

高い漏洩線量を示すクルックス管に対する放射線安全管理

Radiation safety management for Crookes tube that radiate high leakage dose

*秋吉 優史

*大阪府立大学 放射線研究センター

学校教育現場で用いられているクルックス管は個々の製品毎に特性が異なり、漏洩 X 線量の大きい製品では表面から 15cm の位置で $H_p(0.07)$ が 200mSv/h にも達する場合がある。このようなクルックス管について平均電流に対する漏洩線量、エネルギースペクトルなど評価し、放射線安全管理上必要な対策について検討を行った。

キーワード： クルックス管、低エネルギー X 線、放射線計測、一般公衆、線量拘束値、放射線教育

1. 緒言

H29 年に公示された新学習指導要領に於いては、クルックス管などの真空放電と関連づけながら放射線の性質と利用にも触れることが新たに追加された。当該単元は 2 年生で取り扱われ、全ての生徒が放射線について学習することになり極めて画期的である。クルックス管はレントゲンが X 線を発見した際に用いられており、もっとも古くから放射線を放出していることが知られていた装置であるとも言えるが、現在中学や高校の理科の授業に於いて使われているクルックス管からどの程度の強さの放射線が放出されているかということはほとんど認識されていない。既に 1994 年に一部の製品では表面からの距離 5 cm での $70\mu\text{m}$ 線量当量率が 250mSv/h にも達することが報告されており[1]、我々の研究でも 15 cm の距離における $70\mu\text{m}$ 線量当量率が 200mSv/h というさらに高い線量を漏洩する装置が発見されている。このため、放射線が放出されていることを知らずに不注意な取扱いを行うと大きな線量を被ばくする恐れがある。

2. どのように放射線安全管理を行うか

上記の理由により教育現場に於ける放射線安全管理を行う必要があるが、ほとんどの場合教員は放射線に関する教育を受けておらず、測定器なども持っていない（持っていたとしても電離箱など一部を除いてほとんどの製品で正常に測定できない）。さらにクルックス管の個々の製品毎に大きく特性が異なることが明らかになっている。個々の現場毎に対応を行う事は困難であるため、誘導コイル及びクルックス管の特性を動作原理から本質的に理解し、どうすれば漏洩線量を抑えることが出来るのかを、全国的な有志の集まりであるクルックス管プロジェクト[2]により検討を行ってきた。その中で、クルックス管から漏洩する X 線は 20keV 前後と低エネルギーであり、ごく僅かな印加電圧の変化で漏洩線量が大きく変化することが明らかとなった。さらにクルックス管毎にコンダクタンスが大きく異なり、電流の流れにくい装置では誘導コイルの一次側の電圧を抑えていても実際には高い電圧が印加されてしまう場合があり、印加される最大電圧を抑える安全装置としての放電極の設定が極めて重要であることが明らかになった。また、極薄くて軽いガラスの水槽が安価に販売されており、それらを用いることで極めて有効な遮蔽を行う事も可能であった。

これらの知見をまとめて、以下の様な暫定ガイドラインを策定した。

- 1)誘導コイルの放電出力(一次側印加電圧)は電子線の観察が出来る範囲で最低に設定する。
- 2)放電極を必ず使用し、電極間の距離は 20mm 以下とする。
- 3)出来る限り距離を取り生徒への距離は 1m 以上とする。磁石で電子線を曲げる時は指し棒等を使用する。
- 4)演示時間は 10 分程度に抑える。

この暫定ガイドラインを遵守することで本当に安全を確保することが出来るのか（国際的な免除レベルとしての実効線量 $10\mu\text{Sv/y}$ を目標としている）、クルックス管プロジェクトに於いて全国の中高の教育現場にガラスバッジを配布して測定してもらい実態調査を行っている。無料で安全確認を行える機会であるので、全国での協力呼びかけを期待する。

[1] クルックス管から漏洩する X 線の実態とその対策, 大森儀郎, 神奈川県立教育センター研究集録, 13(1994)21-24.

[2] <http://bigbird.riast.osakafu-u.ac.jp/~akiyoshi/Works/index.htm>