

GeneratorのX線スペクトル解析

宇宙物理実験研究室

星 理沙

1. 目的

カロリメータ測定においてX線発生装置は不可欠。

→X線発生装置から出るX線スペクトルを測定。

- ・ターゲットからの輝線強度
- ・カロリメータで予測されるカウントレートを調べる。

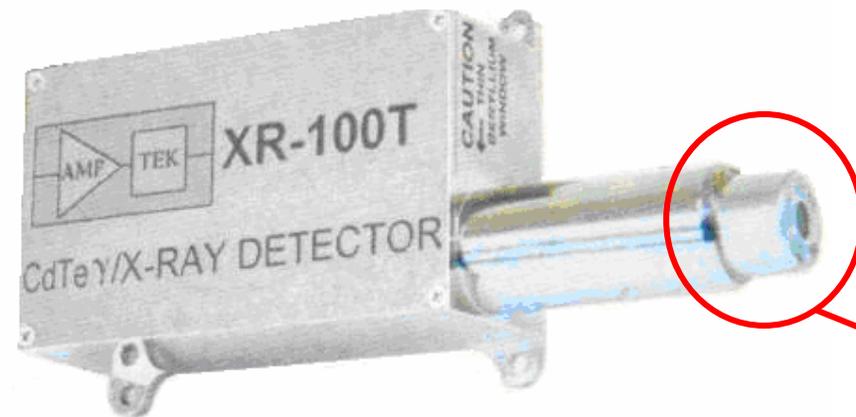
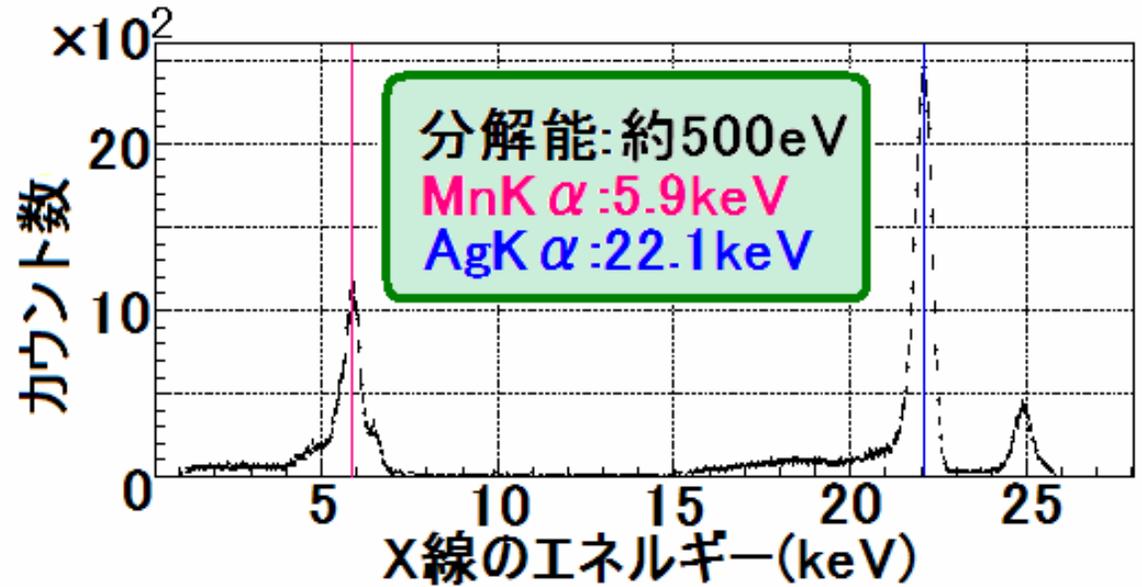
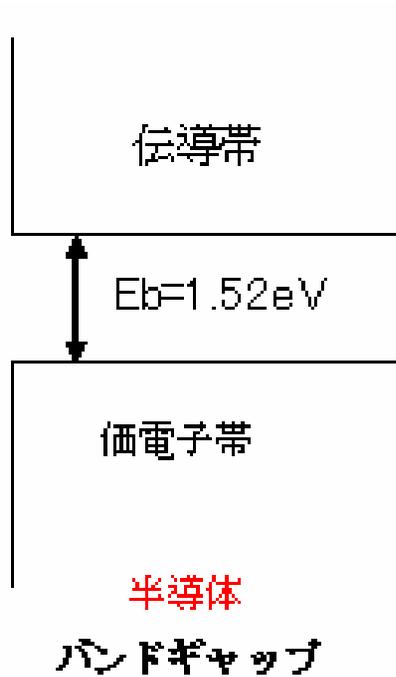
X線検出器

- ・CdTe半導体検出器

X線発生装置 (Generator)

- ・Manson社製 Model3B (軟X線発生装置)
- ・OXFORD製 series5000 (硬X線発生装置)

