

2021年 1月 28日 日本保健物理学会  
企画シンポジウム @ Online

# 教育現場で測定可能な クルックス管からの漏洩X線線量率の測定法

森 千鶴夫<sup>1)</sup>、 秋吉優史<sup>2)</sup>

名古屋大学・工<sup>1)</sup>、 大阪府立大学・工<sup>2)</sup>

座長： 橋本 周 (JAEA)



漏洩X線の線量率を、中学校や高等学校の先生方が御自身で測定することができる二つの方法を紹介します。

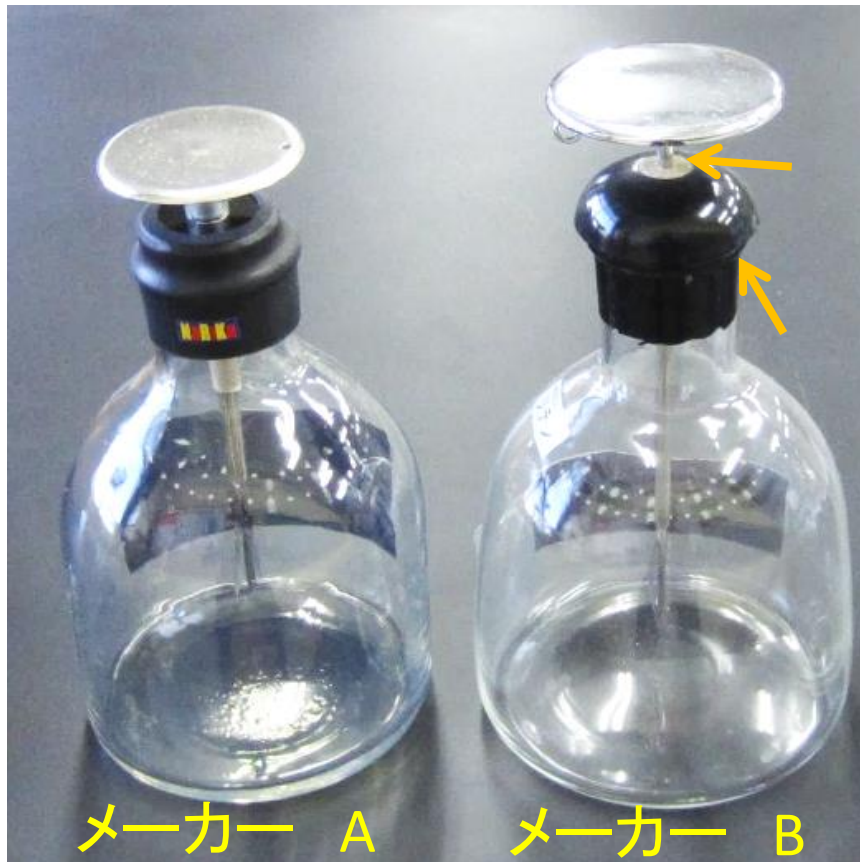
①**箔検電器**による方法

②簡易放射線測定器**Kind-mini**による方法

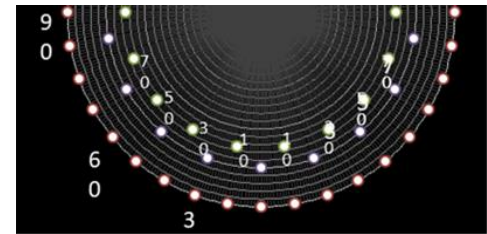
**検量線**を使って、測定値から線量率へ

# 箔検電器で測る方法

以下のような型の**市販の箔検電器**なら  
どれでも使えます。



