

KromeK CZT 半導体検出器 GR1 60Co 線源位置による効率計算

2019/9/18 実施 齊藤 純 (仁木工芸)

1. 目的

KromeK 社製 CdZnTe 半導体検出器 (型式 GR1) は 10 x 10 x 10mm の大容量を持つ常温半導体検出器です。

本実験では、60Co 線源 (1 μCi 2014/10) を使用して、線源 = GR1 の距離を変えて一定時間 (LT:1800 秒) 測定し、その効率を求めたものです。

2. 実験装置

検出器 : GR1 S/N 1179

線源 : 60Co (1μCi 2014/10)

線源保持ジグ : 市販品 (ダイソーにて購入)

線源・検出器ホルダ : 自作

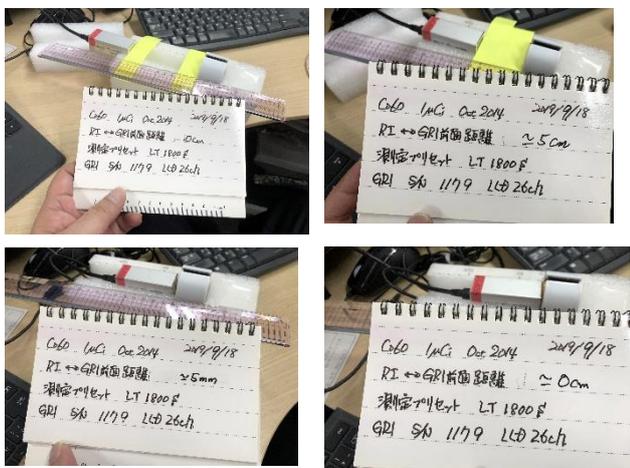
PC : SurfacePro 64bits windows10

ソフトウェア:KromeK 社 MultiSpectAnalysis



3. 実験方法

線源=GR1 (筐体前面) 間距離を 10cm/5cm/0.5cm/0cm とし、それぞれ 1800 秒の測定を実施 (測定回数各 1 回)

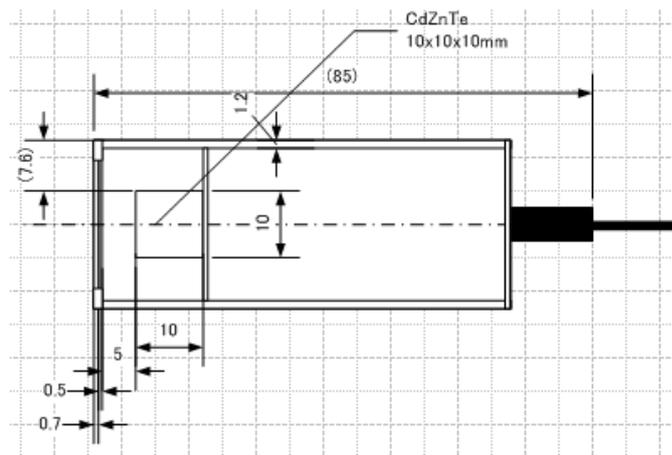


距離の計測は市販の直定規を使用したため厳密な値ではないことを留意ください。

4. 線源及び GR1 の実効中心

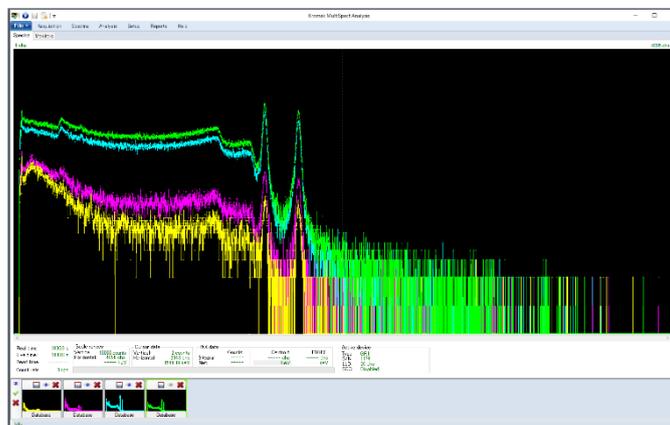
線源は厚さ 3mm のケースであり、1.5mm の位置に中心があるものとしました。

GR1 の CZT 半導体マウント位置は下図の通りであり、筐体前面から結晶中心までは 11.2mm です



5. 測定スペクトル

実験により測定されたスペクトルデータは下図の通り



黄色 : 距離 10cm 赤 : 5cm 水色 : 0.5cm, 緑色 : 0cm

6. ROI 設定によるネットカウントの読み取り

全てのスペクトルに対し同じ領域に ROI を設定し、そのネットカウント値を読む。

ROI 設定

ROI 開始位置 1745ch

ROI 終了位置 1807ch



距離	ネットカウント
100mm	424
50mm	1245
5mm	12671
0mm	18876

## 7. 線源の測定日時点の強度計算

線源の値付け日（2014/10/1）から測定日（2019/9/18）時点での線源強度を計算

	$\lambda_{1/2}$	$\mu_{Ci}$	Bq	calibration date	today	year	year/ $\lambda_{1/2}$	I(Bq)	I( $\mu Ci$ )
Co-60	5.2714	1	37000	2014/10/1	2019/9/18	4.96712	0.942277818	19255.19126	0.520411

