

数値への変換・・・ユーザーマニュアル vol2 ver0.6

(線種の識別と線量当量への変換)

© Y.Utsunomia

ガイガーカウンターで計測したカウントを線量当量 (毎時マイクロシーベルト [μ Sv/h]) に換算したいというリクエストは多い。しかし、ユーザーマニュアルの前半で触れているように、それは容易ではなく、以下に示す問題を把握の上、変換する必要がある。

ガイガーミュラー管は放射線一般を検出できるが、放射線には α 線、 β 線、 γ 線などがあり、SBM-20の場合、 β 線と γ 線に感度がある。ガイガーミュラー管の感度そのものは管の容積で、検出線種は管の材質で決まるが、SBM-20の場合は、管がステンレス材でできているため、 α 線は通過せずそのために β 線と γ 線に感度がある。

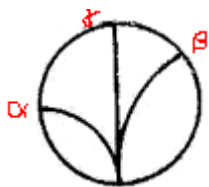
ガイガーミュラー管の検出率は、一般的に γ 線について規定されていて、 β 線については規定がある場合と無い場合がある。線量当量は生体への吸収率を規定しているので、本来は線種ごとに測定し合算するが、ガイガーミュラー管を用いた線量計では、一般的には γ 線についてのみ測定し、線量当量として換算する習慣がある。その理由は、 β 線は皮膚に照射した場合、浸透深度はせいぜい 10mm 程度で被ばくの影響が少ないとされる点、ガイガーミュラー管は一般的に γ 線感度の規定しかないことなどである。

もちろん我々が知りたいのは γ 線や β 線からの放射エネルギーだけではなく、そこに「それを放射している物質」があるかどうか、という点なので、 γ 線+ β 線の両方 (つまり SBM-20 の検出そのもの) を利用しているが、報道などでおなじみの線量当量 (マイクロシーベルト) に変換するには、 γ 線についてのみ測定しなければ、いささか不正確 (かなり多め) に検出される。

「線量当量を得るための測定方法」

γ 線のみガイガーミュラー管に入射させ、 β 線から管を遮蔽する。

β 線と γ 線の違いは、線の本質が β 線は電子 (または陽電子)、 γ 線は光子 (電磁波) であるため、物体の透過率が異なる。またフレミングの左手の法則により、 β 線は磁界中では進路が大きく湾曲するが、電磁波である γ 線は湾曲しない。



(参考: SBM-20 のボディに刻印されている製造元のロゴがあるが、このロゴ、下に線源が在り、左に大きく湾曲しているカーブが α 線を、直進しているのが γ 線を、右に湾曲しているのが β 線 (電子) を表している)

透過率の違いや、進路の湾曲を利用して β 線を管に届かなくすればよいわけで、一例として旧ソビエト製の DP-5V の写真を示す。



DP-5V は軍用のガイガーカウンターで、1990 年ころまで生産されていたようだが、プローブ部分に基本的な技術が集約されている (ちなみにワークショップで使っている SBM-20 は 1996 年製造)。

この装置では透過率の違いにより β 線を遮断する機構が付いており、この機構はシャッターメカニズムで自由に開閉できる。



プローブ本体は鉄製の管材からの削り出しで、有効厚みで 1.8mm あり、十分に β 線を遮断することができる。シャッターは回転式になっていて、全開で β 線 + γ 線、シャッター閉じで γ 線のみ、その隣にキャリブレーションモードが付いている。



シャッター材質は 18-8 ステンレス鋼製で、厚さ 1.5mm。シャッターの一部にキャリブレーション (自己校正) 用の β 線源が埋め込んであり、いつでもこれを参照できるようになっている。シャッターを回転させるだけで、ガイガーミューラー管は全くこの線源を察知できなくなるので、この厚さで十分な遮蔽効果があるようだ。