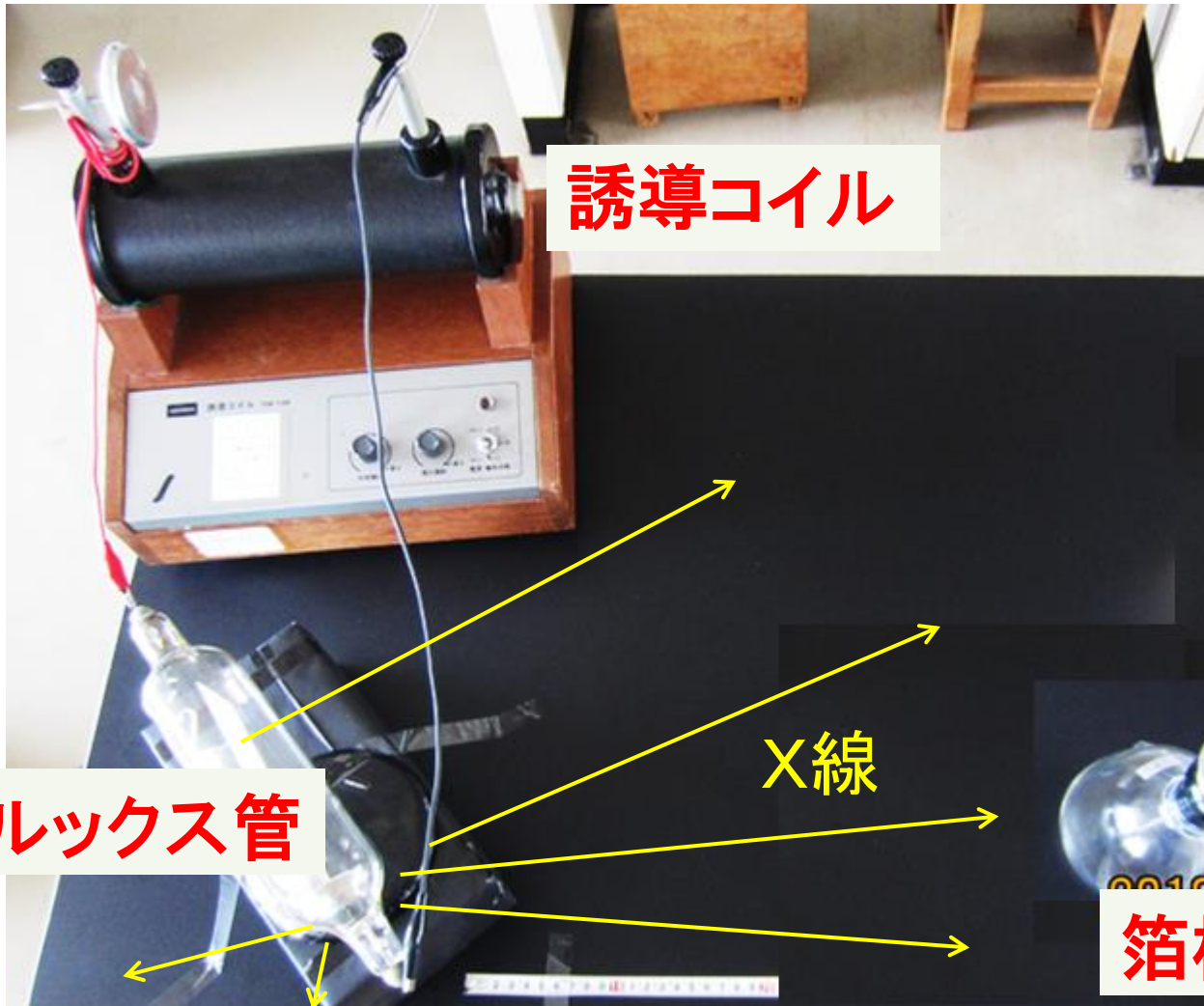
目盛紙を添付する



使用前に掃除する



# 箔検電器に荷電して、クルックス管から一定の距離に置き、箔が閉じる時間を測る

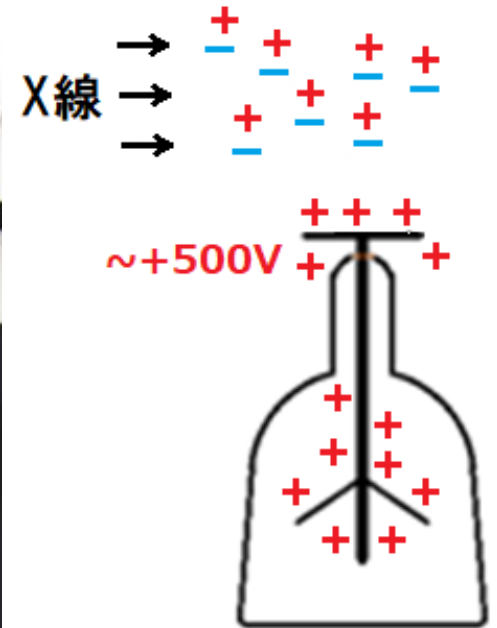


誘導コイル

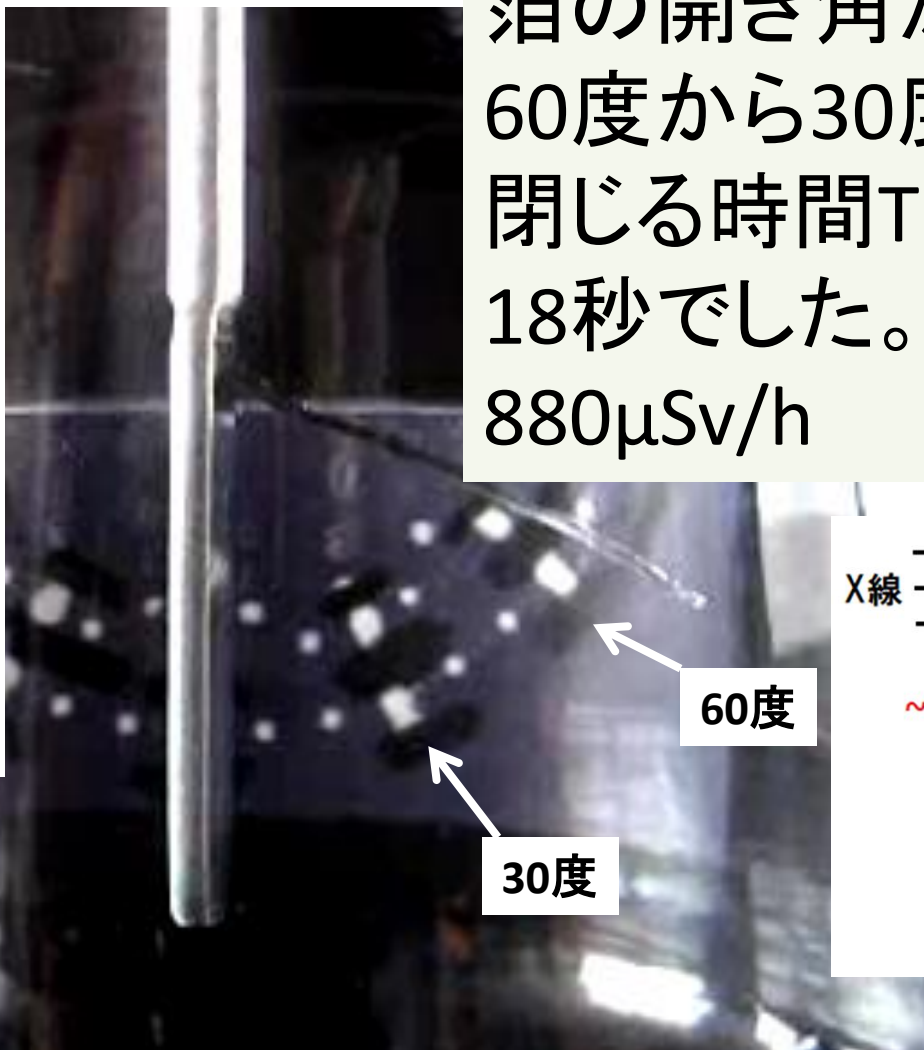
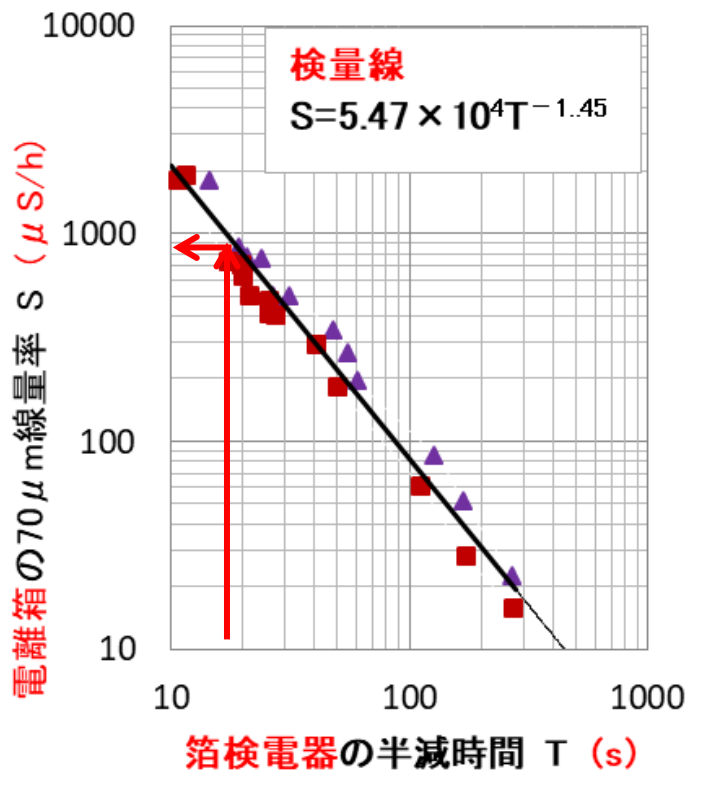
X線