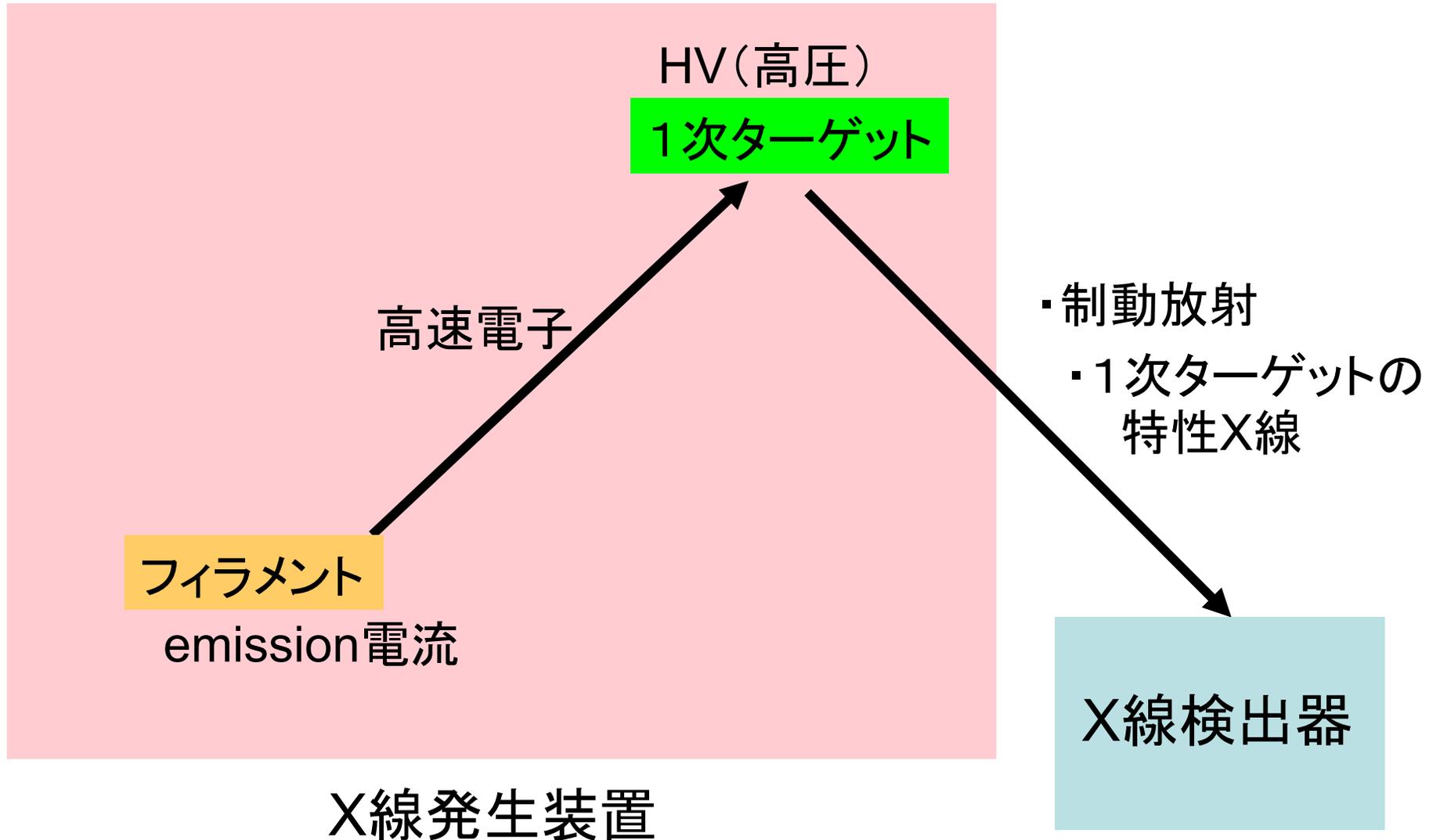
2. CdTe半導体検出器



CdTe半導体検出器

- ・Detector size : 2mm × 2mm
- ・Be窓の厚さ: 12.6 μm
- ・Z : Cdが48、Teが52