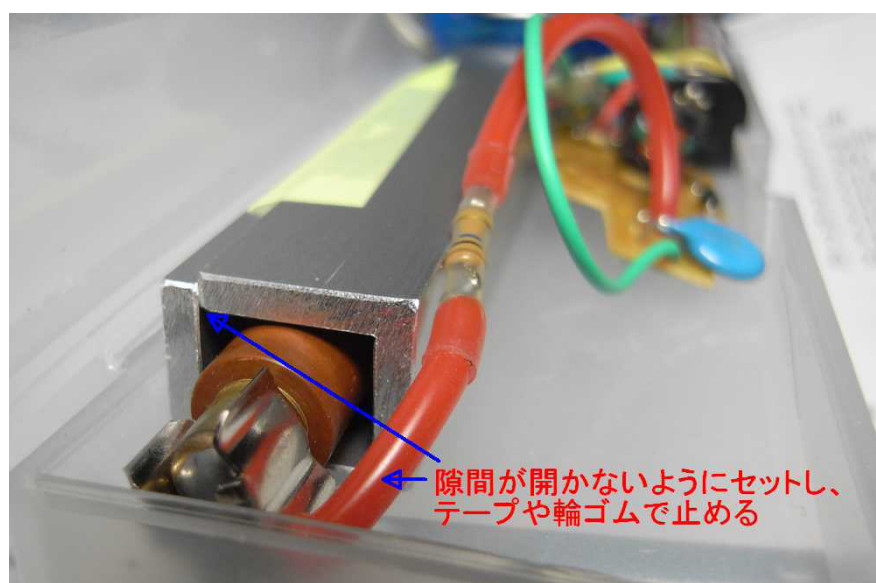
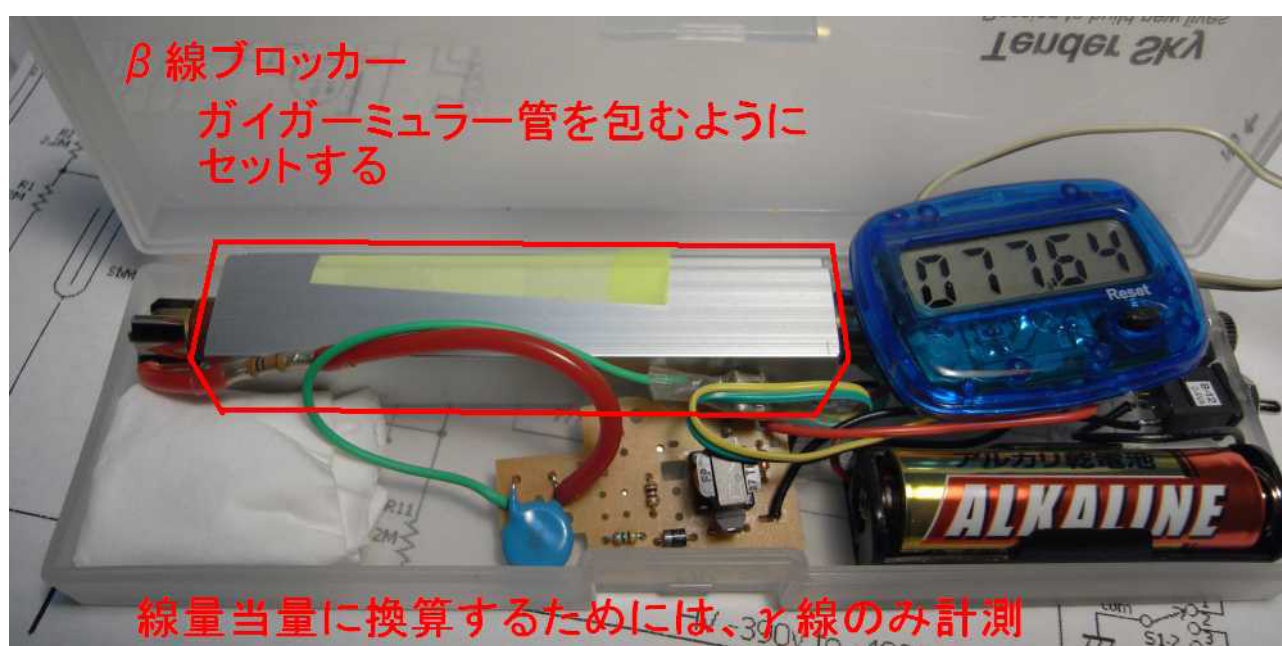


一般的にはアルミニウム 3mm 厚の材料で、ガイガーミューラー管を囲えば β 線を遮蔽できる。



もう一つの方法である磁気による遮蔽だが、機構がやや複雑なのでここでは割愛させていただきます。

ワークショップで製作するセットでも、同様の機構を用意してある。



このセットではアルミニウム合金サッシ材 3mm 厚のアングルを 2 枚用いて、ガイガーミュラー管のみを β 線遮蔽している。



管の両端部分が露出しているが、両端部分からは分厚いガラス絶縁層が管内にあるため、ここからの浸入は少ない。

しかし、ブロッカーの摺り合わせ部分に隙間があると、漏れが多くなるので、弾力性のある粘着テープや輪ゴムなどで止めます。

＊ブロッカーがアノード電極に触れないように、カソード側にそろえてセットする。

＊ブロッカーを装着するときにガイガーミュラー管の「触れてはいけない場所」に触れないように注意。もし触れてしまっても、計数率変化が心配な場合は、アルコールと清浄布で拭き清める。

＊ブロッカーをセットするとカウンターの収まりが悪くなりますが、ご容赦下さい。

＊ブロッカーをセットすると「感度」が悪くなったように感じるかもしれませんが、ブロッカーをセットしても γ 線に対する計数率は悪化しません。 β 線に対する計数が無くなっただけです。

＊ブロッカーをセットした状態で、減塩塩を用いたテストはできません。減塩塩に含まれる放射線源はカリウム40で、その放射線の大部分は β 線だからです。逆にブロッカーの β 線ブロック率を調べるには好都合(それにはややパワー不足ですが)です。

このワークショップの目的は、放射線に対する理解と検知の習得ですが、線量当量 ($\mu\text{ Sv} \cdot \text{マイクロシーベルト}$) を得ることはあくまで付帯する機能です。また、線量当量は β 線遮蔽しても正確には計測できておらず、改善するには線源の核種判定が必要で、それにより補正値が変化するのですが、線源が何であるかガイガー管では知ることができません。比例計数管モードという使い方があり、このモードを利用するとある程度の線源エネルギーの測定が可能。これにより核種の推定も行えます。SBM-20 ではそのモードが利用できますが、本ワークショップの趣旨から外れるため(オーバーオール計数率は低下するため)扱いません。

本機の性能は線量当量を求めることではなく、放射する「何か」の位置や分布、おおよその強度を把握することを目標に企画しています。また使用者自身が動作の確認やメンテナンスができて、気軽に利用できることが重要なのであって、線量測定のオーソリティーを育成することではありません。危険なものから身を守り、信頼できる日常を取り戻すためのツールなのです。

もし高線量の場所を見つけたなら、そこから先は専門の機関に任せるか、より学習と理解と測定装置への投資を進め、臨む必要があります。