クルックス管

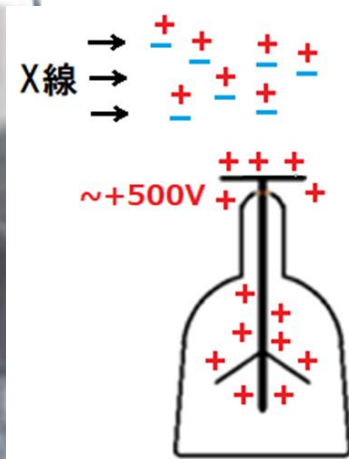
箔検電器



# 箱が閉じる様子をビデオで見てください！



箱の開き角が60度から30度に閉じる時間Tは18秒でした。  
880μSv/h

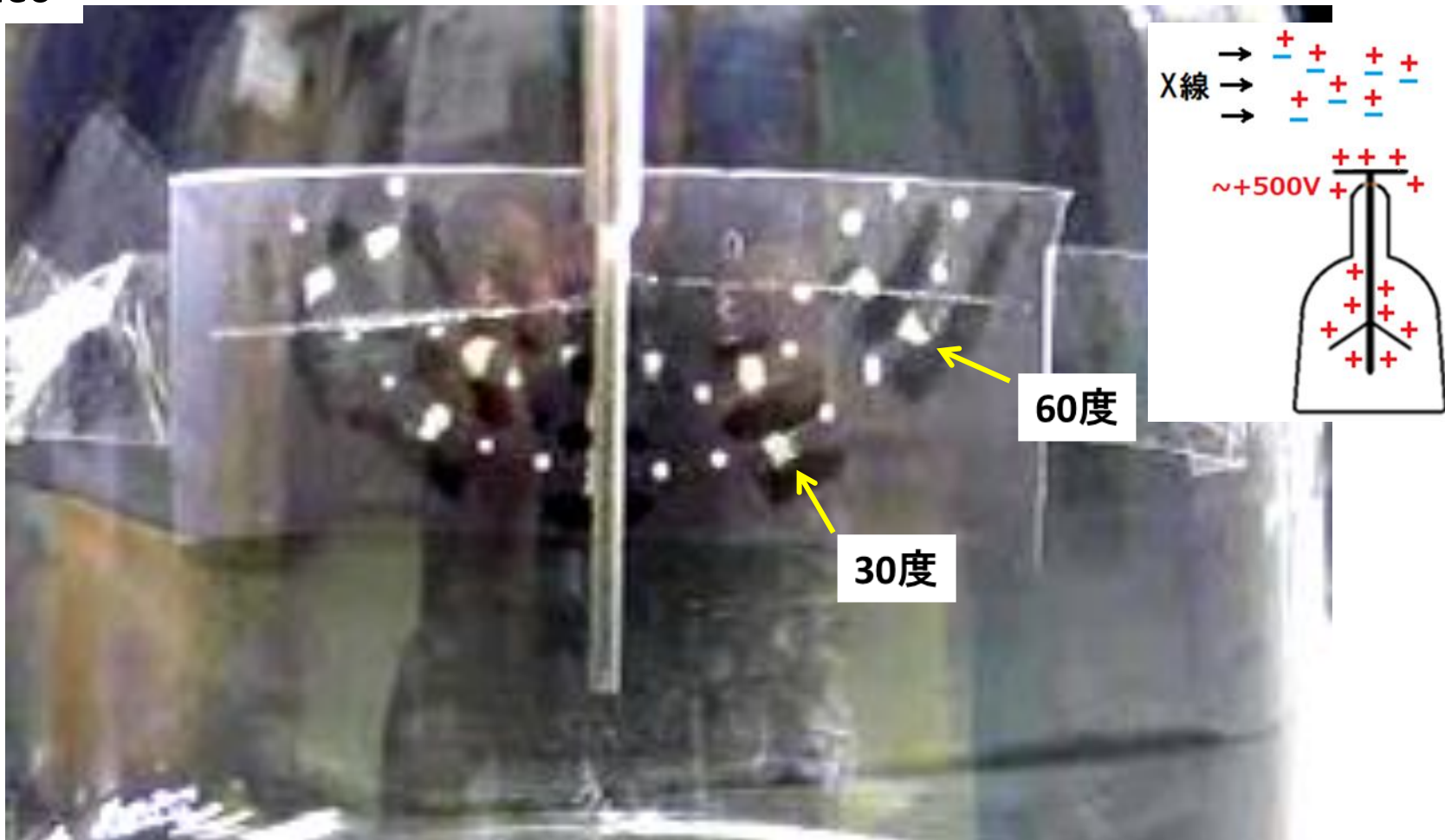




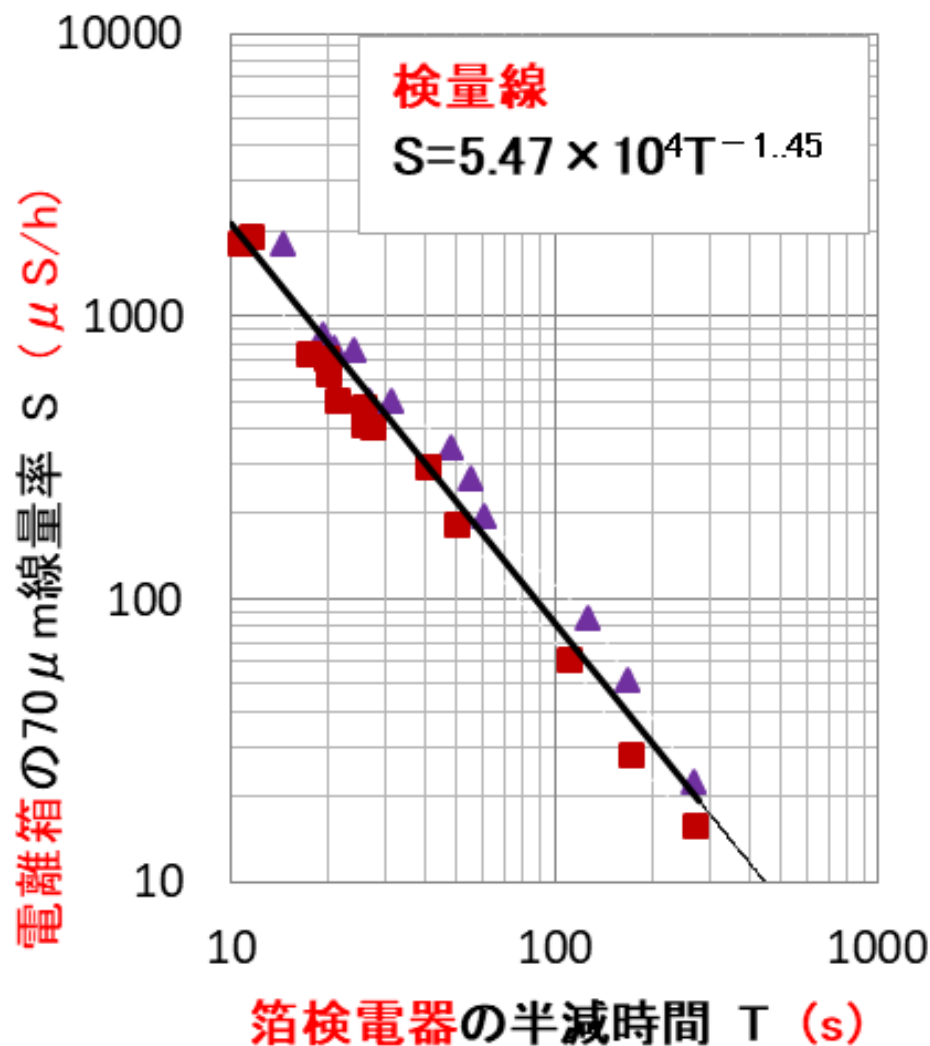
# 箱が閉じる様子をビデオで見よう！

角度60度から30度になるまでの時間T(半減時間)  
4.2秒→7.5mSv/h

Video



# 半減時間Tを測れば、講演者らが提供する 検量線を使ってX線の線量率が直ちにわかる！



箱が閉じる時間が  
**18秒**の場合には、  
検量線から  
70μm線量率は  
**880μSv/h**であるこ  
とが分かる。

誤差 約±30%  
箱検電器は使用  
前にX線がない時  
の半減時間が十  
分長いことを確認  
する必要がある。

測定は簡単ですが、  
注意しなければならない点があります。

