

平成 24 年 5 月 28 日  
日本原子力研究開発機構  
福島技術本部

プラスチックシンチレーションファイバを用いた線量測定器の実用化（商品化）に向けて

日本原子力研究開発研究機構（理事長：鈴木篤之）福島技術本部では、福島県下において除染モデル実証事業や除染技術実証事業を実施してきたが、これらにとって重要な道具となる各種放射線測定装置の開発も行っている。このうち、プラスチックシンチレーションファイバを用いた線量測定器は、科学技術振興機構（JST） 先端計測分析技術・機器開発プログラムの開発課題として平成 24 年度に採択され、その実用化（商品化）に向けて、開発を行うこととなった。

プラスチックシンチレーションファイバを用いた線量測定器は、原子炉内の配管内部等の放射線量を測定するために開発されたが、東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴う放射性物質による汚染状況の把握するため、改良を重ねてきた。同測定器は、放射線量の検出部に直径 1mm の光ファイバーが 19 本束ねてあり、検出部が長さ 10m を超すもので、対象箇所を一気に測定できるばかりでなく、曲げることや水中内の測定も可能なことから、比較的広い場所の測定時間の短縮や水を多く含んだ（泥状）の田畑や、川底の線量測定が可能となる。

これまで、検出部の長さが 12m の試作器を除染モデル実証事業作業場所等に持ち込み放射線測定を行ったところ、測定値も通常の測定器（シンチレーションサーベイメータ）での測定値とかわらないこと、川底の放射線量測定にも適用できること等その有効性を確認できた。

これらの成果を基に今回、実用化（商品化）を目指すこととしたもので、開発目標は、検出部の長さを約 20m、更に測定効率を向上させる等の改良を加えたものとし、実用化（商品化）は、平成 25 年度早々を予定している。なお、6 月上旬ごろ福島県内において、同試作器を使用し、放射線測定試験を行い、実用化（商品化）に向けたデータを取得することとしている。

#### 添付資料

プラスチックシンチレーションファイバを用いた線量測定器の概要

## 添付資料(プラスチックシンチレーションファイバの概要)

平成24年5月28日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

### 除染現場における効率的な測定方法を開発

#### ープラスチックシンチレーションファイバを用いた除染効果確認システムー

##### 【ポイント】

- 高速炉開発の現場で用いられてきたプラスチックシンチレーションファイバを用いた放射線検出器を応用し、除染現場において、短時間に広範囲の除染効果を確認できるシステムを開発しました。
- 今後、自動マッピングシステム等を付加し、更なる改良を加えて、来年度中により多くの除染現場に投入できるよう開発を進めてまいります。

プラスチックシンチレーションファイバは、1980年代に、高エネルギー物理の分野で利用されていた粒子検出技術を、放射線検出器として、東京大学と日本原子力研究開発機構(旧動力炉・核燃料開発事業団)が共同で開発し、主に原子力施設内の線量分布測定や放射線監視のためのツールとして使用されてきました。

放射線の検出方法は、光ファイバーのコア(中芯部)に放射線を感じて発光するプラスチックシンチレータの両端に備えた光センサー(光電子増倍管)で入射された放射線の数を数えます。また、両端に備えた光電子増倍管の放射線の入射による発光を検知する時間差により検出部の発光位置を特定することができます。この検出器の利点は、検出部を最長 20mまで拡張できることから、一度に広範囲の測定が行えること、測定場所に合わせてひも状の検出部を自在に曲げられること等が挙げられます。

今回、除染現場では、市販のサーベイメータにより除染の前後の放射線量を測定することにより、除染効果を確認していますが、測定に時間と人手がかかることが大きな課題となっています。本システムは、検出部を台車で移動させながら測定することができるため、例えば、除染前の平均が 1uSv/h 程度の 10m × 10m の測定面積を 5 分程度で測定することができます。また、測定ニーズに応じて、スキャン速度を可変することによってさらに低線量の場所の測定や、高線量箇所を短時間に測定することも可能です。

今後、自動マッピングシステム等を付加し、更に使いやすいシステムに改良し、より多くの除染現場に投入し、投入しやすくことを目指してまいります。

なお、平成 24 年度から科学技術振興機構(JST) 先端計測分析技術・機器開発プログラムの一環として<sup>注)</sup>、本システムをさらに発展させるための研究開発を進めています。

注)重点開発領域「放射線計測領域」実用化タイプ(短期開発型)平成24年度採択課題「シンチレーション光ファイバーを用いた2次元マッピングシステムの実用化開発」(チームリーダー:宮崎 信之(日本放射線エンジニアリング株式会社))。

(参考URL)<http://www.jst.go.jp/pr/info/info874/index.html>

## 用語説明

### 1) 光ファイバー

光信号が通過するコア材にアクリルを、コア材を覆うクラッド材にフッ素樹脂を用いた光ファイバー。石英系の光ファイバーに比べ安価で、曲げに強く折れにくいという特徴がある。このため、短距離通信用途に広く使用されている。また、他のファイバーと異なり大口径で、ファイバー径が 1mm、コア径が 0.98mm のものが主流であり、端面の多少の汚れや傷、光軸のずれがあっても伝送が可能で、安く作ることができ、加工に高度な技能を要しない。

