

理想のガイガーカウンター

VS

私のガイガーカウンター

KEK

野尻美保子

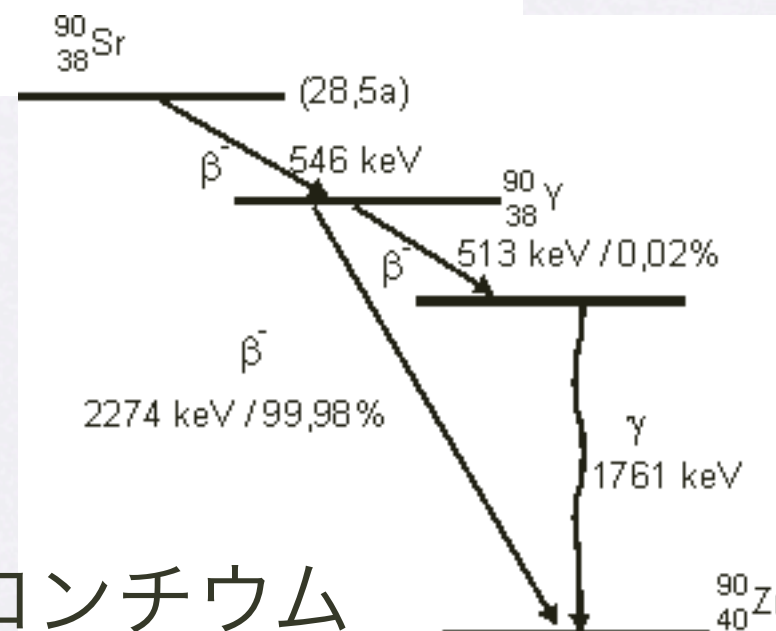
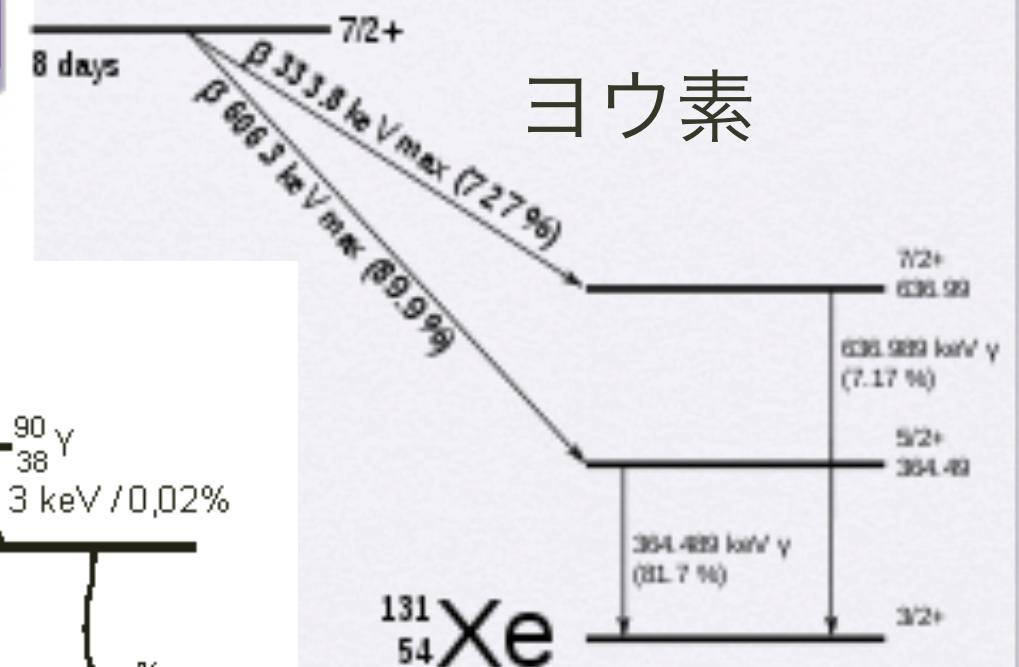
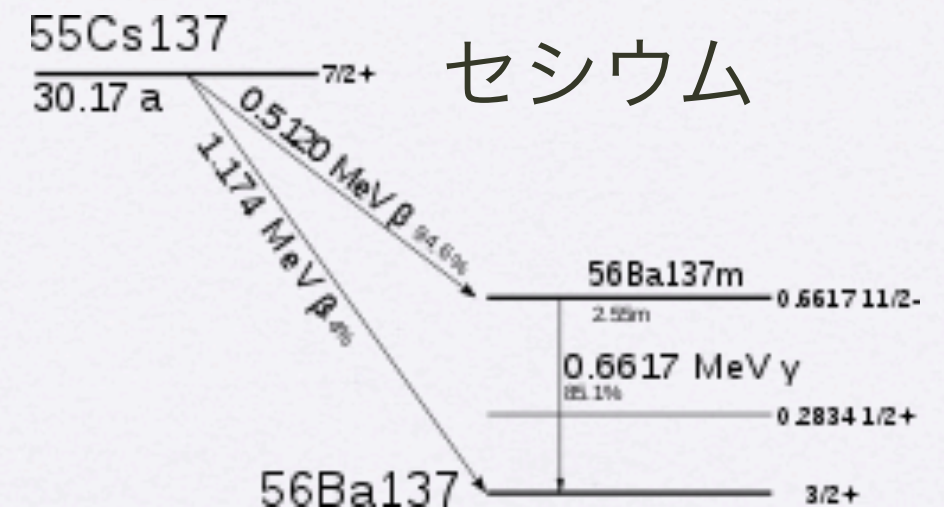
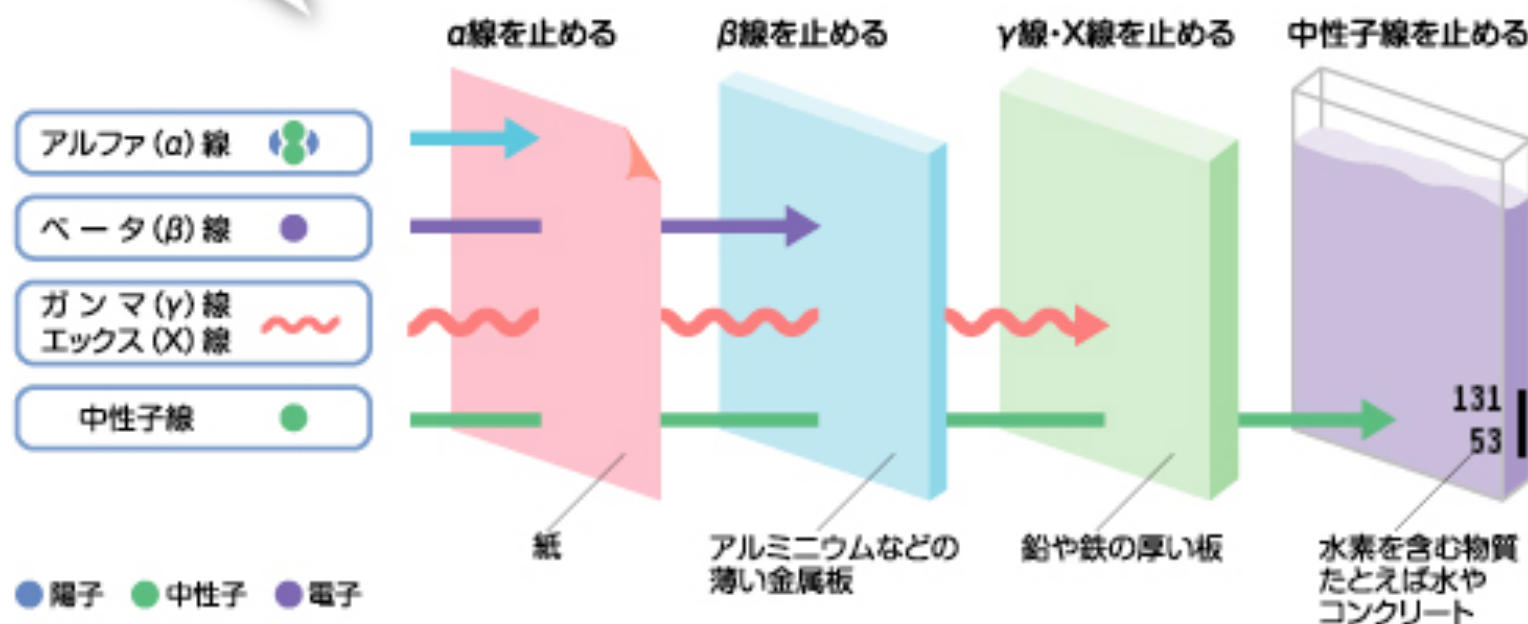
放射線の性質