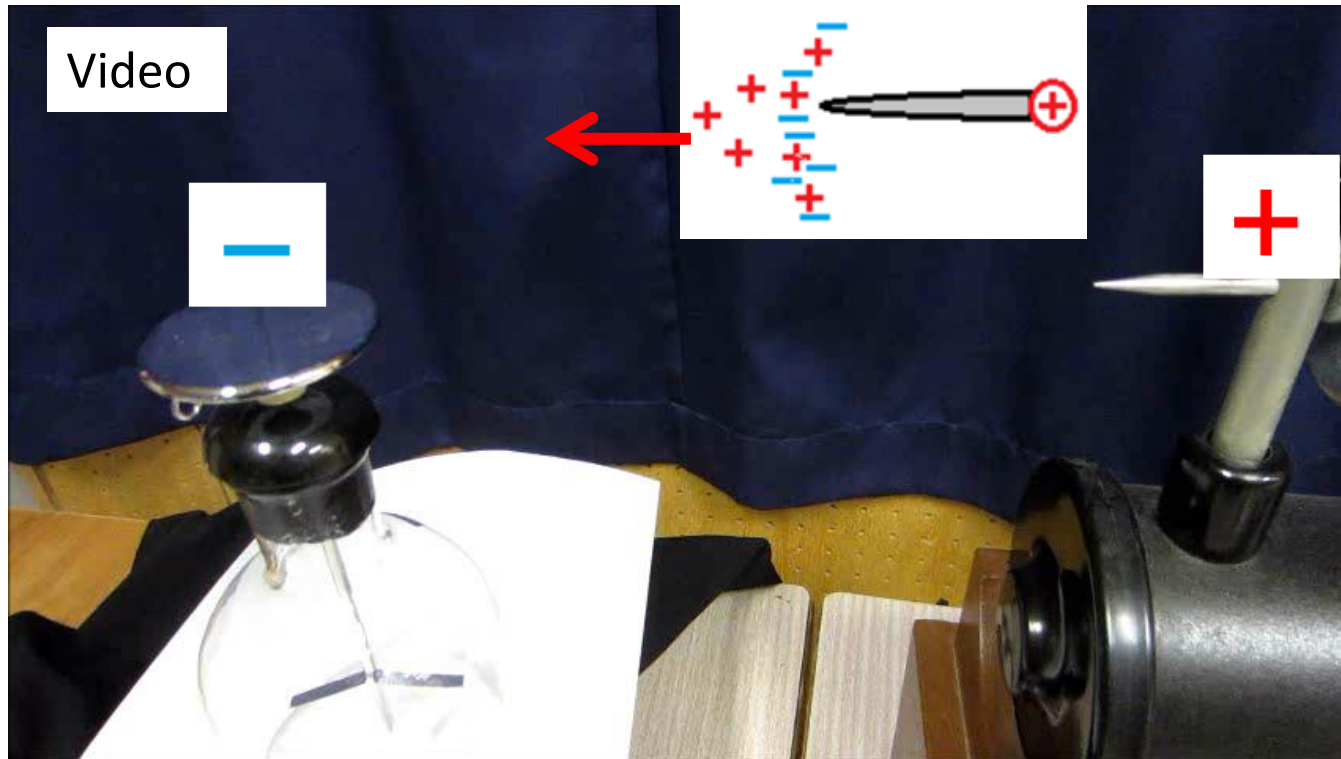
実験の際の周囲の状況と半減時間の測定

- (a)誘導コイルからコロナ放電が起きていない
- (b)風がない(窓を閉じる、換気扇のそばを避ける)
- (c)箔検電器に正の電荷を荷電した場合と  
負の電荷を荷電した場合の両方の  
半減時間( $T_+$ と $T_-$ )を測定して  
幾何平均値を採る  $T=(T_+ \times T_-)^{0.5}$

詳細は、「放射線教育」誌 Vol.23(1) (2019) 33-39 を  
ご覧下さい。



# 針電極の先端でコロナ放電が起きていることを確認する実験



この実験は、簡単で、X線とは「電離」という現象に関して共通点があるので、先生が授業でデモンストレーション実験をなさることをお勧めします。

↑  
誘導コイルの  
電源 ON → 箔が閉じる

# 簡易放射線測定器 Kind-mini を使用方法

Kind-mini は日本科学技術財団から送料無料で借用できる。

[らでい のホームページ  
https://www.radi-edu.jp/](https://www.radi-edu.jp/)