- ・検出器の厚さ: 1mm
- ・動作温度: 250K

3.X線発生仕組み

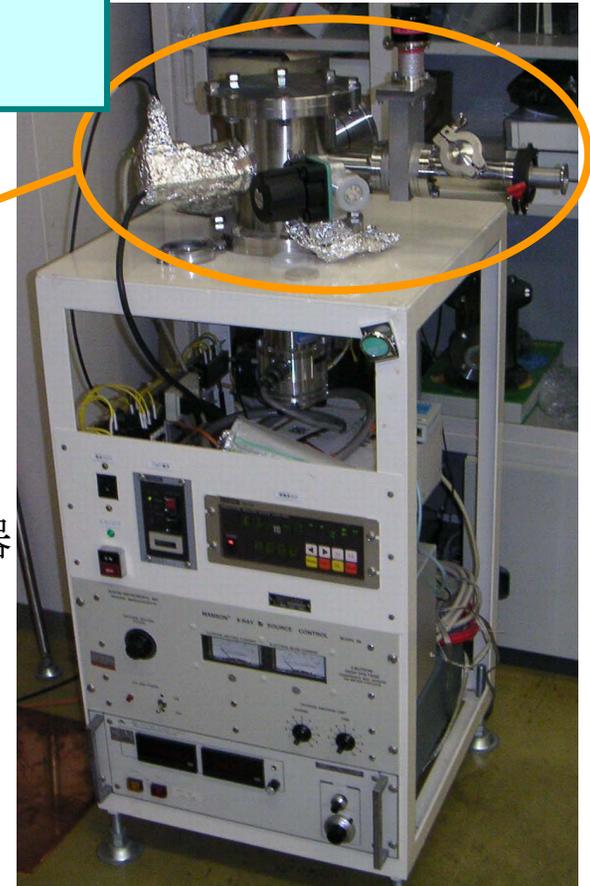
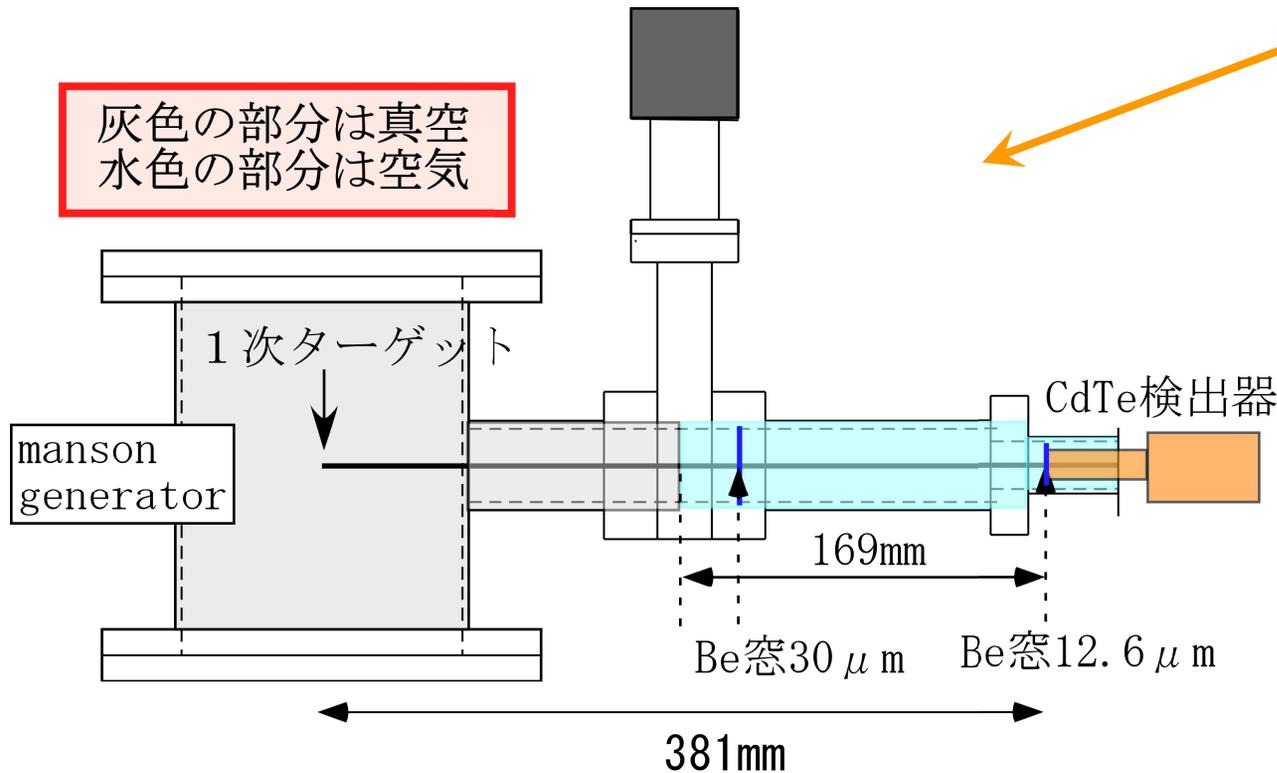