放射線の種類

気化し易い元素
が広域汚染の元

放射線の種類と透過力

放射線は、いろいろな物質で
さえぎることができる。



空気中でβ線は 数メートル
γ線は 数百mとぶ

ストロンチウム

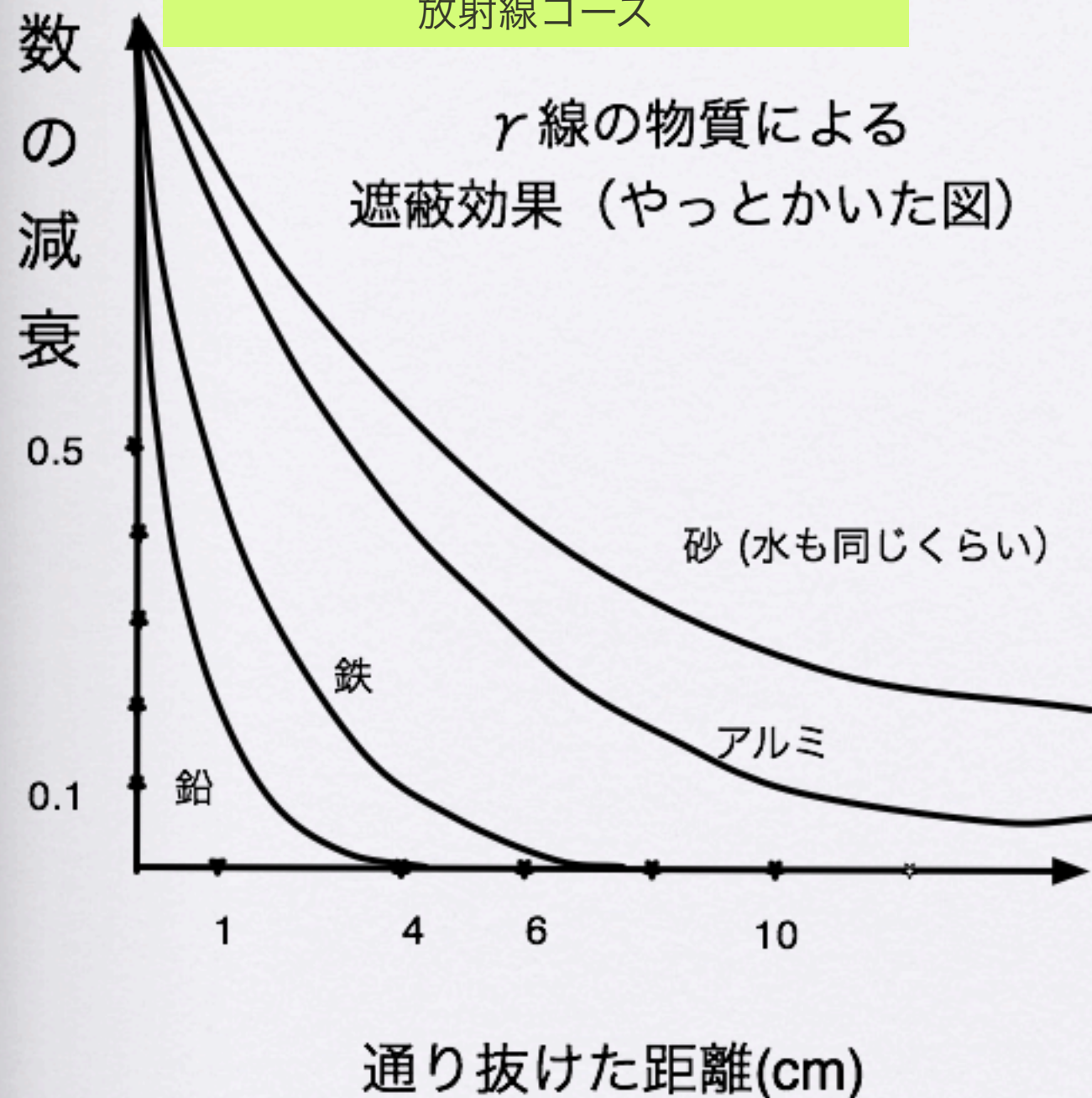
β 線 γ 線の止まり方

- γ 線 電子をはじき飛ばすことで止まる(光電効果あるいはコンプトン効果。はじき飛ばされた電子は β 線になる。
- β 線 電荷をもっている。周囲の粒子を電離することでエネルギーを失っていく。
- β 線と物質の相互作用は γ 線より大きい
→ β 線は透過力が低い/ γ 線は透過力が高い。

γ 線の透過能力

ウインターサイエンスキャンプ2010KEK

放射線コース



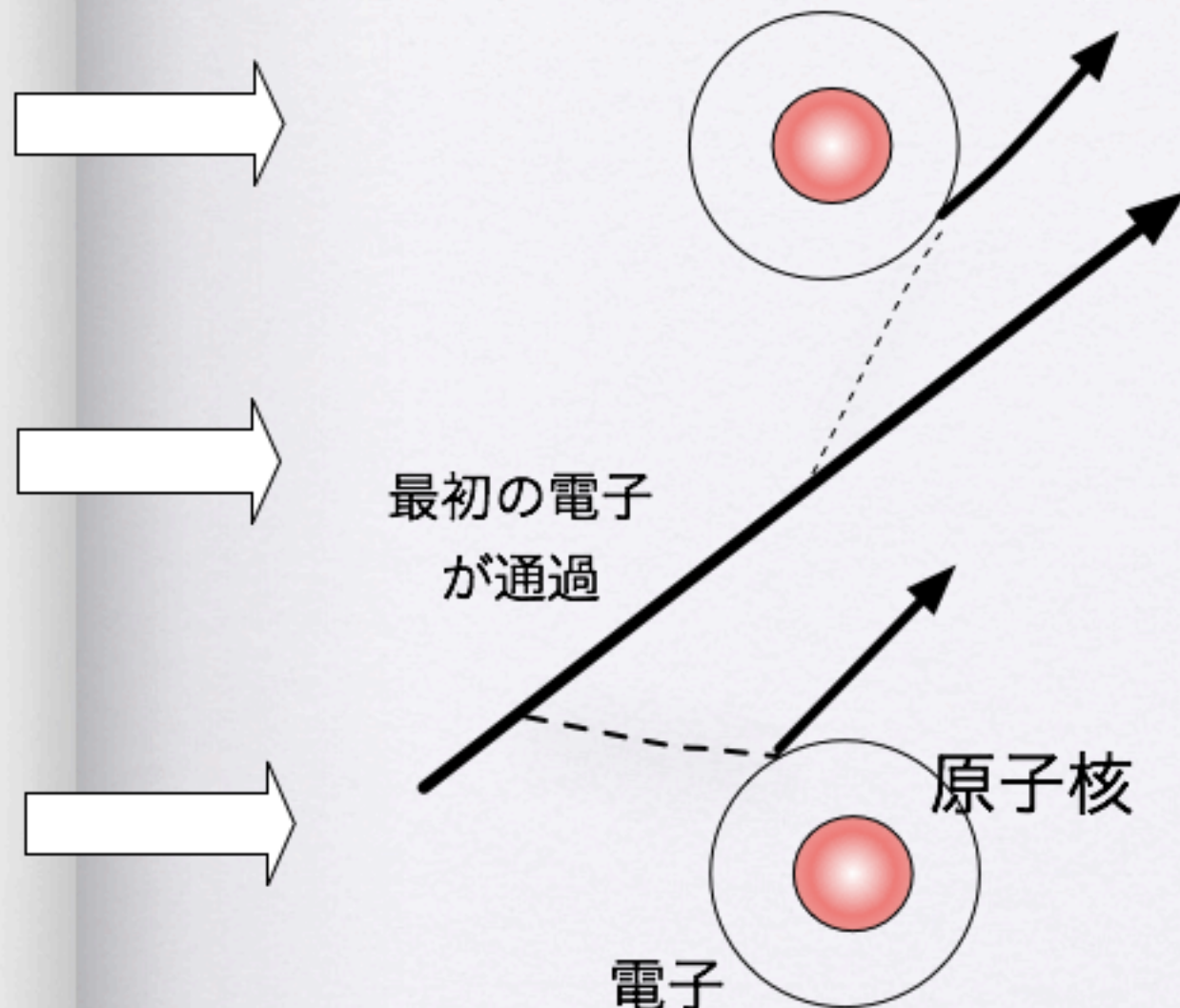
β 線は金属の遮蔽でほとんど止まってしまう。

(β 線が物質を通りぬけるときに γ を出す場合があるので、アルミなど、原子番号の少ない金属を使う。)

