sr線源(1MBq)をファイバーに密着させた場合も発光波長スペクトルの測定に成功し、UV光源で取得した応答スペクトルを用いたアンフォールディングによる逆推定結果も実際の線源位置と概ね一致した。

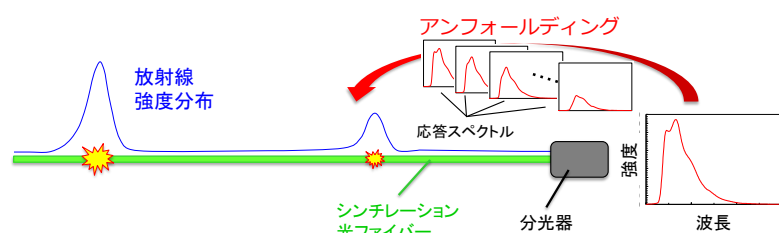


Fig.1 波長分解法の原理

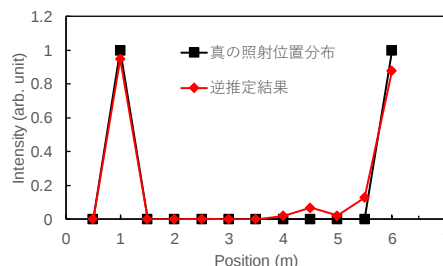


Fig.2 実際の照射位置分布と逆推定結果

*Yuta Terasaka^{1,2}, Kenichi Watanabe², Akira Uritani², Tetsuya Hanai², Yuki Sato¹, Tatsuo Torii¹ and Ikuo Wakaida¹

¹JAEA, ²Nagoya Univ.