

放射線の基本的な性質を学ぶ、距離、遮へい、半減期の実験（その1）

■基本的な実験とは

放射線教育における放射線の実験としては、距離と遮へいが最初に挙げられる。半減期や統計的変動は、放射性物質の性質として重要であるが、授業時間の制約があって取り上げにくい。

「大気圧空気GM管」は、内部線源の実験が可能なので、 $^{220}\text{Rn}$  からの $\alpha$ 線による半減期の実験が10分程度で実施できる利点がある。GM管のプラトー特性も重要な項目として挙げられるが、GM管の動作原理を知る意図なので、やや高度な内容となる。

■距離の実験のためのセット

日本科学技術振興財団では、中学高校レベルの放射線教育に適した理科実験ツールを開発しているが、ここでは7セグメントLED表示型GM計数装置を使用した実験事例について紹介する。

線源は、モノズ石粉末とカオリンの混合粉末を、GM管のサイズに合わせた内径40mmの塩ビ管に高さ5mmとなるように充填し、表面に厚さ0.2mmのプラスチック・フィルムを被せた専用線源として用意した。専用線源全体の高さは10mmとなっている。

この専用線源は、遮へい実験にも使用するので、専用のホルダーに1cmの間隙を空けて張り付けてある。この1cmの間隙は、遮へい板を入れるスペースとなっている。ホルダーの厚さは2cmである。

距離の実験に資するため、専用のスケールを用意した。スケールは一種の下敷きで、1cm刻みでマークがあり、20cmまでの距離の実験ができるようになっている。

さらに、授業時間内にスムーズに実験ができるように、ワークシートとグラフ用紙を用意して、実験手順や注意事項の提示とともに計数値を直接記録・記入することでデータ整理が実験と同時に進められる。

■実験の方法

授業時間を45分間として、例えば、実験の準備5分、事前説明5分、機器の操作の習熟5分、実験10分、データ整理10分、解説10分などと振り分ける。

十分に時間が確保できれば、距離を細かく設定したり、生徒が考えて自由に設定したりできるが、一般的には時間の制約があるので、距離は6点各1分を目安とする。距離の実験は、「距離の逆二乗則」を知ることが目的なので、標準では、1cm、3cm、5cm、7cm、12cm、20cmのように近い距離で密になるように設定した。

これらの距離の起点は便宜上、GM管の端窓とする。一般的なGM管では、放射線がGM管内に入射すれば、すべて検出されるといわれているので、端窓を距離の起点とすることに合理性はある。その理由としては、同芯二重円筒のGM管では、放射線が管内のどこに入射しても電子なだれがアノードの芯線方向に伝播して総電荷が飽和するためと考えられる。しかし、「大気圧空気GM管」の場合は、アノードは二つ折りの半長であり、電子なだれはアノードの先端付近に限定される。したがって、距離の起点を端窓にすることが合理的かどうかは分からない。

実は、距離の実験からこの問題に対して興味深い結果が得られているので、次に示す。

■実験結果の例

図-1 は高校で実施した距離の実験結果の例で、方眼紙にグラフ化したものである。累乗関数で近似すると、次数は-1 に近い結果となつて、「逆二乗則」の-2 とは違いが大きい。