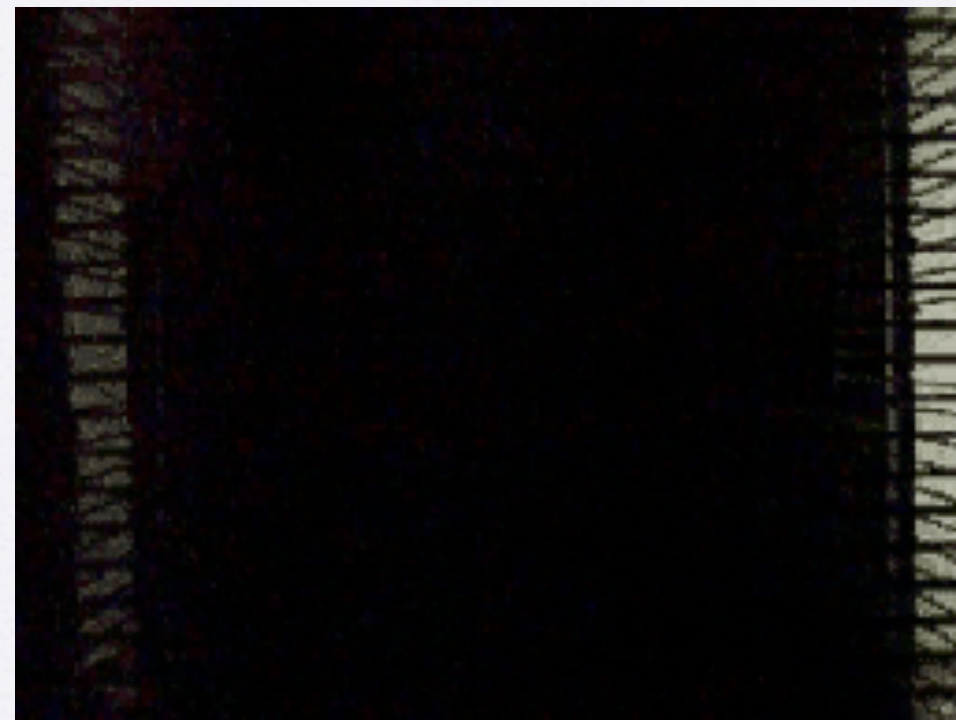
γ 線はアルミ1mm 程度では全く影響を受けなくてそのまま進む。遮蔽を通せば γ 線だけに。

電荷を持った粒子の計り方

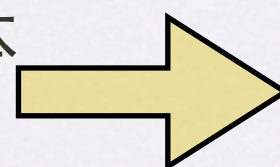
強い電場



スパークチェンバー

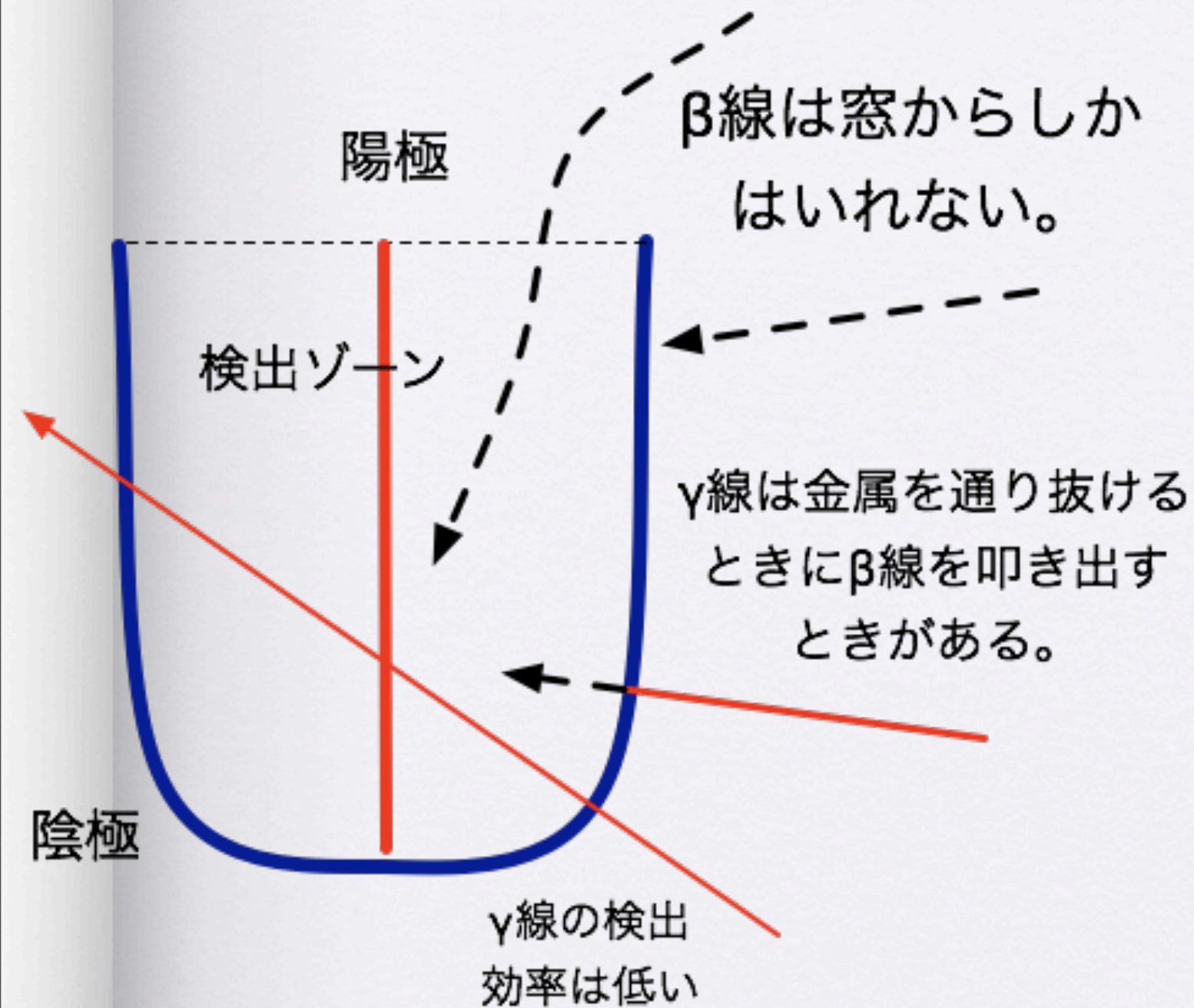


霧箱 (イオンで過飽和気体に粒ができる)



GM 管の原理と ガイガーカウンター

理想のGM 管



- 薄窓: α 、 β を取り込む。窓の大きさが β 線の検出感度。遮蔽で検出能力を調整（薄いアルミで α を止める、厚いアルミで β 止める、など。）
- γ 線は透過力が高いので実はそのままでは検出されない。陰極に γ 線があたって β 線に変わると、検出可能。 γ 線の検出効率は陰極の面積厚みに関係（薄い= β をとる。厚い= γ もとる）

実物(end window 型)



Monitor 4

窓は通常雲母でできていて、
β線が通れるほど薄い
窓に遮蔽をすれば、γ線だけ検出できる。
壁厚も最適化してγも効率よく検出



ALOKA の直径5cm ガイガー

ざっくり30万円
研究用高感度

ハンディタイプ（個人用）

- サイドウォール型 窓なし。陰極の厚みで β 、 γ の入り方が違う。つまり、機種ごとに β 線の寄与が違う。さらに蓋などで、 β 線の寄与を調整

基本こんなものが入っている。



- パンケーキ型 β 線は得意だが、 γ の感度今ひとつ。実は γ は窓と逆からきたものを拾っている



さらに詳しい内部構造については[http://](http://www.utsunomia.com/y.utsunomia/geiger.html)

www.utsunomia.com/y.utsunomia/geiger.html が参考になる。

疑問を感じる商品

プラスチックでベータ線が1/3 くらいになっているらしい。

(SW83A ネット動画と REN200)

え、透明(@_@)?



陰極が見えない。
→つまりγ線検出効率が低い?



