

教育現場で測定可能なクルックス管からの 漏洩X線量スクリーニング手法の開発

森 千鶴夫¹⁾、秋吉優史²⁾、緒方良至³⁾、掛布智久⁴⁾

名古屋大学・工¹⁾、大阪府立大学・工²⁾、名古屋大学・ア総合セ³⁾、日本科学技術振興財団⁴⁾

1. はじめに

中学校や高等学校で電子線の観察に用いられるクルックス管は、実はレントゲンがX線を発見した放電管とほとんど同じである。したがって、クルックス管からは一般的にはX線が発生・漏洩している。この漏洩X線の管理に関しては、本セミナーの本講演に先立って「教育現場に於けるクルックス管から漏洩するX線に対する安全管理について」と題した講演がある。安全管理に関してはこの講演で詳細に述べられている。

本講演では、安全管理に必要な漏洩X線の線量率の測定に関して述べる。測定は専門家が専用の測定器を用いて測定するのが望ましいが、それでは全国の多くの学校におけるそれぞれのクルックス管の使用状態における漏洩X線の線量率を知ることはできない。そこで、各学校において先生方御自身が測定できる二つの手法を開発した。

一つは、各学校において摩擦静電気の実験などに使用するために、必ずと言ってよいほど保有されている箔検電器を使う方法である。他の一つは、無料で容易に借用できる簡易放射線測定器を使用する方法である。

2. 箔検電器で漏洩X線線量率を測定する方法

箔検電器は、先生方は摩擦静電気の実験などでよく使用しておられる。図1左の写真のような形状をしている市販の箔検電器ならば全て使用できる。半円形の日盛紙を手作りして、背面のガラスの表面に張り付ける。箔検電器に摩擦静電気を荷電して箔を開かせる。例えば正の電荷を荷電した場合には電極は+500ボルト程度の電位になっている。他方、X線は空気中に正負のイオン対を発生させるので、負のイオンが電極に引き寄せられて、電極の正の電荷が中和され箔が閉じて行く。X線の線量率が高ければ、イオン対の濃度が高いので箔は速く閉じる。箔の開き角が60度から30度になるまでの時間（半減時間T）を測定して、演者らがあらかじめ作成した図2の検量線からX線の線量率が求まる。この検量線は、箔検電器と電離箱を使って、条件をいろいろと変えて

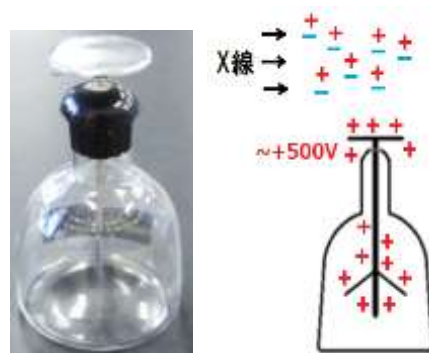


図1 左：市販の箔検電器、右：箔検電器の電荷がX線によって空気中に作られたイオンによって中和されて箔が閉じる。

求めたものである。箔が閉じる半減時間 T は、箔検電器に正の電荷を荷電した場合の半減時間 T_+ と負の電荷を荷電した場合の半減時間 T_- とでは若干異なることが多い。そこで、 T_+ と T_- を測定し、その幾何平均値 $T = (T_+ \times T_-)^{0.5}$ を求めて半減時間 T とすれば、図 2 の検量線がそのまま使える。測定範囲は $10 \mu\text{Sv/h}$ ～数 mSv/h であり、測定誤差は約 $\pm 30\%$ である。

測定において注意すべきことは、高電圧電源（誘導コイルが多い）の針状の電極先端からのコロナ放電によるイオンが箔検電器の電荷を中和することである。従って高電圧電源の針状の電極を取り外して実験する必要がある。また、窓からの風や排風機のそばで空気の流れが強い場合には、X 線が空气中に作ったイオンを流してしまうので風がほとんどない状態で実験する必要がある。

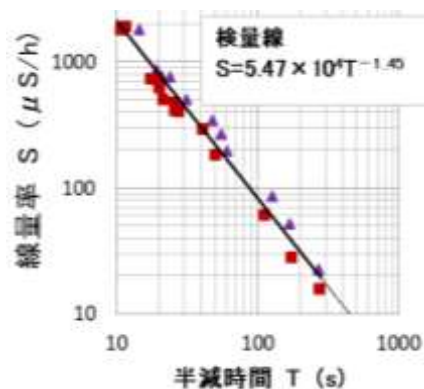


図 2 箔検電器の箔の開き角の半減時間 T から X 線の線量率を求めるための検量線

3. 簡易放射線測定器 KIND-mini を借用して測定する方法

図 3 左の KIND-mini は日本科学技術振興財団から無料で借用できる。この測定器を X 線の線量率を測定したい場所に 1 分間以上置くと X 線の計数率 (cpm) が表示される。図 3 右の検量線から X 線の線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) が得られる。高電圧電源が誘導コイルのようにパルス状の高電圧を発生している場合には、電波が発生して

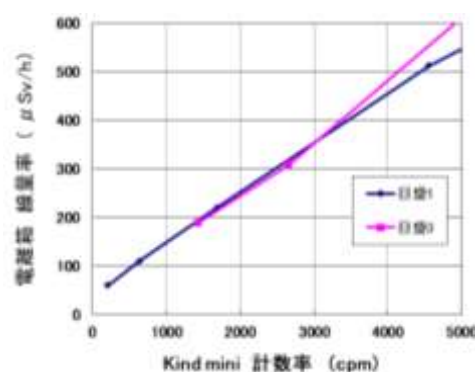


図 3 左：KIND-mini、右：検量線

いて、KIND-mini はこの電波を計数する場合があるので、誘導コイルから少し離れた位置で測定する必要がある。

4. まとめ

学校の先生方御自身でクルックス管からの漏洩 X 線の測定が可能な二つの方法を提案した。クルックス管から 50cm に位置において 1mSv/h であったとすれば、先生が 1m の位置で 10 分間の実験を 1 年間に 6 回行なえば 0.25mSv/年 になって、一般人の線量限度 1mSv/h の $1/4$ になる。X 線が低エネルギーであることや、どちらかと言えば局部被曝であることを考慮すれば、被ばく線量は更に $1/10$ 程度少なくなる。

やや余談にはなるが、誘導コイルの針状電極の先端から発生しているコロナ放電の結果発生するイオンによって箔検電器の箔が閉じる実験は容易にできるので勧めたい。