

卒業論文概要書

CD

2016年 1月提出

学籍番号 1Y10A040-2

所属学科	先進理工学部 物理学科	氏名	藤原 真理子	指導員	片岡 淳 印
研究 題目	シンチレーション式ワイドレンジサーベイメータの開発				

[研究背景]

福島第一原発の廃炉作業を安全に進めるためには、残留放射線量を正確に把握することが不可欠である。しかしながら、原発構内の残留線量は場所によって多岐にわたる。例えば、除染が進む原子炉建屋外の線量が1mSv/h以下であるのに対し、原子炉建屋内には1mSv/h～1Sv/hもの高い線量が報告されており、数年以内に解体がはじまる原子炉格納容器中にはそれを遥かに上回る線量が残留していると考えられる。現状では一種類の線量計を用いてこれらの幅広い線量環境を持つ原発構内全域の測定を行うことは不可能である。

そこで、本研究ではガンマ線に対する感度が高いシンチレータ(GAGG)と光検出器 MPPC を組み合わせることで、原子炉建屋外から格納容器内を広くカバーする1μ～150Sv/h のワイドレンジの測定が可能な小型線量計の開発を行った。

[測定原理]

従来のもっとも一般的なシンチレーション式線量計は、ガンマ線が入射するごとに波高弁別回路(MCA)を通してエネルギー情報を取得し、その総和として吸収線量を測定している。そのため、ガンマ線の入射レートが高い高線量下では、信号処理速度が追いつかないという課題を有する。

これを克服するために、本研究では (1)大小のシンチレータを組み合わせることで測定可能な線量領域を拡大する、(2)波高情報を4つの閾値で識別することで簡便かつ高速の情報処理を可能にする、という工夫を行った。

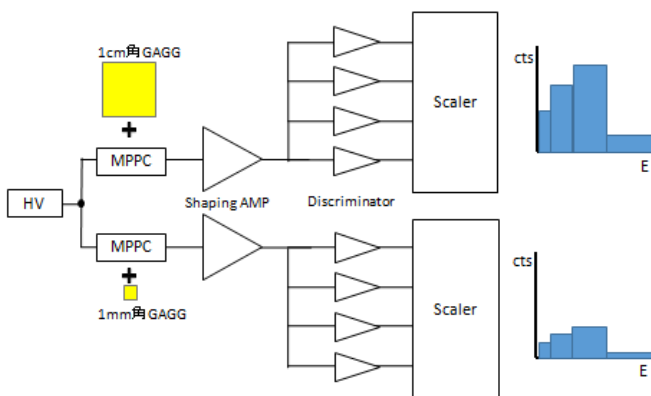


Fig. 1 ワイドレンジサーベイメータの概観

具体的には、低線量(1μ～0.1Sv/h)用の1cm角GAGGと高線量(1m～100Sv/h)用の1mm角GAGGを単素子MPPC(3mm×3mm)で読み取り、線量によって測定に使用するシンチレータを切り替えることでダイナミックレンジを幾何学的に3桁拡大した。

4レベルの閾値によって得た波高情報はFig. 1右端のような4binのスペクトルで表わされ、吸収線量 E_{abs} は

$$E_{abs} = \sum (\text{binの中心エネルギー} \times \text{カウント})$$

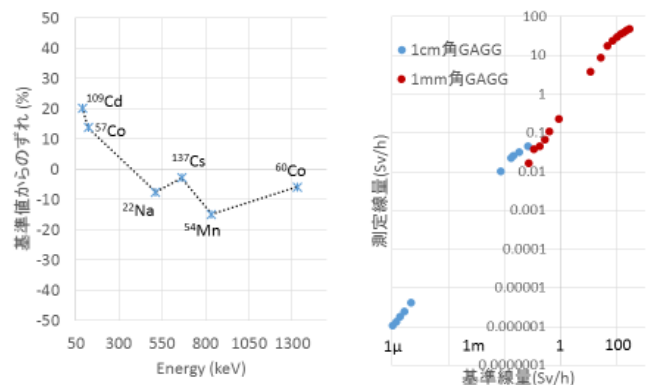
から近似的に計算できる。

[結果]

最初に、異なるエネルギーに対する線量値の測定精度確認を行った。Fig.1の回路とMCAを用いた回路で各々測定した吸収線量を比較したところ、100keV～1330keVの範囲で誤差が20%以内に収まり、4閾値でも十分な測定精度を得られることを確認した。(Fig.2)

次に、 ^{137}Cs 点線源と東工大 ^{60}Co 照射室の～10TBq線源を用いて1μ～300Sv/hの照射試験を行った。この線量領域を一括して測定できる線量計は存在しないため、低線量領域からガンマスポッター(シンチレーション式)、マイドーズ mini(半導体式)、電離箱の3種類の線量計による測定値を基準線量とした。また、カウントレートが5Mcps以上となる線量ではパイルアップによる数え落としが顕著になるため、検出器の不感時間の補正を行った。

結果をFig.3に示す。1μ～150Sv/hの範囲で検出器が正常に動作することが確認できた。しかしながら基準線量と測定線量は一致せず、特に電離箱を用いた高線量領域で測定線量は基準線量の1/2～1/3となった。この原因はGAGG吸収線量と空気吸収線量が異なることであり、補正するためには入射エネルギーごとに補正係数 $G(E)$ を決める必要がある。



(左)Fig. 2 エネルギー補正值とMCAで取得したスペクトルの積分値の誤差

(右)Fig. 3 ワイドレンジサーベイメータの測定値

[まとめ]

大小のシンチレータを組み合わせ、出力パルスの波高情報を4レベル閾値で取得することによって、シンチレーション式サーベイメータの測定上限線量を大幅に向上させた。原子炉建屋内外の残留線量を測定するのに十分である1μ～150Sv/hまでのワイドレンジ測定が可能な線量計を開発した。