と思ったら REN200 も

カウント数(CPM)と線量(Sv)

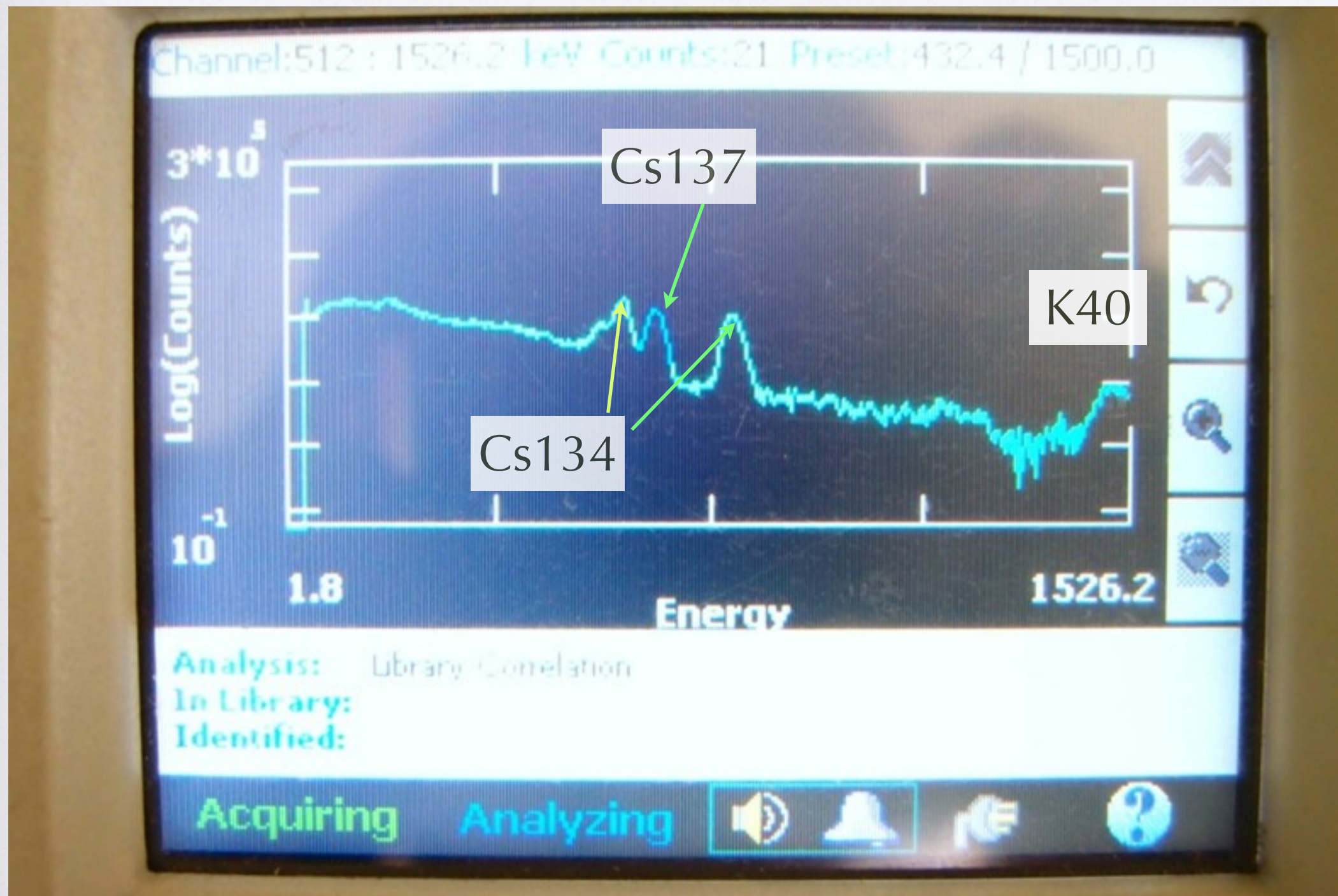
線量計の特性

(校正会の結果から)

cpm とシーベルト

- 放射線は「小さい粒」（粒子）が飛んでくるようなもの。粒子は、種類（ γ β などの違い）とそのエネルギーという2つの性質を持っている。
 - CPM: 一分間にガイガーカウンターがなった回数
 - Gy(グレイ) あるいは Sv (シーベルト) : 粒子の数 $\times$ 粒子のエネルギー
- ガイガー管はエネルギーが計れない=Sv は正確に計算できない。
- しかし、全部セシウムだと仮定すると(γ 線の数) $\times$ セシウム137 の γ 線のエネルギーで Sv が計算できる。
 - 原子核から出る γ 線はエネルギーが一定でなかなか変わらない
- β 線では Sv は推定できない
 - 原子核からくる β 線のエネルギーはそもそも一定でない（ニュートリノ抜けるから）
 - 止まり易い＝崩壊の場所からの距離でエネルギーが変わってしまう。

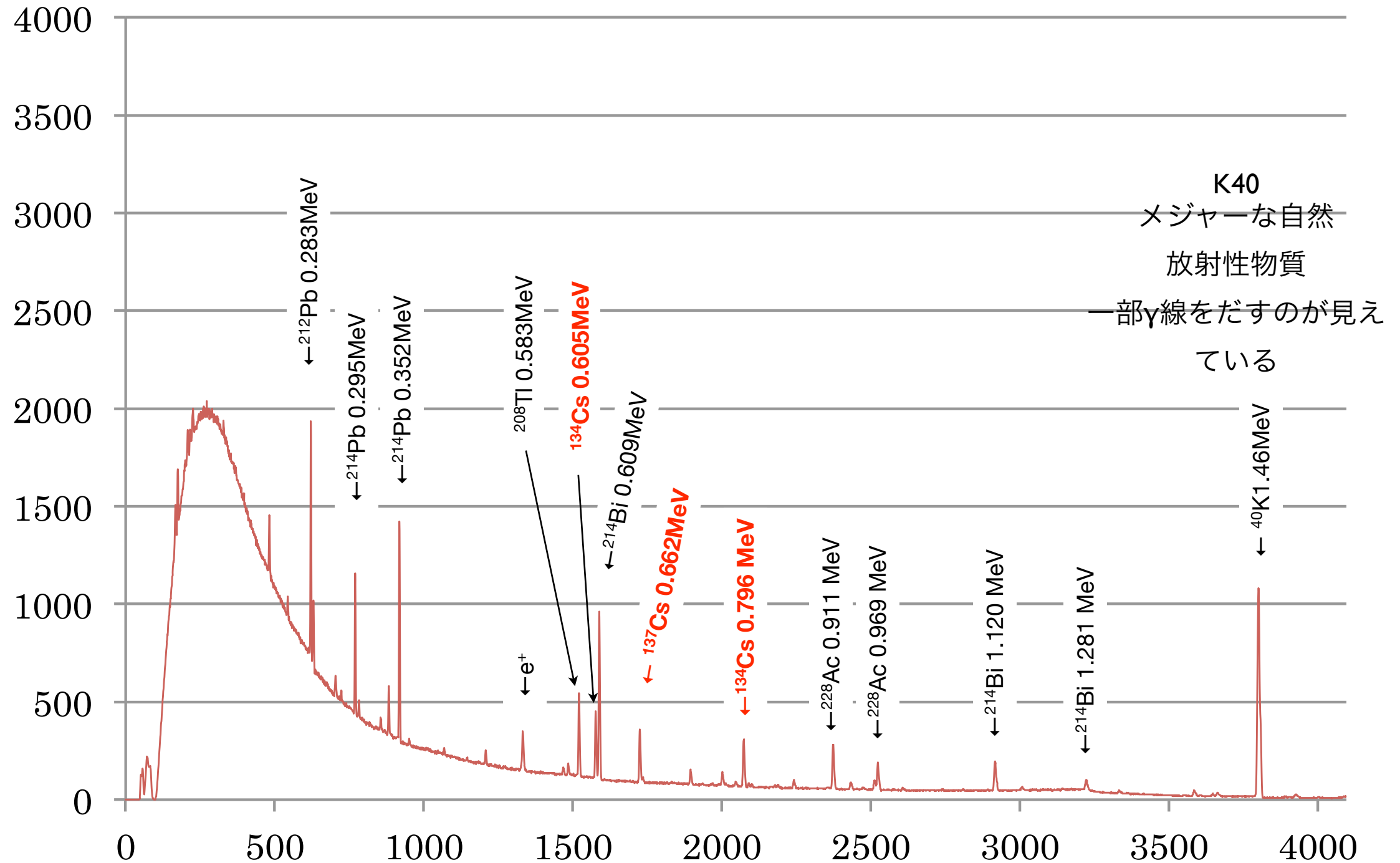
γ 線スペクトル (エネルギー分布) (La Br)