図-2 は同じ結果を両対数紙でグラフ化したものであるが、赤のプロットは、距離に起点を「大気圧空気GM管」のアノードの先端とした

系列で、次数が-2 に近くなっている。このことから、「大気圧空気GM管」ではアノード先端近傍が放射線の検出域となっていることが示唆される。

他の要因としては、「距離の逆二乗則」が点線源を仮定しており、線源が点線源でないために近距離での乖離があることも理解できる。

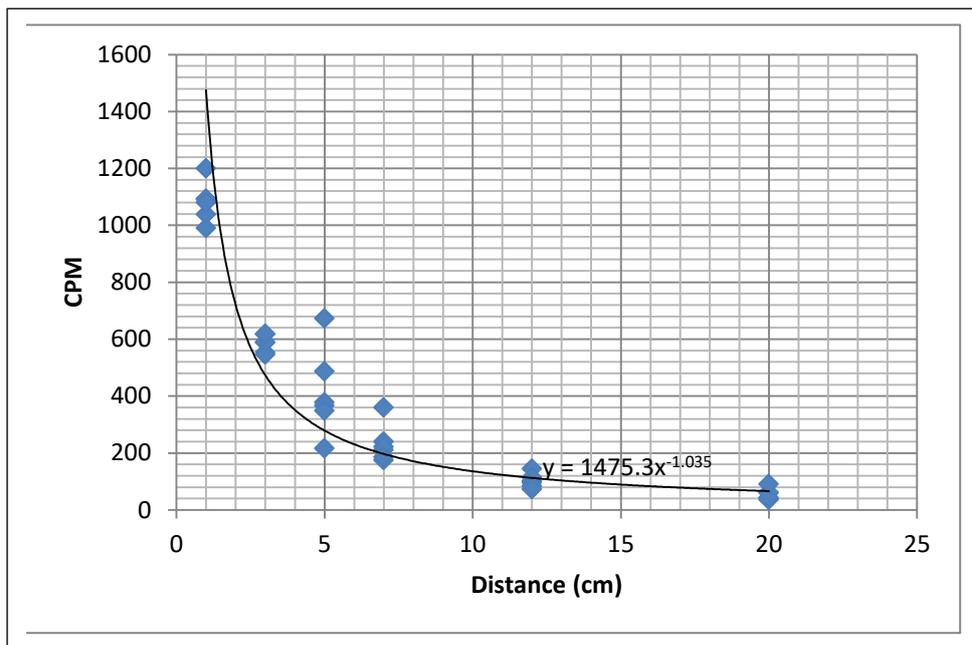


図-1 方眼紙にプロットした距離の実験結果

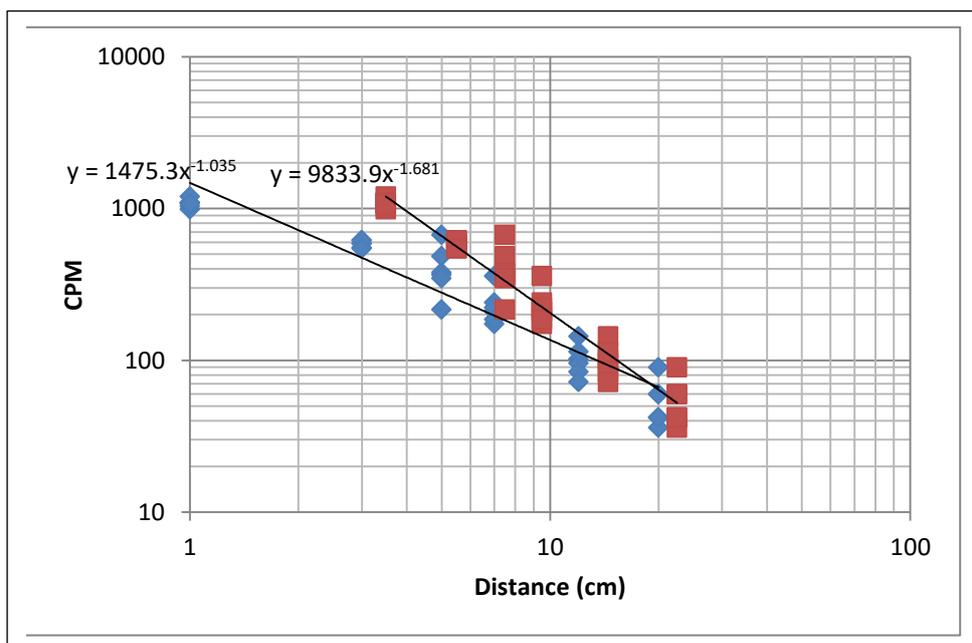


図-2 両対数紙にプロットした実験結果