4. Manson generator

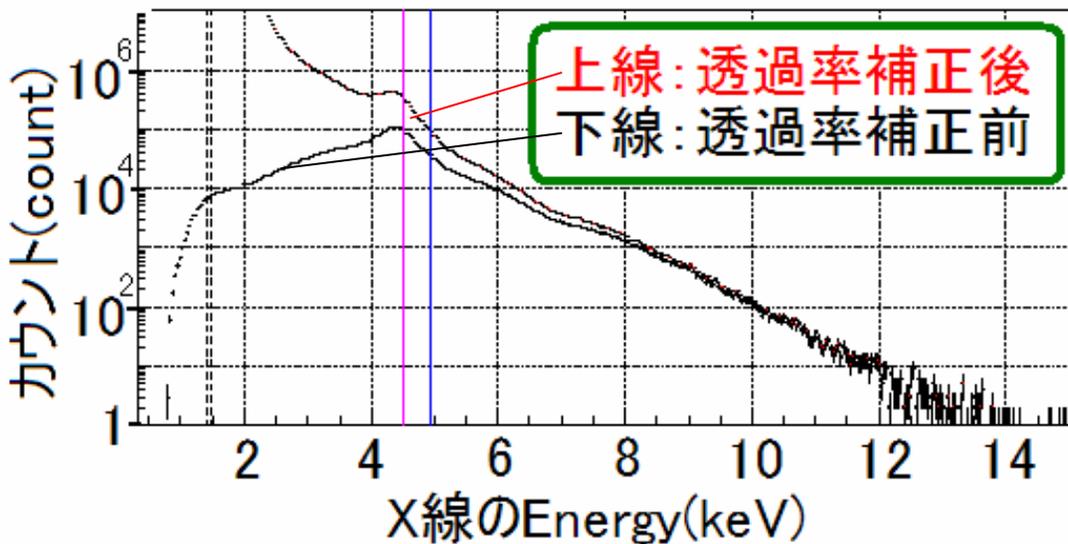
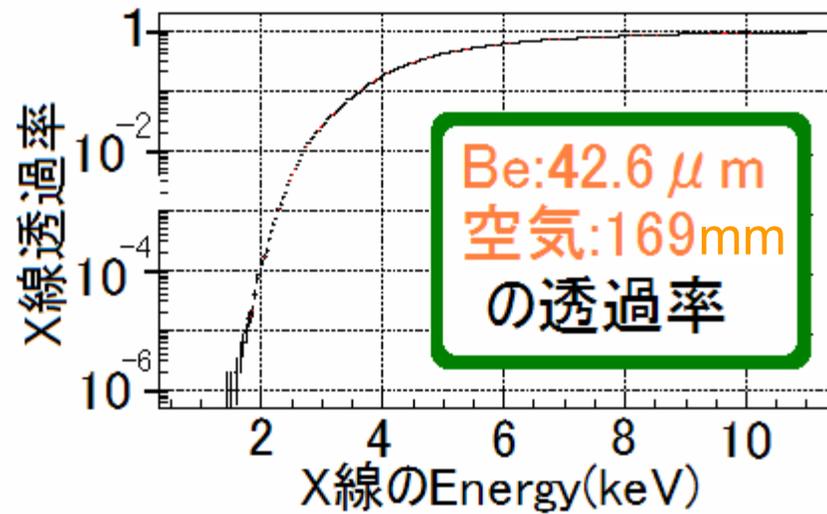
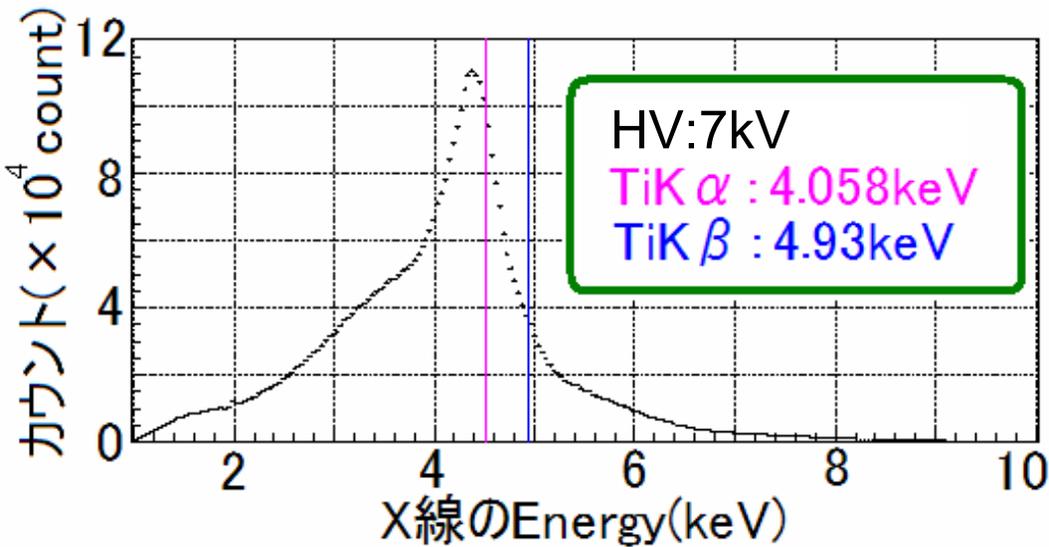
Manson社製 Model 3B(軟X線発生装置)