ゲルマニウム半導体検出器での測定例

(東京都心での測定 5月17日)

ガンマ線検出個数



この数字は「チャンネル」数→校正データを使ってエネルギーに変換

γが出る放射性物質の場合

γだけで計るのが一番正確

- ヨウ素が崩壊しきった今、地上の放射線はほぼCs 134 と CS 137からきていると考えられる
- 測定器の校正 γを主に出す線源を用意（Cs 137 を金属で覆うなど）γ線のエネルギー（Sv 単位 計算で求める）と CPM を比べて比例係数を決める。 $Sv = (\text{換算係数}) \times (\text{CPM})$
- 校正会（校正済みの機器と比較する）

校正中は一方からだけγ線がくるので測定器の置き方に注意が必要。（内側のRAEは立てた方がいいような気がする。。。）



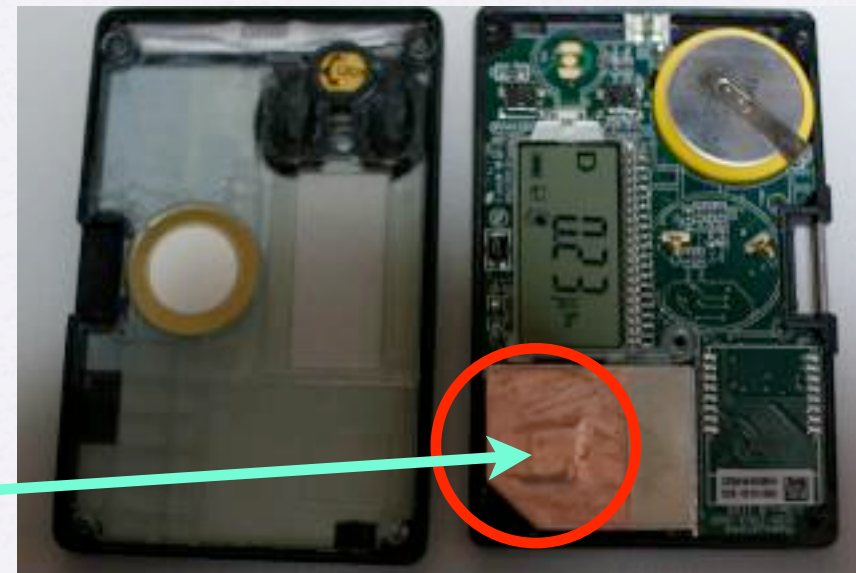
中心に線源をおいて校正済みの機器
で線量を測定

おまけ(CsI結晶系)

DoseRAE 2 の場合放射線が
正面から当たった方が感度はいいはず。



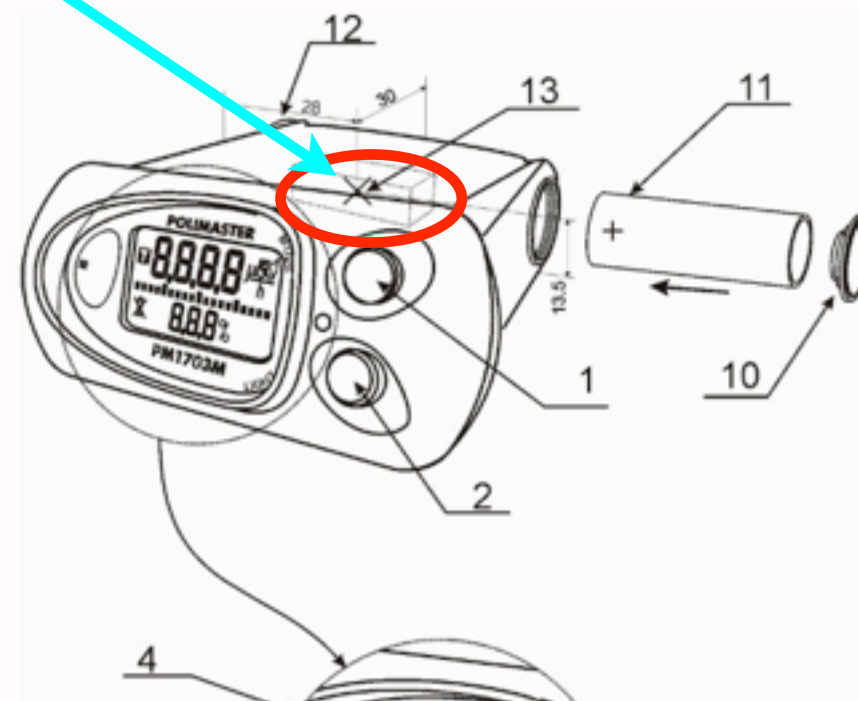
Dose RAE 2
センサー部分は + の場所に



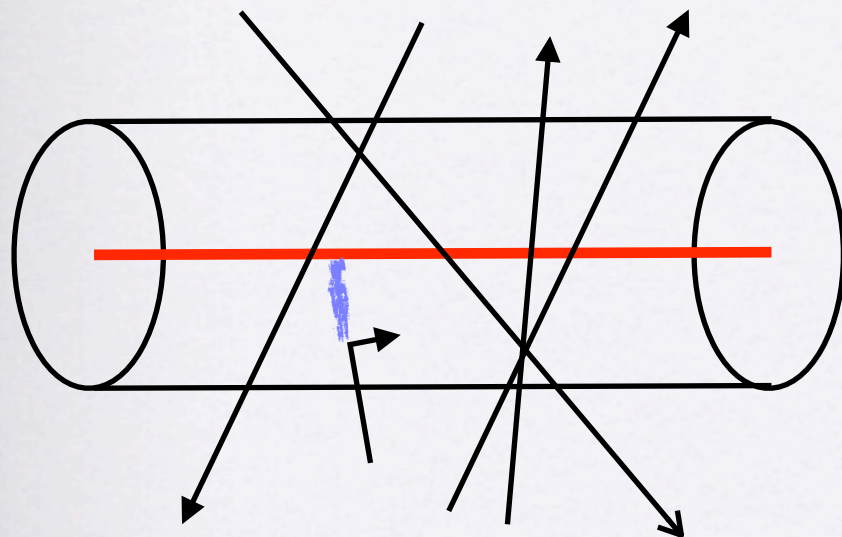
Polimaster
1703M



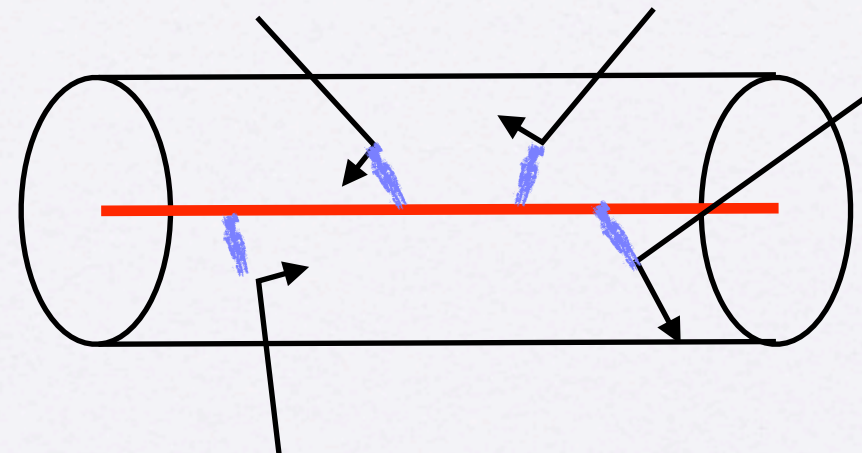
センサー位置



β 線を拾った時の S_v 値の意味



γ 線の場合



β 線の場合

- 同じ数、同じエネルギー（つまり S_v 単位で同じ量）の γ 線 β 線を比べると β 線の方がはるかにカウント数が多い。
- 一方校正は γ 線で行っているので β 線のカウントにたいして、 γ の換算係数を使うと「劇的」に値を間違えることになる。
- 間違い方は機種による β 線を拾いやすい機種ほど値が極端に