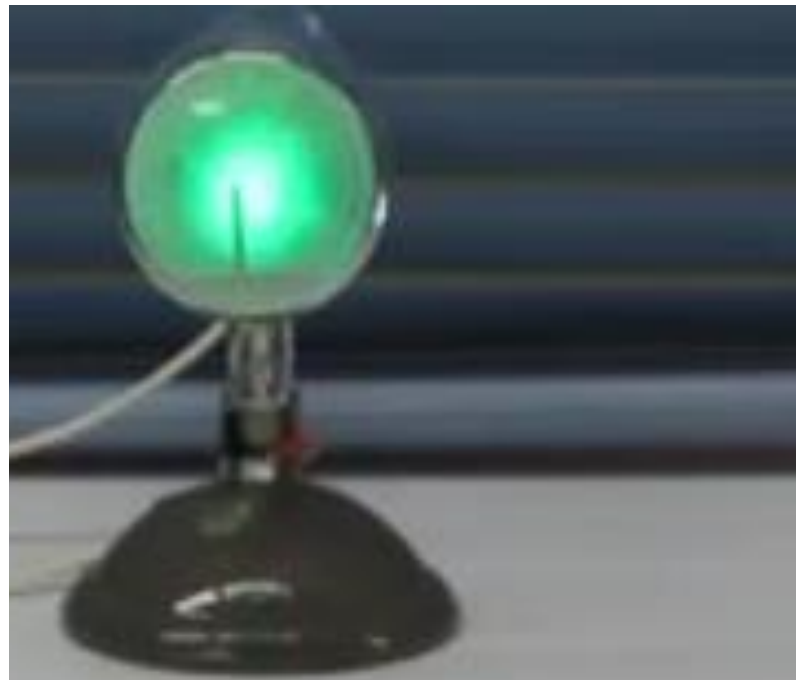
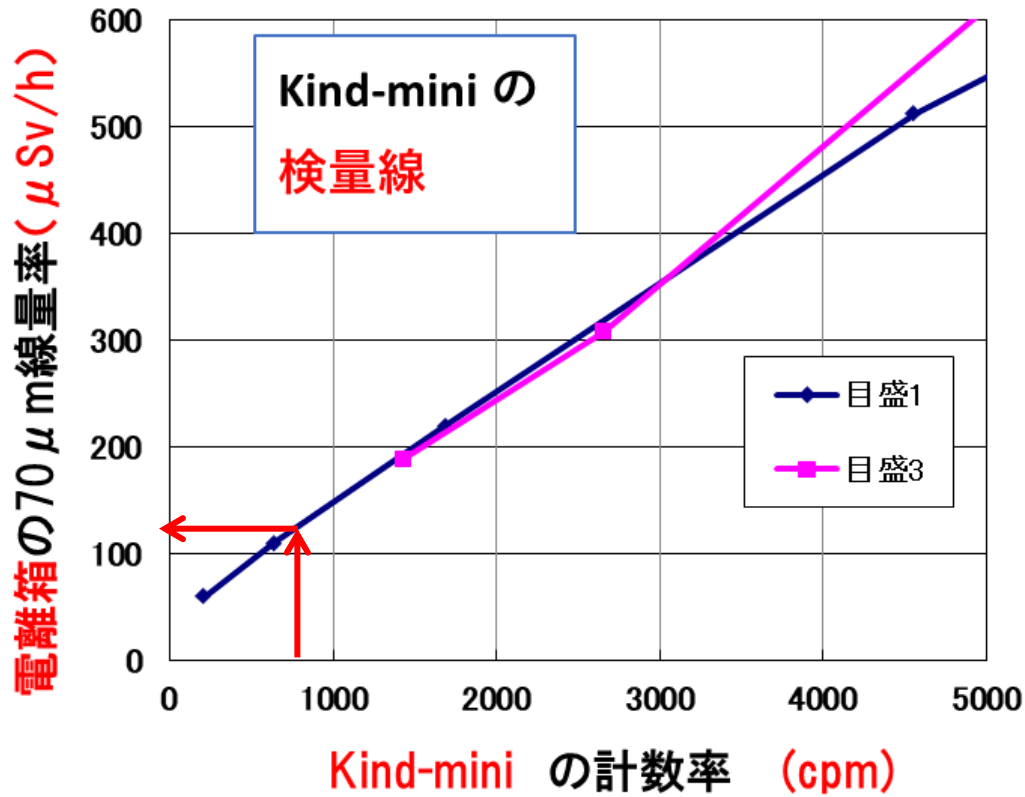


