

放射性物質の基本的な性質を学ぶ、半減期、統計的変動の実験（その2）

■放射性物質は自然と減っていく

距離や遮へいの実験からは、放射線の基本的な性質（「離れば減る」と「遮れば減る」）が理解でき、放射線安全や放射線防護の知識ともなる。他方、放射線は放射性物質から出てくるものでもあるので、放射性物質（放射性核種）の知識も必要である。

放射線は、ある放射性物質が壊れて他の物質となるときに放出される。したがって、放射性物質には自然と減っていく性質があり、その数が元の数の半分になるまでの時間はその放射性物質に固有の性質であって、半減期と言う。言い換えれば、単位時間に放出される放射線の数はマクロには決定的である。しかし、個々の原子に着目すれば、それがいつ壊れるかは予測できず、結果、ランダムな現象となる。

つまり、ある放射性物質から単位時間に出る放射線の数には統計的変動があることになる。

■統計的変動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計数装置など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。

統計的変動の実験に使用する線源としては、

混合線源であるモノズ石を使用する。モノズ石は単一核種の線源ではないが、トリウムの鉱石であってトリウム系列の放射性核種が含まれており、それらは放射平衡の状態にあると考えられる。したがって、すべての放射性核種の放射能（単位時間あたりの壊変数）はすべて同じなので、単一の核種と同様の仮定ができる。

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。

実験操作は計数装置を起動させるだけで、後は1秒率の表示を読み取り続けることになる。この際、2人で数値の読み上げと記録を分担するとよいが、計数装置からの信号をパソコンに入力して計数を記録し、データ処理すれば作業は簡単になる。ただし、いずれにしても、データ処理にはパソコンやタブレットが必要になる。

ここで、統計的変動の実験の狙いが実験誤差にある場合は計数率を数10CPS以上にしてガウス分布に近くなるようにするが、放射性物質の壊変の特徴であるポアソン分布に近づけるには、計数率を1ないし2CPSとなるようにする必要があり、線源までの距離で計数率を調整することができる。

■実験結果の例

図-1 は高校の理科授業での統計的変動の実験結果の例で、10 分間で 600 点、平均計数率 23.4CPS の測定結果を示す。測定値はポアソン分布にもガウス分布にも近い。

図-2 は同じく平均計数率 1.68CPS の実験結果で、測定値はポアソン分布にほぼ一致している。

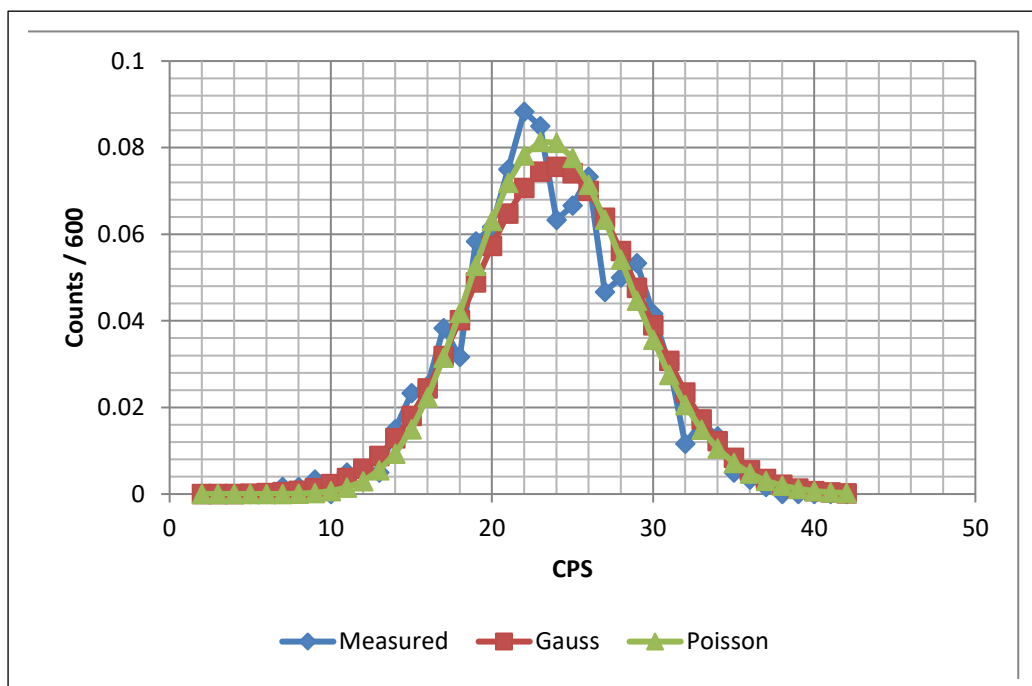


図-1 600 点平均計数率 23.4CPS の実験結果

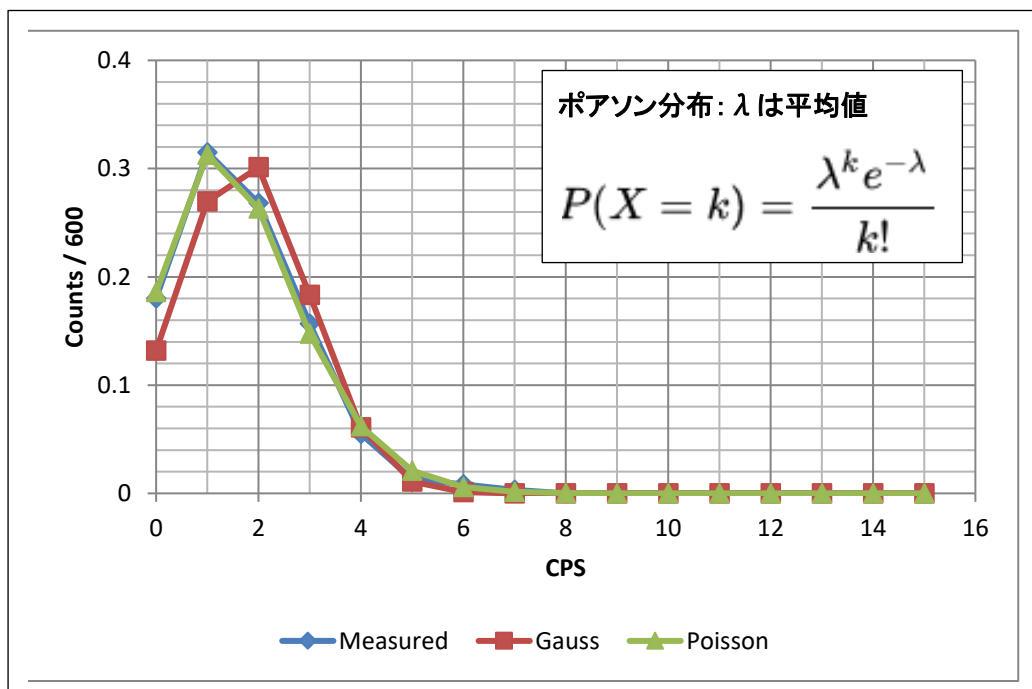


図-2 600 点平均計数率 1.68CPS の実験結果