β線源で見る誤ったSv 読み

円中央にSr 90 (β線のみ) の線源

ALOKA
TGS 121
0.65 μ Sv/h

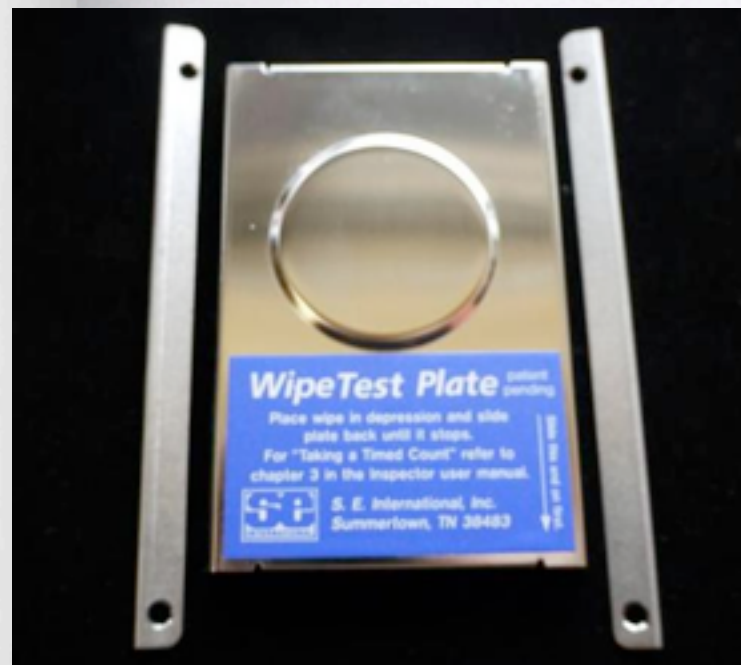
Inspector
β遮蔽なし
2.7 μ Sv/h

PM1207
γのみ
0.09 μ Sv/h

Gamma Scout
窓が測定器上なので
数値うつってない。

β 遮蔽

Inspector のステンレス
スチールプレート
パンケーキ型ガイガー
の雲母窓の前におく



Gamma Scout
(ガンマスコウト)

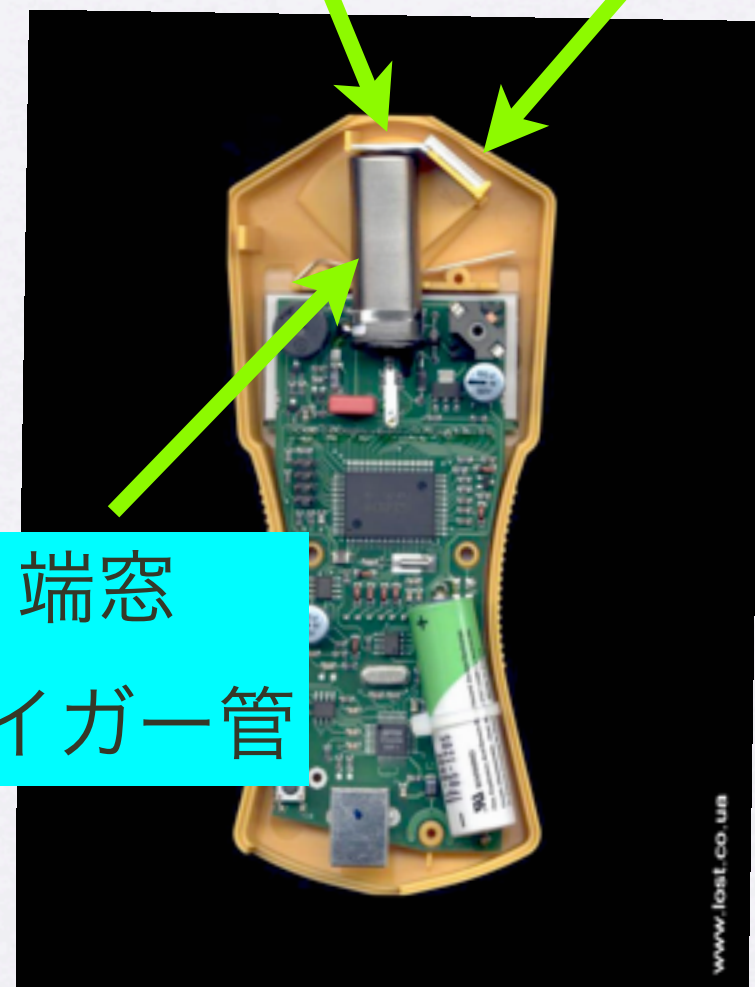
切り替えスイッチ



α を遮蔽する
薄いアルミ

β まで遮蔽
する厚い
アルミ

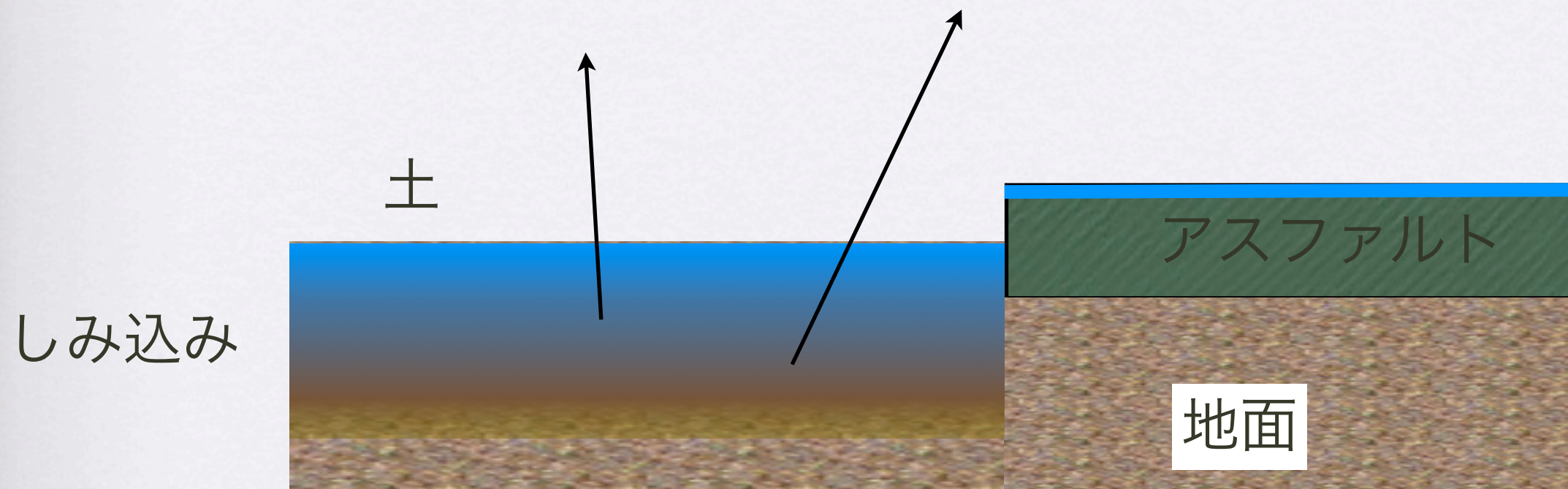
端窓
ガイガー管



β モードと γ モードの使い分け

- β モード 測定感度は上がる。部分的な汚染をみるのに有効（表面のみ）
- γ モード 見えない場所からの放射線分布にも感度あり

ただし、 β 線モードでアスファルト表面が汚くても、
実は隣の土が主な γ 線源という可能性も



自己ノイズ

あなたの機械のCPMは

機械からくる放射線

	cpm/ μ Sv	エネルギー	BG(cpm) 説明書より
Inspector	334	γ 0.01MeV	10程度
Monitor4	100	β 0.05MeV γ 0.01MeV	5-25
Gamma Scout	142	β 0.2MeV γ 0.03MV	<10
あるキット	108	β 0.2MeV γ 0.02MeV	10-14

(インスペクターのBGは校正会実測値)