- ・HV:1.5~10kV
- ・emission 電流:1mA以下
- ・1次ターゲット:Ti(TiK α :4.51keV、TiK β :4.93keV)
- ・真空度: 2×10^{-6} Torr

灰色の部分は真空
水色の部分は空気



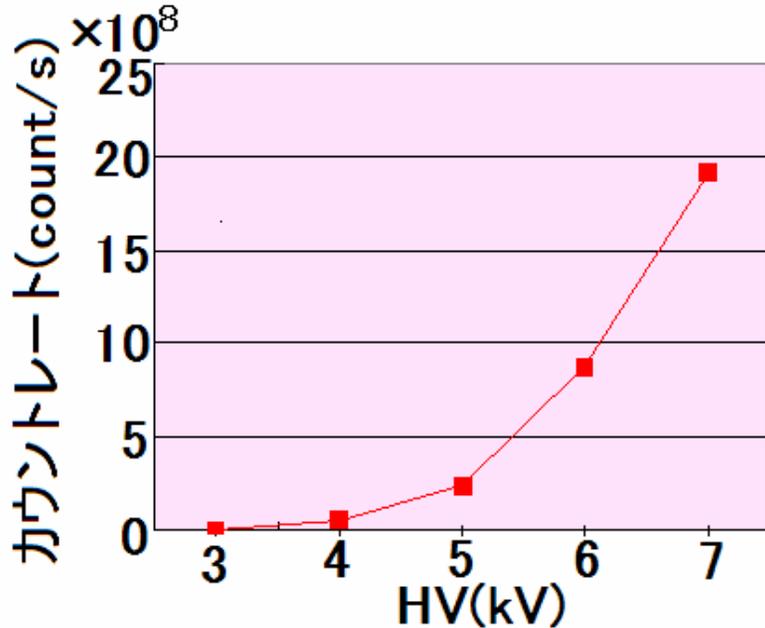
5.測定結果



測定条件

- 測定時間: 300秒
- 空気: 169mm
- Be: 42.6 μ m
- HV: 3, 4, 5, 6, 7kV

6. 考察

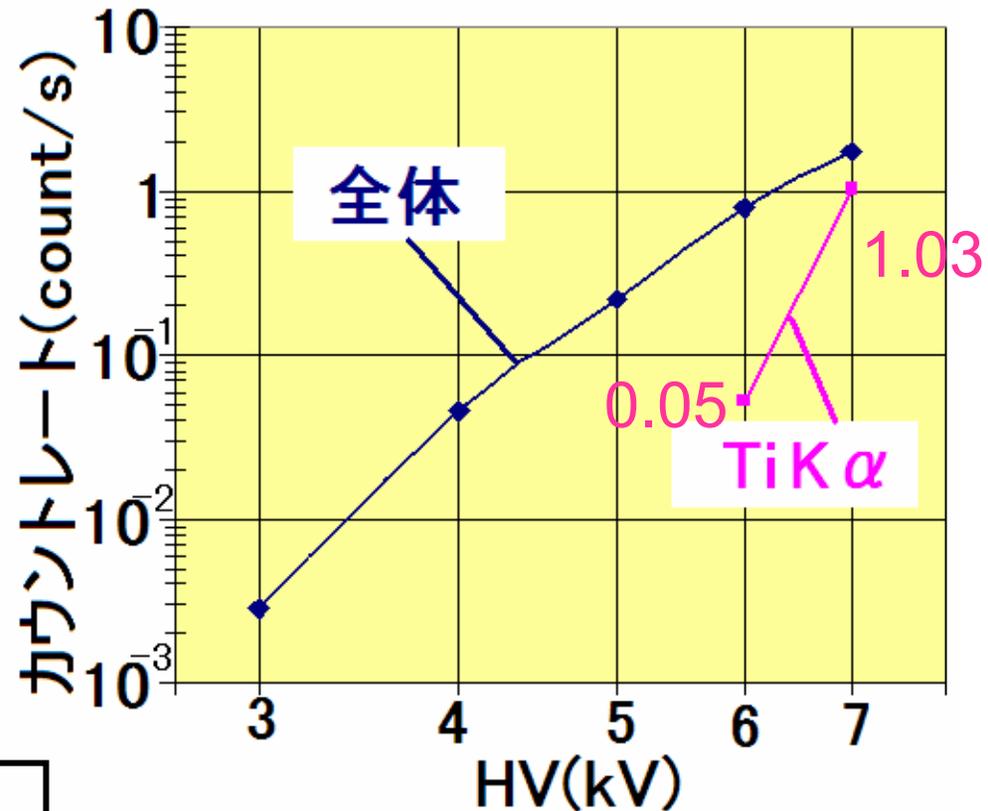


単位面積単位立体角単位電流
あたりのカウントレート

カロリメータは

- ・Detector size: 0.3mm \times 0.3mm
- ・コリメーター: 0.2mm ϕ
- ・距離: 40cm

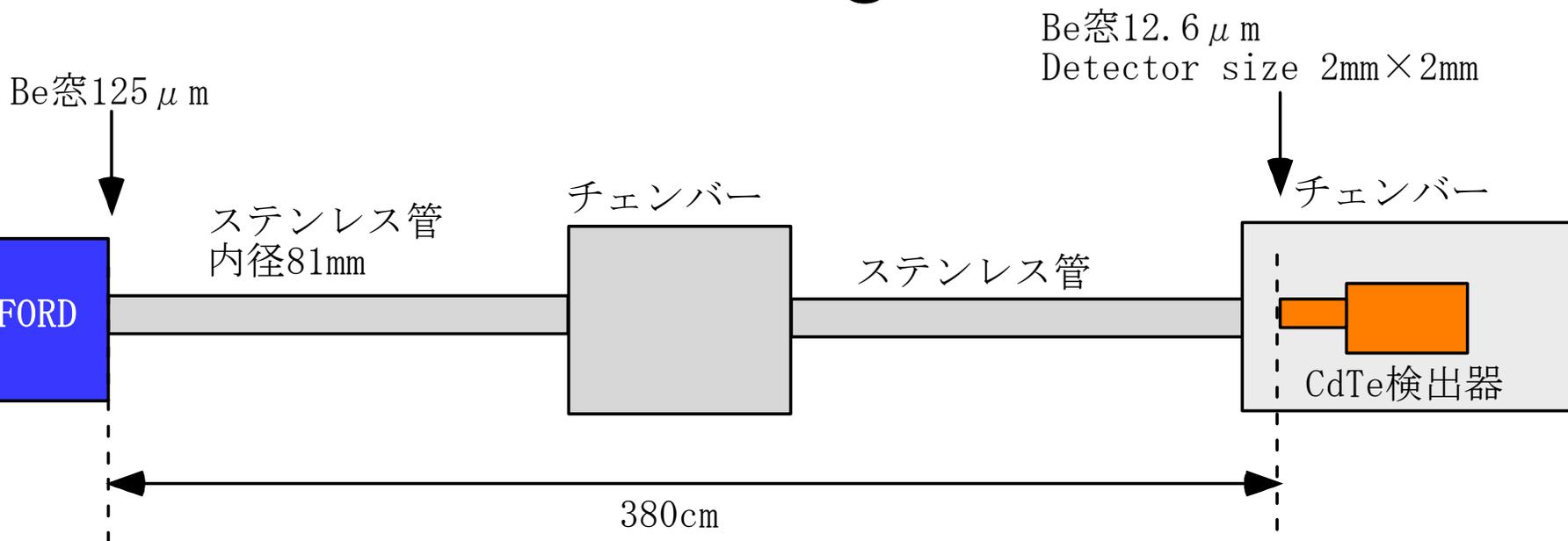
にして測定したとする。



カロリメータで予測される
HVとカウントレートの関係
(emission電流1 μ m)