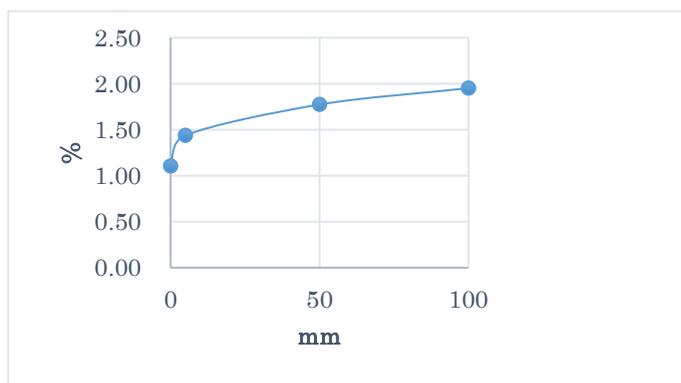
## 8. 立体角補正

線源中心=CZT 結晶中心距離を半径とする球面を想定し、CZT 結晶の前面の面積(10x10mm)とした時の立体角補正値を計算

## 9. 効率計算

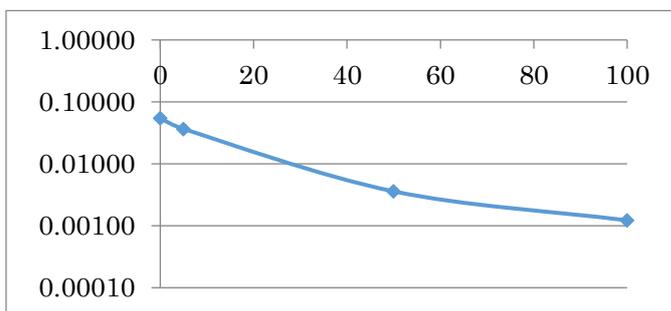
- (1)7.で求めた I(Bq)と 8.で求めた立体角補正値を乗じて、検出器に入射すると予想される数を計算。
- (2)実測定で求めたネット値を測定時間で除し、cps に変換。
- (3) 上記(1)(2)から (2)÷(1)x100(%)にて固有効率を求めた。

距離	固有効率
0	1.10
5	1.44
50	1.77
100	1.95



また、立体角を考慮しない  
実測定値(cps)÷I(Bq)x100(%)  
として

距離	絶対効率
0	0.05447
5	0.03657
50	0.00359
100	0.00122



の結果が得られました。

## 10. あとがき

本実験は、粗い測定条件のもとに実施されていますので、値は厳密な物とは言い難い結果になります。より信頼性を高くするには、距離決め精度向上、十分な計数を得られる長時間測定、及び繰り返し測定等を考慮した実験が必要になります。

また、測定においては、距離を離れた場合、結晶に入射する $\gamma$ 線は比較的平行に入射するのに対し、近接の場合、斜めから入射する $\gamma$ 線が増加するために計数が低くなること、GR1にはパイルアップリジェクト機能がないため近接測定時にはパイルアップの確立が高くなることが予想されます。

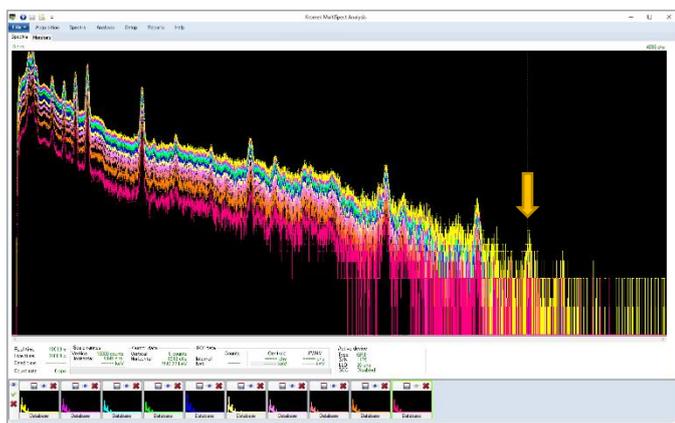


本実験のきっかけは、 $^{60}\text{Co}$  の 1.33Mev が測定可能か否かとのお問合せに対応するために実施しました。本実験の後に追加実験として教材として市販されている「放射能鉱物 閃ウラン鉱」(内田洋行 cat no.8-161-4001 N) を測定した事例を紹介いたします。