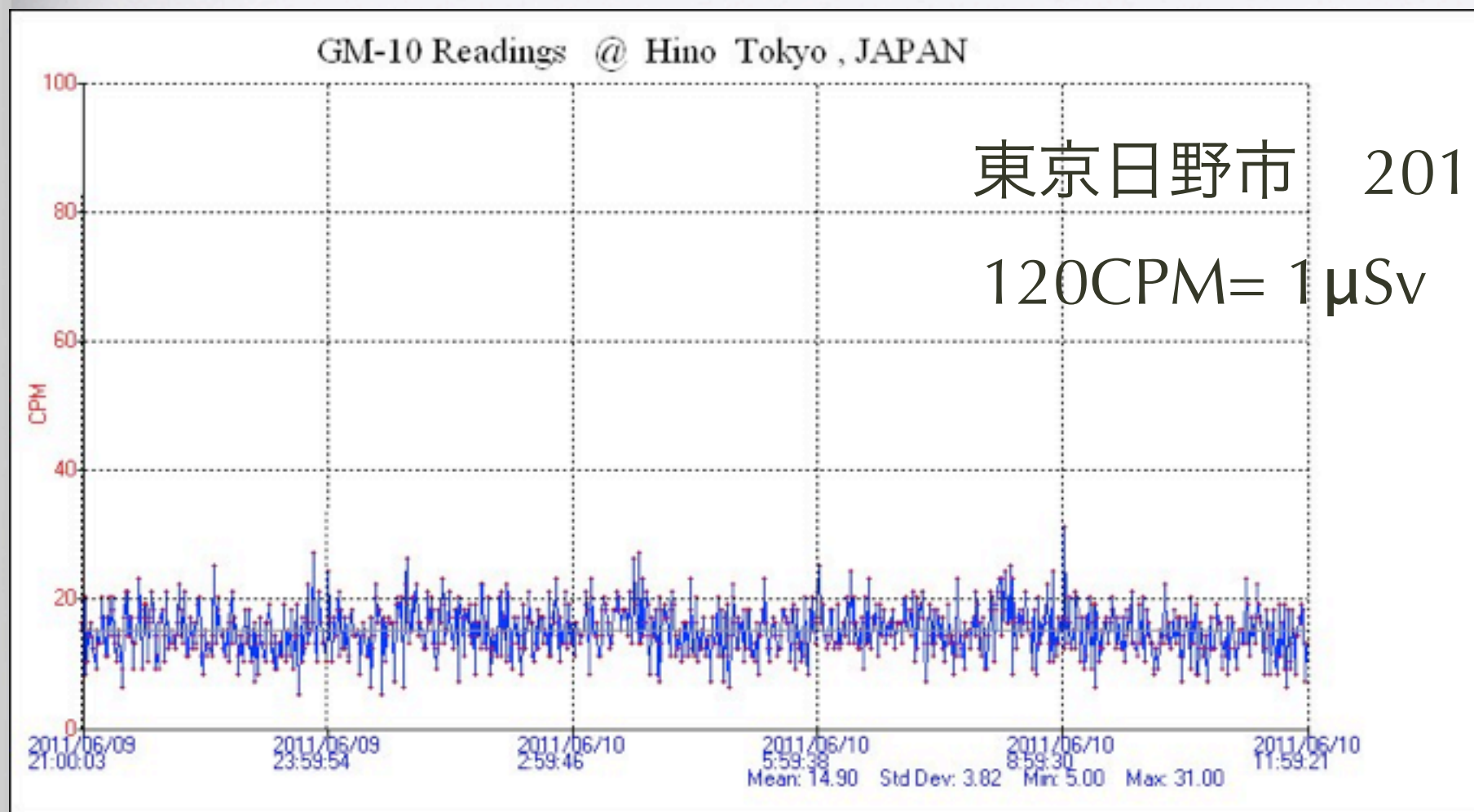
家の中でもどこでも 0.1 以下にならないような場合実は機械から出るゴミを計っている可能性が高い。