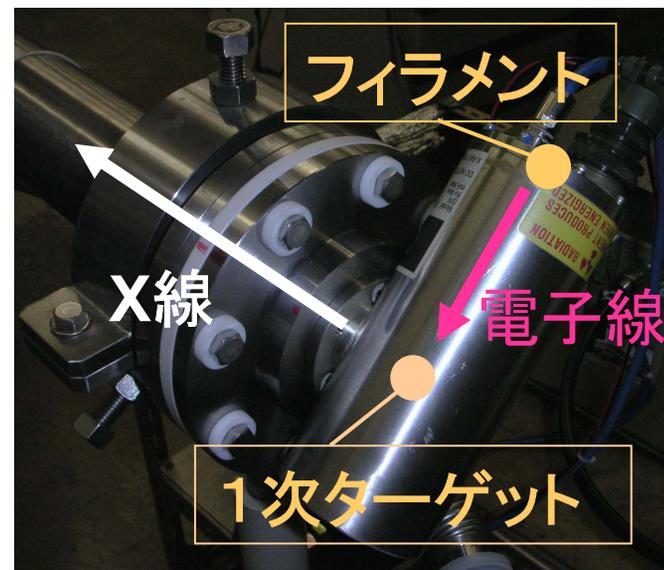
全体: 2.5 ~ 15keV
TiK α : 3.9 ~ 4.7keV

7. OXFORD generator

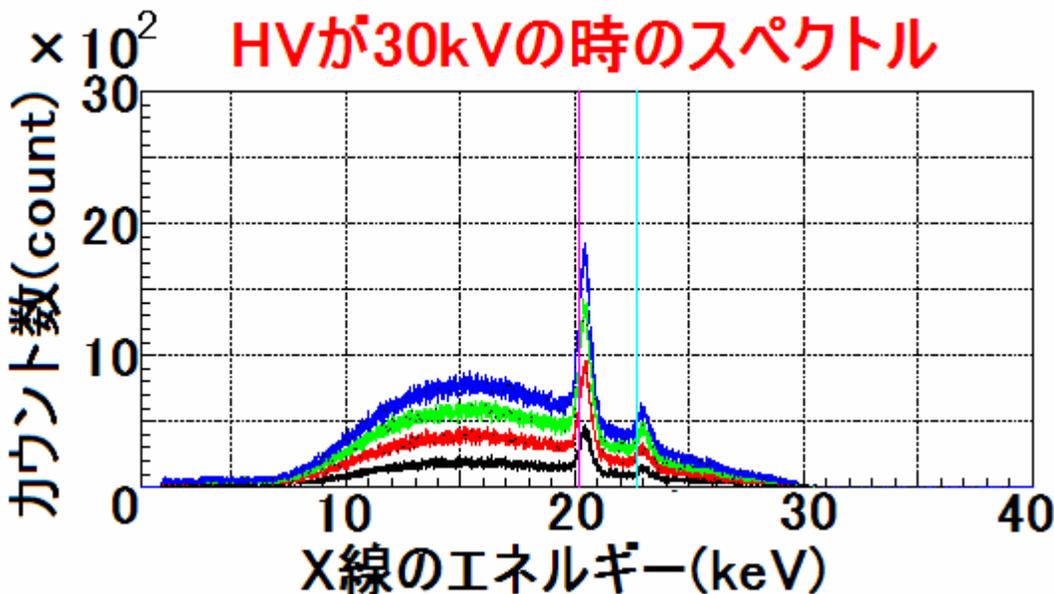


OXFORD製 series5000(硬X線発生装置)

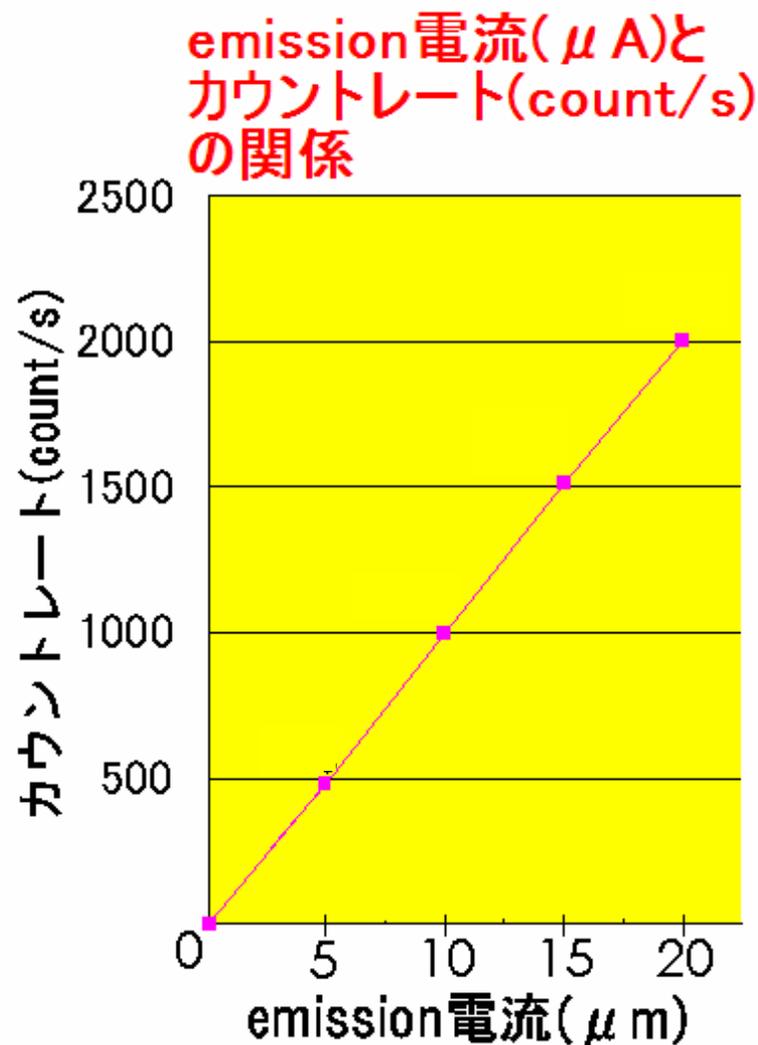
- ・HV: $4\sim 50\ \text{kV}$
- ・emission 電流: $0\sim 1.0\ \text{mA}$
- ・1次ターゲット: Rh (RhK α : $20.216\ \text{keV}$
RhK β : $22.723\ \text{keV}$)
- ・Be窓の厚さ: $125\ \mu\text{m}$



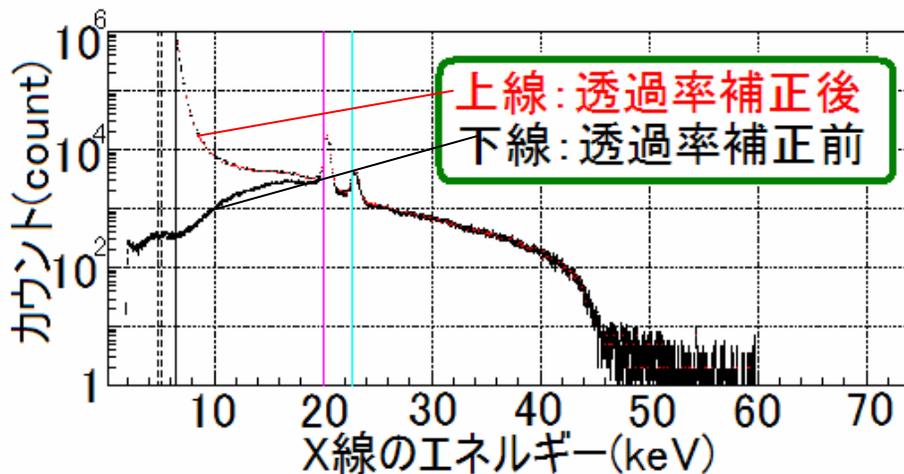
8. 電流とカウントレートの関係



emission電流(mA)
0.005mA: 黒
0.01mA: 赤
0.015mA: 緑
0.02mA: 青
カウントレートは
emission電流に比例する。