### 2) プラスチックシンチレータ

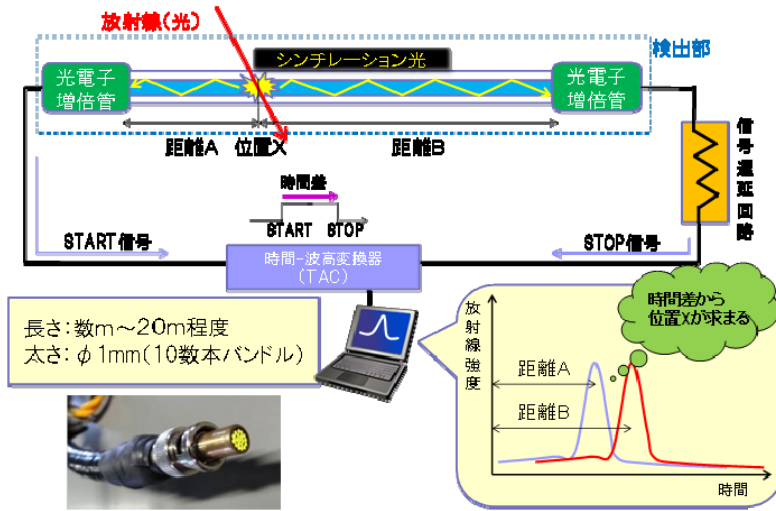
シンチレータとは、電子やミュオンなどの荷電粒子が通過すると蛍光するものであり、プラスチックシンチレータとはポリスチレンなどのプラスチックの中に有機発光物質が溶かし込まれているものである。特徴としては、①応答速度(放射線が入射して発行するまでの時間)が ns のオーダーでありシグナルの立ち上がり、立ち下がりが良い、②形状の加工が簡単、③光量が NaI に比べて少ないので、比較的エネルギー分解能が良くない、が挙げられる。

### 3) 光電子増倍管

シンチレータで発光した光は非常に微弱な光なので、光を増幅するためにフォトマルチプライヤー(以下、PMT)を用いる。PMT は光を電流に変換する真空管で、放射線粒子 1 つ 1 つによってシンチレータで発生する光のパルスの 1 つ 1 つをそのまま電流パルスに変換できる。PMT はシンチレータからの弱い光を光電陰極に受け、光電効果によって光子を電子に変えます。次に、光電面から出た電子を 100~200V の電圧で加速し、光電陰極からの電子をダイノード電極に当たると、二次電子効果がおき、電子の数が約 2 倍に増える。これを繰り返して、信号を増幅させる。

プラスチックシンチレーションファイバ(PSF)の原理と除染現場への適用例

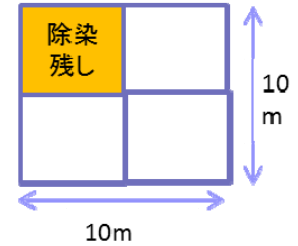
測定原理



測定結果例

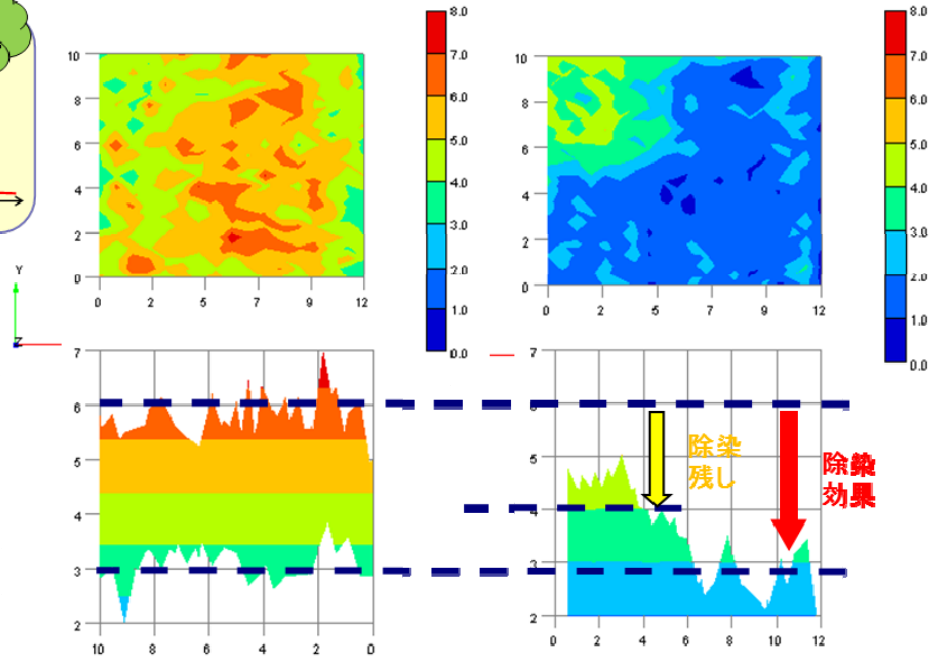
\* 1  $\mu\text{Sv/h}$ 程度の場所で除染前後の効果を確認  
→ 除染残し区域の区別

スキャン時間: 5分程度



除染前

除染後



測定風景



データ処理部



10m検出部

約10cm/sec