**誘導コイル**  
UCHIDA  
TW-10E

**簡易放射線測定器  
Kind-mini**

**クルックス管**

**X線**

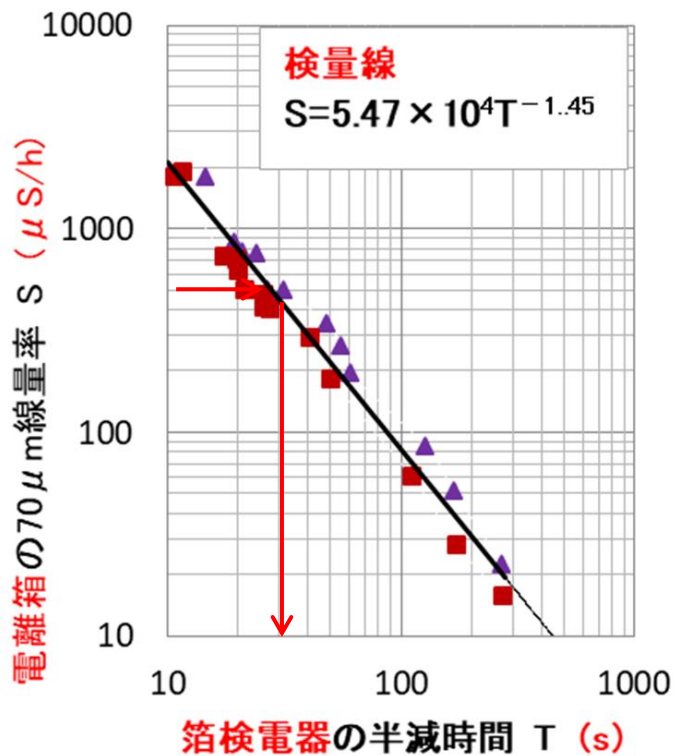


130 $\mu$ Sv/h  
 $\uparrow$   
 727cpm



# スクリーニングレベル

免除レベル： 10cmにおいて $1\mu\text{Sv/h}$ 以下（山口先生）  
1cm線量当量  $\times$ （約10）  $\rightarrow$  70 $\mu\text{m}$ 線量当量（秋吉先生）



免除レベル以下： 10cmにおいてT  
が450s (7.5min)以上であればよい  
被ばく線量が外部自然放射線（約  
 $1\text{mSv/y}$ ）の1/10以下

（ $1\text{mSv/y} \times 0.1 = 250\mu\text{Sv/y}$ ）

（ $250\mu\text{Sv/y} \times 10 = 2500\mu\text{Sv/y}$ ）

50cmの位置において10分間の  
実験を年間30回すれば $500\mu\text{Sv/h}$

○箔検電器で、

50cmにおいて30秒以上

○Kind-miniで、4000cpm以下

# まとめ

漏洩X線を、先生方御自身で測定できます。

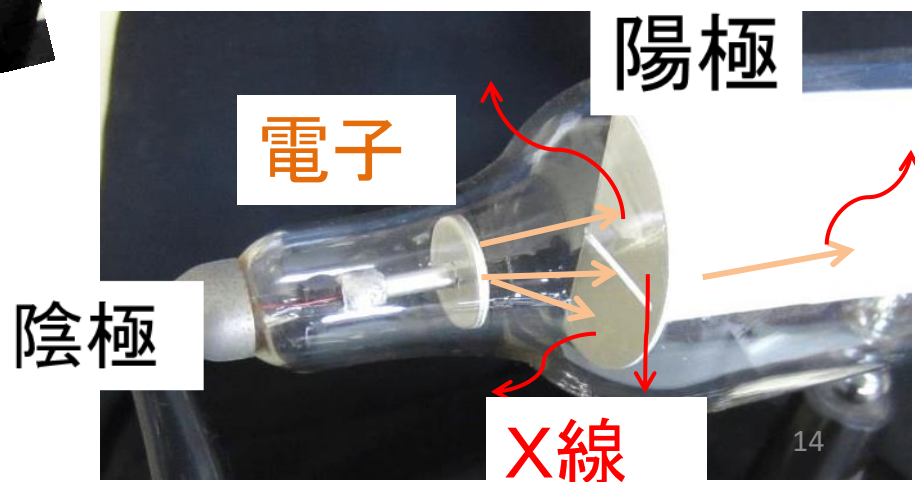
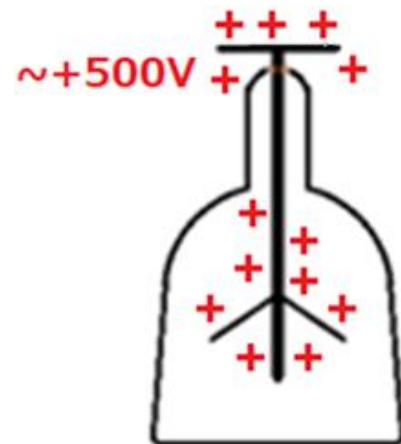
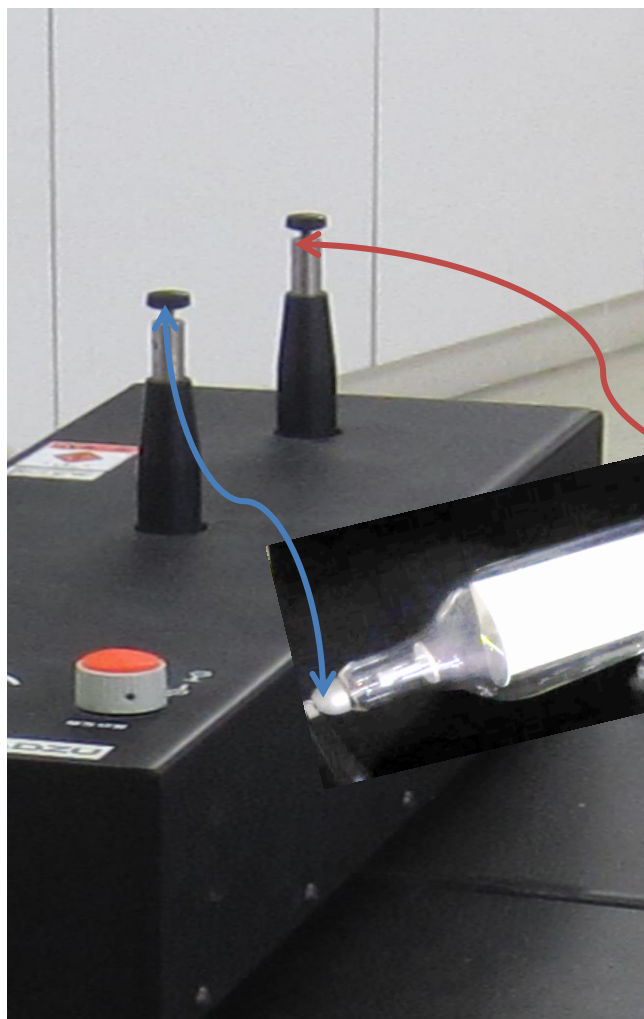
- ①**箔検電器** (ほとんどの学校にある) を使う方法
- ②**Kind-mini** (無料で借用できる) を使う方法