9. HVとカウントレートの関係



透過率補正をしたスペクトル(上)

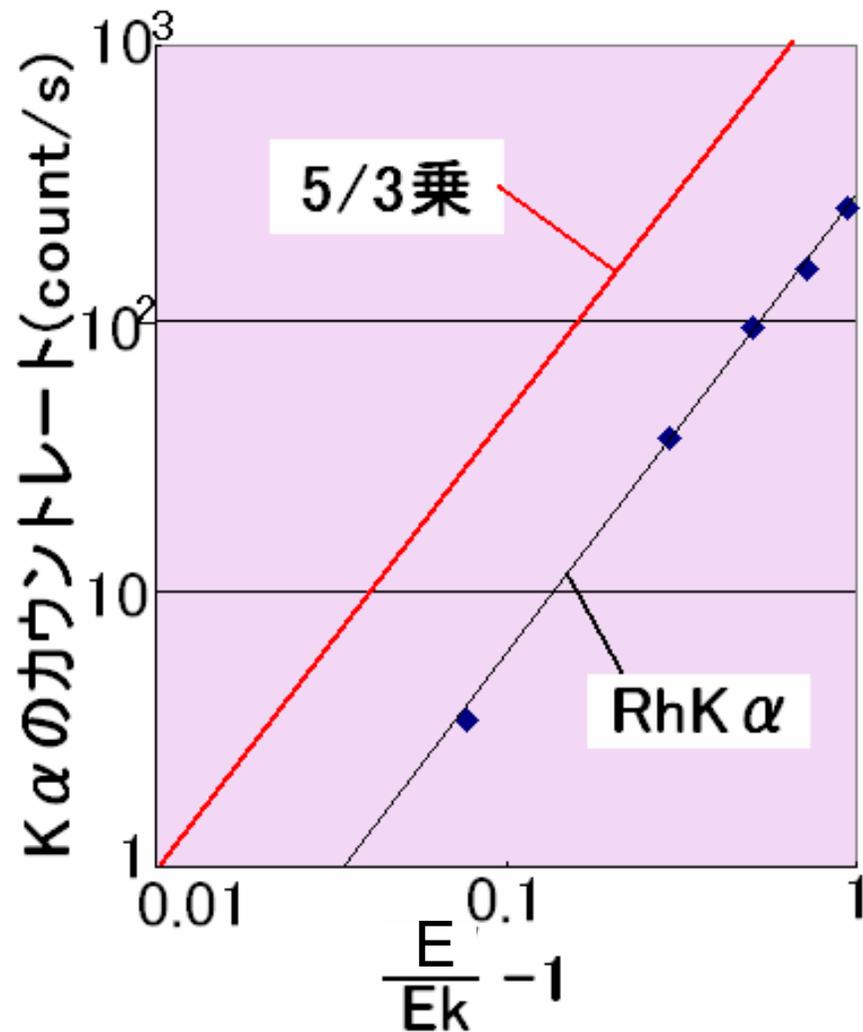
$K\alpha$ のカウントレートは

$$\left(\frac{E}{E_k} - 1 \right)^{\frac{5}{3}}$$

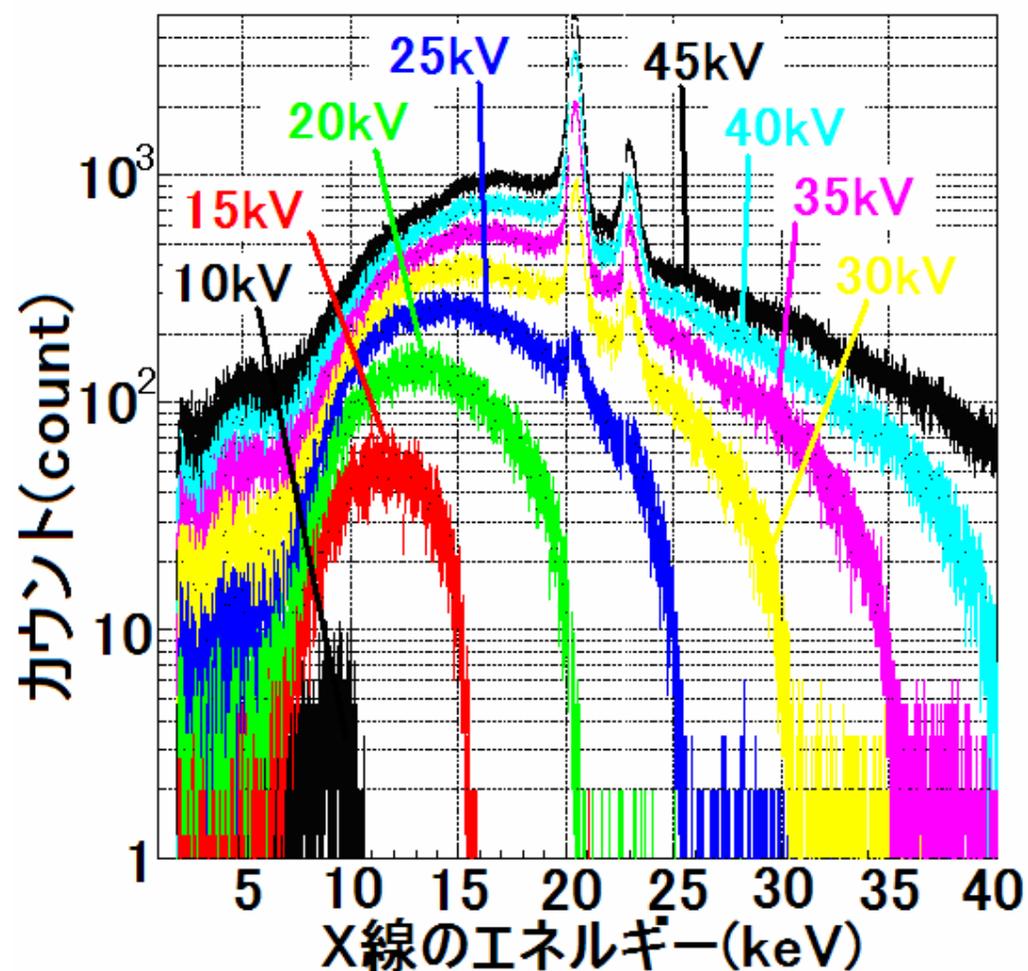
に比例する。

E_k : K核電子の電離エネルギー—23.2keV

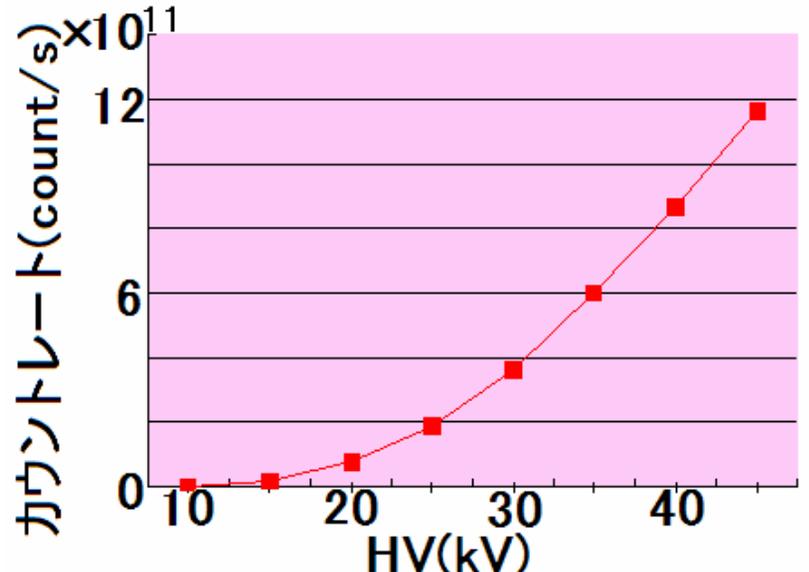
E : HVで獲得する運動エネルギー (keV)



10. 1次ターゲットでのカウントレート



測定されたスペクトル
emission電流は0.01mA



単位面積単位立体角単位電流
あたりのカウントレート

- 測定条件
- ・測定時間: 300s
 - ・空気: 380cm
 - ・Be: 12.6 μm
 - ・emission電流: 0.01mA
 - ・HV: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45kV

