

ペルチェ冷却式高性能霧箱の高性能化とクルックス管を用いた光電子観察

Improvement of peltier-cooling-type high performance cloud chamber
and photoelectron observation using a Crookes tube.

*秋吉 優史¹

¹大阪府立大学 放射線研究センター

ペルチェ冷却式高性能霧箱は、その後様々な改良を行うことで大幅な高性能化を達成しており、 β 線や γ 線が弾き出す光電子の観察も容易に行えるようになったため、今回新たにクルックス管からのX線の観察を行った。

キーワード：放射線教育、ペルチェ冷却式高性能霧箱、真空放電と放射線の性質、中学学習指導要領

1. ペルチェ冷却式高性能霧箱の高性能化

平成20年度から中学校での学習指導要領に放射線教育が再び取り入れられおり、発表者はペルチェ冷却式高性能霧箱を用いた放射線教育コンテンツを開発してきた[1]が、今年4月に改訂され、平成30年度から先行実施、平成32年度から全面实施される新しい学習指導要領ではさらに「真空放電と関連付けながら放射線の性質と利用にも触れること」と定められており、クルックス管と関連させたコンテンツ開発が急務である。

サーベイメーターでの測定と併せて、霧箱による放射線の飛跡の観察は放射線教育の非常に重要な柱の一つである。2016年3月の本学会で発表したペルチェ冷却式霧箱はその後様々な改良により高性能化されたが、2017年3月の本学会オープンスクール小委員会でのデモ展示の際に、ストーブの排気の影響で上手く飛跡を観察することが出来ない、と言う事態に陥った。以前からストーブの排気が悪影響を及ぼすことは知られていた(飛行機雲が何故見えるのかを考えれば容易に理解できるであろう)が、余りにも強く影響を受けることが明らかとなったため早急の対応が必要となった。その結果、雑イオン除去のための電極の配置を上下方向の印加への変更と、チャンバーの密閉度の向上で大幅に性能を改善できることが明らかとなった。この改良により条件により観察が困難であった低LET放射線についても確実に観察することが可能となったため、通常の β 線よりもはるかにエネルギーの低いX線からの光電子についても観察を試みた。

2. クルックス管から放出されたX線を用いたペルチェ霧箱による光電子観察

クルックス管としては、ケニス株式会社のクルックス管セット 3K(3種組)のうちの十字入りの物を用いた。誘導コイルの放電極の間隔は2cm(20kV程度に相当)とし、2m離れた位置での観察を行った。同位置でのインスペクター USB GM サーベイメーターによる測定値は16kcpm程度であり、「エックス線発生装置のための低線量評価法」[2]によれば、 $4.8 \mu\text{Sv/h}$ 程度となる(NaIシンチレーター、エアーカーンターSなどの線量計ではX線のエネルギーが低いと正常に評価できなかった)。この条件でのX線からの光電子の観察結果を図1に示す。また比較のため、30cm位置での観察結果を図2に示す。図1では4mm程度の明確な光電子の飛跡が観察されているが、図2ではイベント数が多すぎるためか明確な飛跡としては観察できなかった。20keVの電子線の空気中での飛程は1.5cm程度有り、観察された飛程はそれよりも短かった(トリウムからの β 線及び γ 線からの光電子はずっと長い飛跡を観察できる)ため、印加電圧の測定、エネルギースペクトルの評価を今後行う予定である。5kV以下のより低電圧で作動する冷陰極クルックス管も存在しその線量評価も急務である。いずれにしても、電子を叩き出す「電離」と言う現象が放射線の本質であり、それを直感的に理解できる本実験は放射線教育上極めて大きな意味を持つと言える。

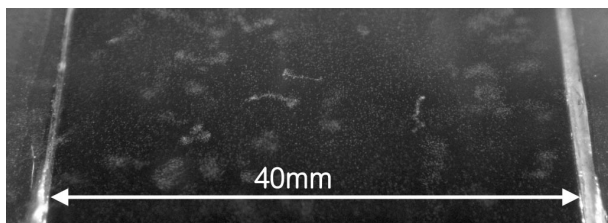


図1. クルックス管のX線による光電子の飛跡

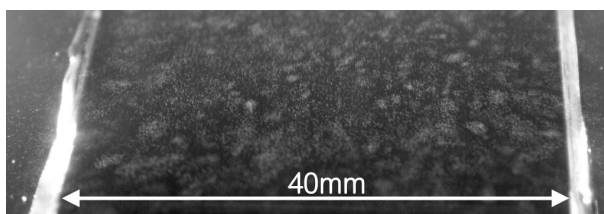


図2. イベント数が多すぎ明確な飛跡が観察されない例

参考文献

- [1] 秋吉 優史, “ペルチェ冷却式高性能霧箱の開発”, ESI-NEWS, Vol 35, No 3 (2017) 121-132.
- [2] 大久保 徹, 府川 和弘, 野村 貴美, 日本放射線安全管理学会誌, 第15巻1号, pp. 66-73.

*Masafumi Akiyoshi (akiyoshi@riast.osakafu-u.ac.jp)

¹Radiation Research Center, Osaka Prefecture University.