- ガイガー管のBG

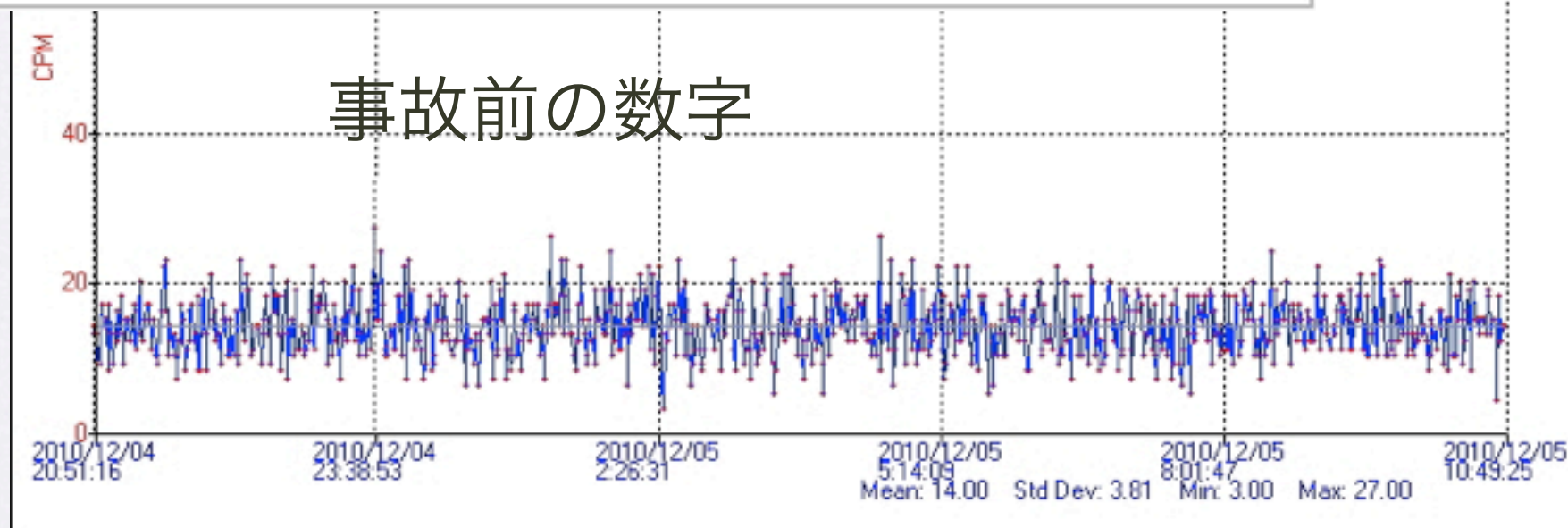
<http://park30.wakwak.com/>

東京日野市 2011/6/10

120CPM = 1 μ Sv



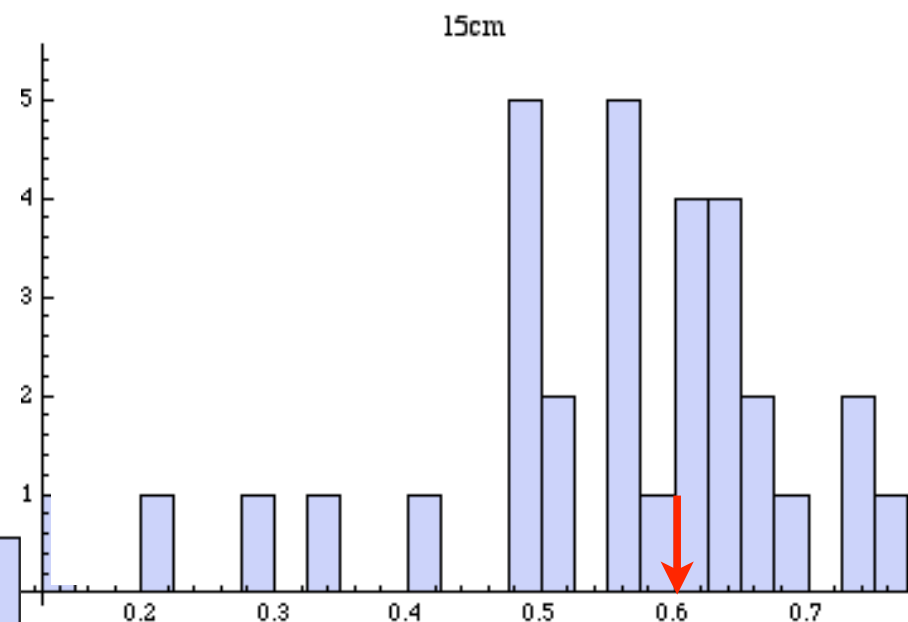
事故前の数字



0.1 μ Sv 近辺で値はどの機種も値は高い目

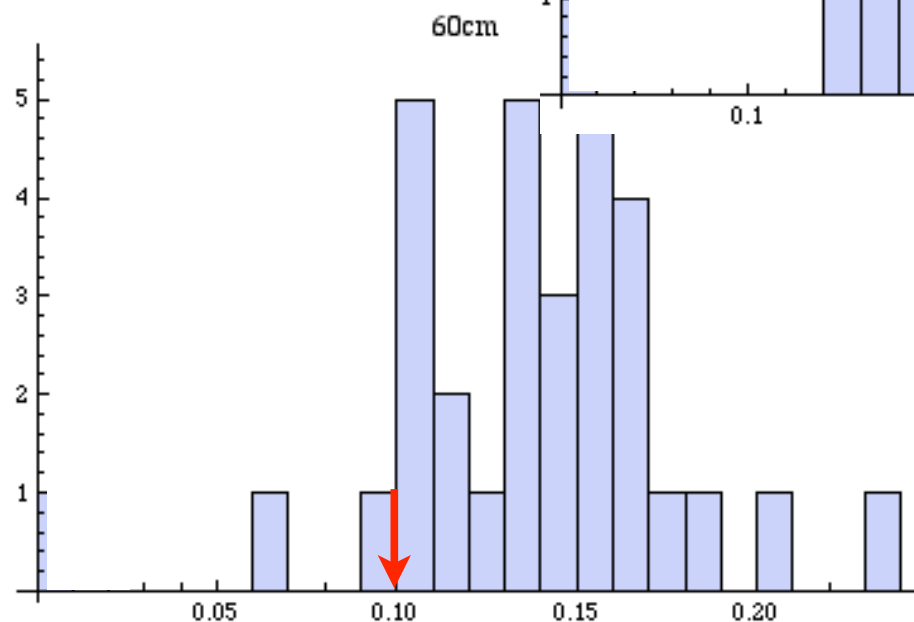
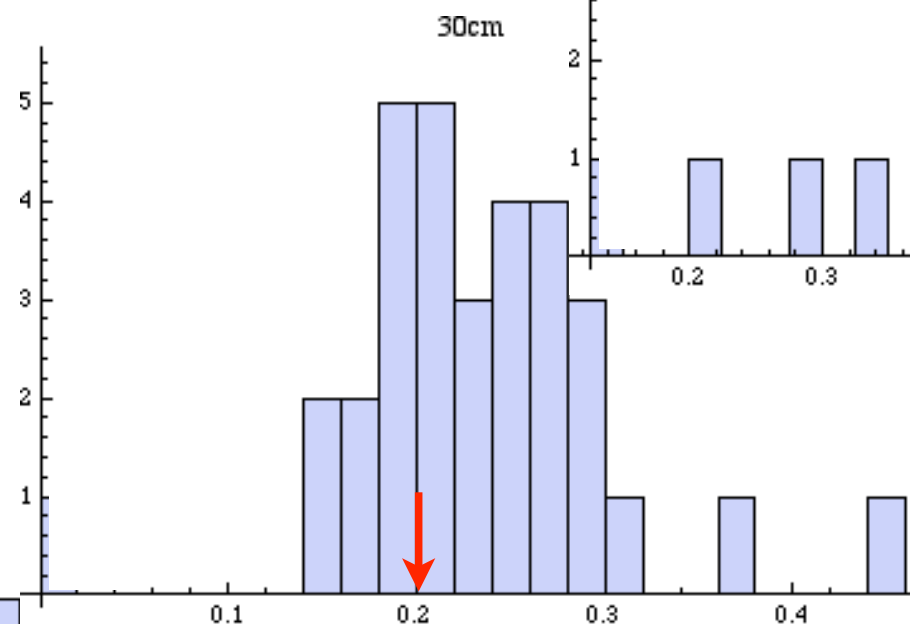
15cm 線量 0.6 μ Sv/h

機器のセンサー部分の
位置のずれが出ている可能性



30cm 線量 0.2 μ

そろっているが平均は
0.2 より高い



60cm 線量 0.1 μ

ほぼ全ての機種が0.1以上
半分以上が 0.14 越え

「鉛のお家」 による 自己ノイズ測定

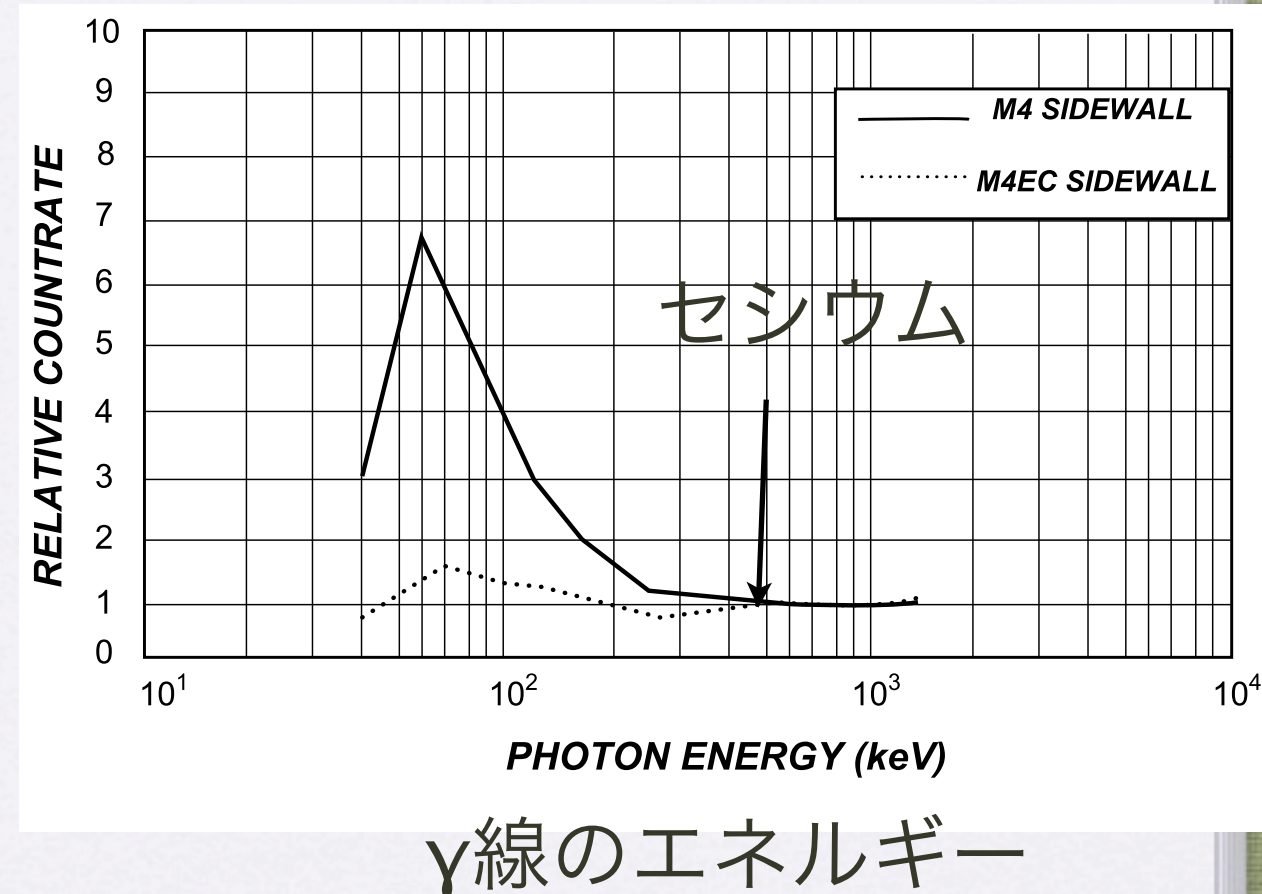


- 鉛ブロックで遮蔽をすることによって外部からの γ 線を遮断。自己ノイズだけ測定
- ALOKA NaI ほぼ0
- Inspector0.05 μ Sv
- RADEX,MKS-050.04 μ Sv
- RADEX の ガイガー管 (SMB-20) のスペック表によれば、ノイズは 60CPM 以下（通常10~20）ノイズは主にはんだの鉛のなかにある放射性元素

γ線のエネルギー補正

- 一般的にγ線の検出効率はエネルギーが低いほど高い（数えすぎる）
- ALOKA の NaI シンチレータなど高級機種はエネルギーを同時に図ることによって、これを補正。
- 一般向け線量計（シンチレーター）ではこの機能はないので散乱などでγ線のエネルギーが減るとSv を多めに数える可能性がある。

γ線の検出し易さ



Polimaster PM1703 との比較

なぜか低線量で高い目な
CsI(Polimaster PM1703)

NaI	0.10	0.22	0.60
A	0.14	0.24	0.62
B	0.13	0.24	0.55

まとめ

- 個人線量計は正確でなく、線量の高い場所（ >0.2 以上）をはかるための装置であることを理解する。
- β 線、自己ノイズ、エネルギー依存性などが、総て線量値を大きくする方向に働くことを理解する。
- ガイガーカウンターの場合 β 線遮蔽の方法を知っておく。
- 統計が十分でないことを理解する（菊池さんの「平均をとれ！」トーク）
- 測定器のノイズが大きい場合
 - 自分の測定器で一番小さい数値が出る場所を探す。（大きなビルの中、地下。。。）
 - そこが自分の[ゼロ点]だと思って外での測定をそこからの引き算で考える。