11. カロリーメータにおけるカウントレート

カロリーメータでは

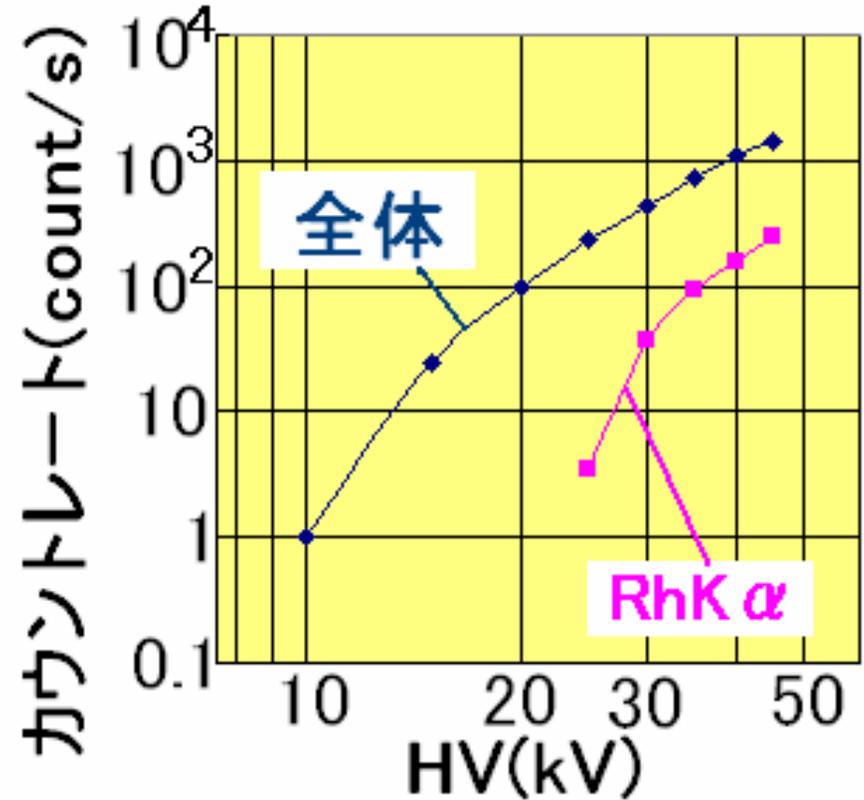
- ・Detector size: 0.3mm × 0.3mm
 - ・コリメーター: 0.2mm φ
 - ・距離: 50cm
- で測定したとする。

カウントレートを
100count/s以下に

カロリーメータのセットアップを

- ・HV: 30kV
- ・コリメーター: 0.1mm φ
- ・emission電流: 0.005mA
- ・距離: 50cm

にするといいことがわかる。



カロリーメータで予測される
カウントレートの関係
(emission電流 1 μm)

全体: 6 ~ 70keV

RhK α: 19.6 ~ 21.2keV

12.まとめ

- Manson generator(Ti K α)
OXFORD generator(Rh K α)
ともにカロリメータのテストに十分な強度の輝線を出すことが分かった。
- 広いエネルギー範囲の輝線を使って検出の性能を評価することができる。