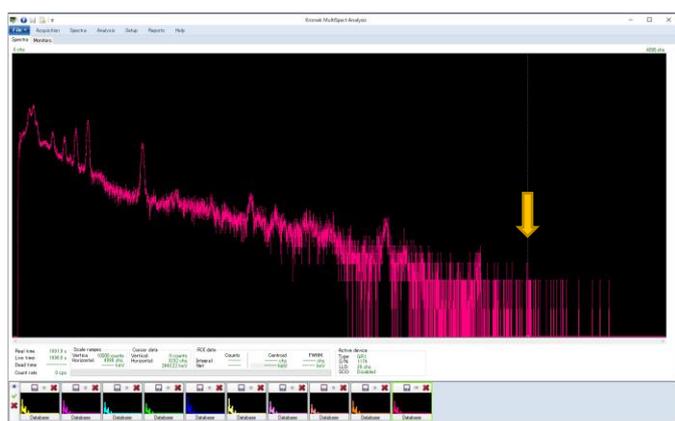
なお、使用した GR1 は本実験の直前に  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  線源を使用したエネルギー較正を実施しています。

## 11. 参考測定 (閃ウラン鉱)

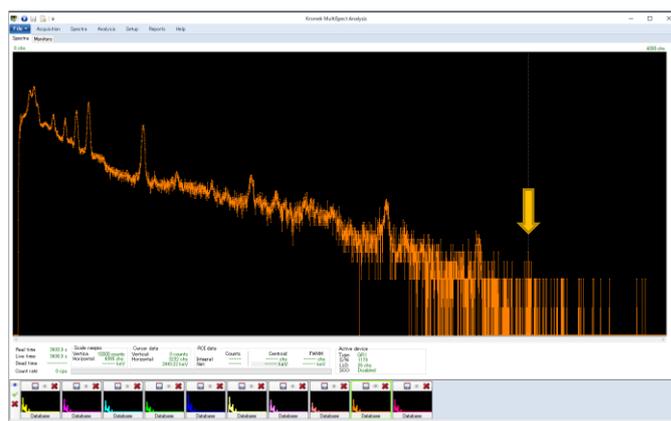
閃ウラン鉱を GR1 前面近傍に設置し、LT 1800 秒 x10 回の連続測定を実施。(各測定間はデータを消去することなく継続して積算)



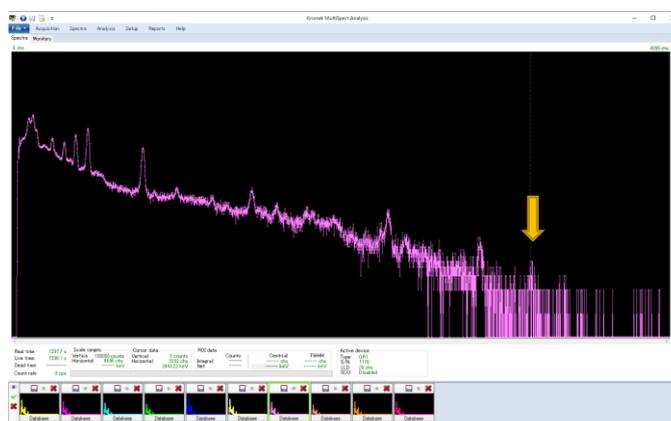
矢印位置はプログラム計算値読みで 2.44Mev です。



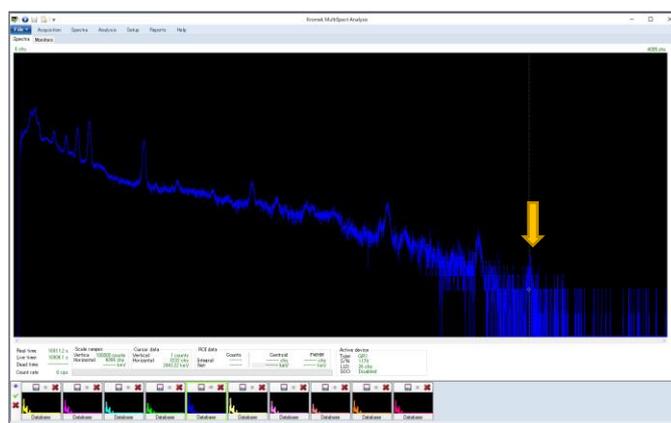
LT=1800s



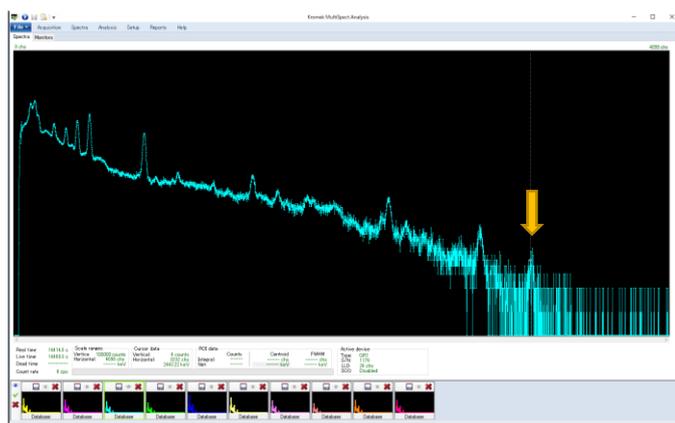
LT=3600s



LT=7200s



LT=100800s



LT=14400s

## ROI : 興味領域

固有効率=測定されたパルス数/線源より放出された量子数

絶対効率=測定されたパルス数/検出器に入射した量子数

測定場所 : 港区三田 仁木工芸事務居室内