

放射線測定について

富永 浩二

(株)堀場製作所 先行開発センター

1. はじめに

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故以降、放射線を測るニーズが増え、放射線測定器の需要が急増した。生活環境の空間放射線量率の測定、個人個人の積算被ばく量の測定、また、食品やガレキ、土壌に含まれる放射能濃度の測定など目的に応じさまざまな種類の放射線測定器が利用されている。また、放射線の検出方式も複数あり、すべての原理や特長を正しく理解して使用することが望ましい。本報告では、使用目的に応じた放射線測定器の種類と、主な放射線の検出原理について紹介する。そして、空間線量率の測定方法について紹介する。

2. 放射線測定器の種類

表1にさまざまな放射線測定器の種類をまとめた。使用目的に応じて、測定器はさまざまなものがある。放射線の検出器の方式はシンチレーション方式、ガイガー・ミュラー（GMと略す）計数管方式、半導体方式、ゲルマニウム（Ge）半導体方式がある。その他の方式として電離箱方式もあるが、事故以降、特に需要が増大したものを選んでここでは紹介している。

3. 放射線の検出原理

ここでは、主に使われるシンチレーション方式とGM計数管方式の検出原理について説明する。

(1) シンチレーション方式

シンチレーション方式の検出器は特殊な結晶と光センサーで構成される。図1に示す原理図ではタリウムを微量添加したヨウ化セシウム（CsI (Tl)）結晶とフォトダイオードで構成されている。その他の構成としては、タリウムを微量添加したヨウ化ナトリウム（NaI (Tl)）結晶と光電子増倍管の組み合わせがよく使われる。図1に示すように、放射線（ γ 線）がCsI (Tl) 内に入射すると結晶が反応して光（シンチレーション光）が発生し、そのシンチレーション光をフォトダイオードで検知し電気信号に変換する。

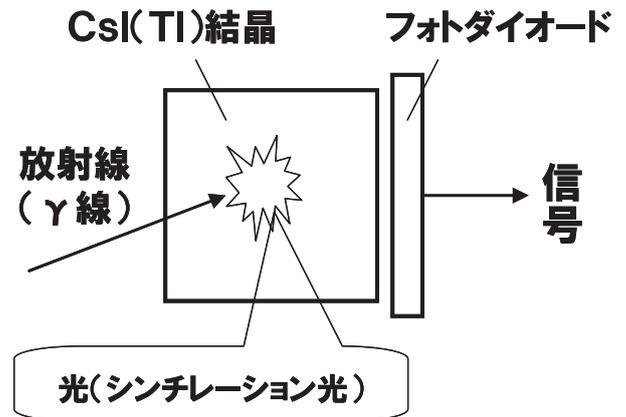


図1 シンチレーション方式の原理図

表1 放射線測定器の使用目的別測定器の種類

| 使用目的 | 測定対象放射線 | 主な検出器の方式 | 測定器の種類 |
|---------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 生活環境の空間線量率の測定 | γ 線 | シンチレーション方式 GM計数管方式・半導体方式 | 簡易線量率計 サーベイメータ |
| 表面汚染の測定 | γ 線・ β 線・ α 線 | GM計数管方式 シンチレーション方式 | |
| 積算被ばく量の測定 | γ 線 | GM計数管方式・半導体方式 シンチレーション方式 | 個人線量計(積算計) |
| 食品などの測定 | γ 線 | Ge半導体検知方式 シンチレーション方式 | スペクトロメータ ベクレルモニタ |
| 内部被ばく測定 | γ 線 | シンチレーション方式 | ホールボディカウンタ |

測定器本体では、この電気信号を処理することで入射した放射線の数をカウントし、単位時間当たりのカウント数から、線量当量率を計算して表示する。また、本方式は入射する γ 線のエネルギーとシンチレーション光の強度が比例関係であることを利用して、入射した放射線の核種の分析を行うことができる特長がある。

(2) GM 計数管方式

GM 計数管方式の検出器はガスを封止した金属管と管の中心にある電極で構成される。

図 2 に示す原理図では、アルゴンとエチルアルコールの混合ガスを用いている。図 2 に示すように、まず、中心の電極と金属管の壁との間に高電圧を印可する。放射線がこの管内に入射すると、ガスが電離作用を起こし、電子と陽イオンが発生する。その後、これらの電子と陽イオンは電極と金属管の壁におのおの移動し、配線内にパルス信号が発生する。パルス信号をカウントすることで、入射した放射線の数を測定する。

本方式は金属管の端面に放射線の透過性のよい窓材（雲母など）で封止すれば、管内に直接放射線を入射することができ、 β 線を測定することも可能になる。

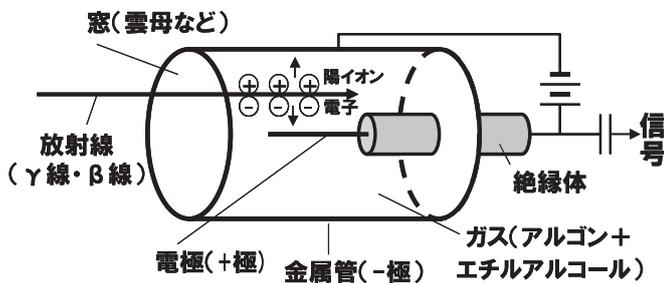


図 2 GM 計数管方式の原理図

4. 放射線の測定方法について

ここでは現在、もっとも需要の多い空間線量率の測定方法について紹介する。

測定に用いる線量率計やサーベイメータは環境省や日本電気計測器工業会が公開しているガイドライン^{1),2)}などを参考にして選び、かつ、1年以内に校正が行われている機器が望ましい。

測定方法はガイドライン¹⁾や自治体が公開している資料³⁾に詳細に記載されており、ここではそこから特に、注意する点について紹介する。

測定は地上 1m の高さの位置で行う。その理由は、放射性物質が地表にあり、人間の内臓器官が主に地上



図 3 空間線量率の測定方法の例³⁾

1m の高さにあることに由来している。よって、自治体によっては子供の身長にあわせて、地上 50cm の高さの位置での測定を併用するところもある³⁾。ただし、 γ 線はあらゆる方向から飛来しており、測定時には線量率計をなるべく体から離して、 γ 線を遮蔽しないように注意する必要がある（図 3 左写真参照）。

次に線量率計はビニール袋などに入れ、汚染を防止する必要がある。（図 3 右写真参照）測定器に放射性物質を含む土壌などが付着すると正しい空間線量率の測定は困難になる。よって土壌が付着したビニール袋は取り替える必要がある。

最後に、空間線量率の値はふらつきがあるため、測定値は値が安定した後に同じ場所で複数回（5 回程度）測った値の平均値とする。

以上の点に注意し、その他はガイドラインなどを参考にしていきたい。

5. おわりに

本報告では、放射線測定器の種類とその主な測定方式の検出原理、空間線量率の測定について注意点を紹介した。放射線測定器の選定や線量率測定の参考になれば幸いである。

参考資料

- 1) 放射能濃度等測定方法ガイドライン；環境省，平成 24 年 12 月第 1 版。など
- 2) 簡易的な環境放射線測定に関するガイドライン；日本電気計測器工業会放射線計測委員会，2012 年 8 月発行。
- 3) 放射線・除染講習会テキスト；福島県災害対策本部原子力班福島県生活環境部除染対策課，平成 24 年 3 月発行。など