是非、試して下さい。

ご清聴ありがとうございました。

報告の機会を与えて下さいました  
日本保健物理学会の皆様、事務局  
および秋吉先生に感謝致します。

# コロナ放電が起きないように尖った電極を取り外してクルックス管に接続する





# 箔検電器によるX線の線量率測定の実差

導線の配置や測定ごとによる誤差

11%

メーカー別や測定ごとによる誤差

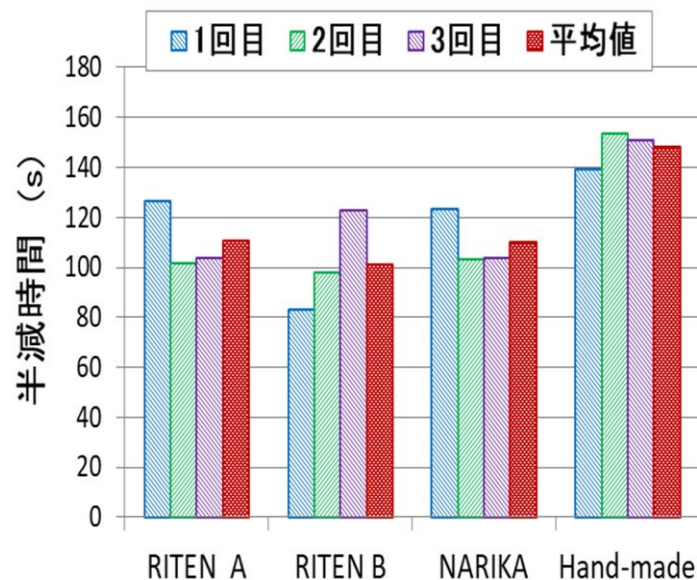
13%

測定の不慣れさによる誤差

20%

全誤差 =  $(11^2 + 13^2 + 20^2)^{0.5} =$

±26% ~ ±30%

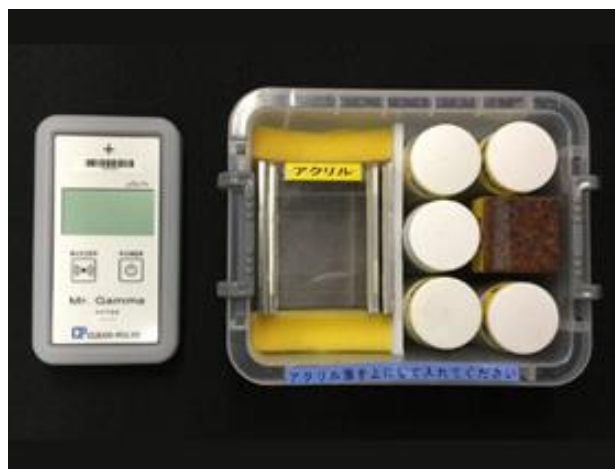


# 放射線に関する実験機器の 貸出、出前授業・教員研修等の申込み 貸出できる実験機材（送料・借用料無料）

教育用放射  
線測定器  
“KIND-mini”  
10台まで



測定試料セット  
10セットまで



特性（自然放  
射線測定、距  
離、遮へい）  
実験セット  
10セットまで



# 参考文献

- 1) 秋吉優史、学校教育現場におけるクルックス管の安全管理とその応用、放射線教育、Vol.23, No.1, 23-32(2019)
- 2) 秋吉優史、他、クルックス管からの低エネルギーX線評価手法の開発、放射線化学、No.106, 31-38(2018)
- 3) 森 千鶴夫、緒方良至、秋吉優史、掛布智久、他、箔検電器によるクルックス管からのX線の線量率測定、RADIOISOTOPES, Vol.69, 1-12 (2020)
- 4) 森 千鶴夫、緒方良至、秋吉優史、箔検電器によるクルックス管からのX線の線量率測定マニュアル、放射線教育、Vol.23, No.1, 33-39 (2019)