

進捗報告

PMT Calibration(x14)

2014.01.22-27

Development of ^{90}Sr Counter project

～素材発光テスト～

2014.01.28-29

2014.02.03

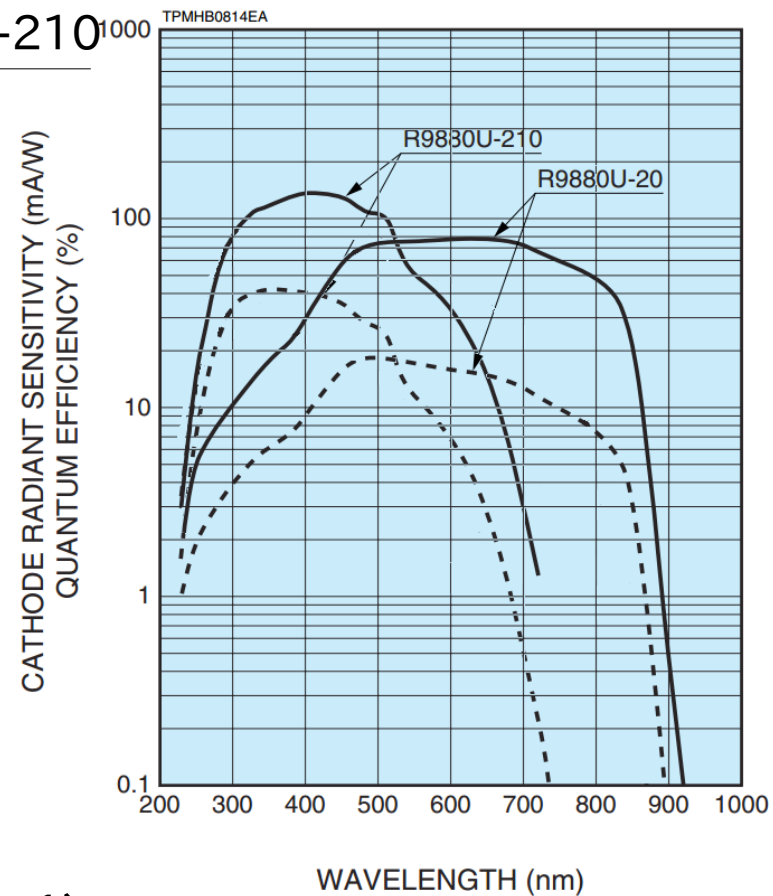
H.ITO

PMT Calibration



R9880U-20

R9880U-210



外形:直径16mm

有効エリア:直径8mm

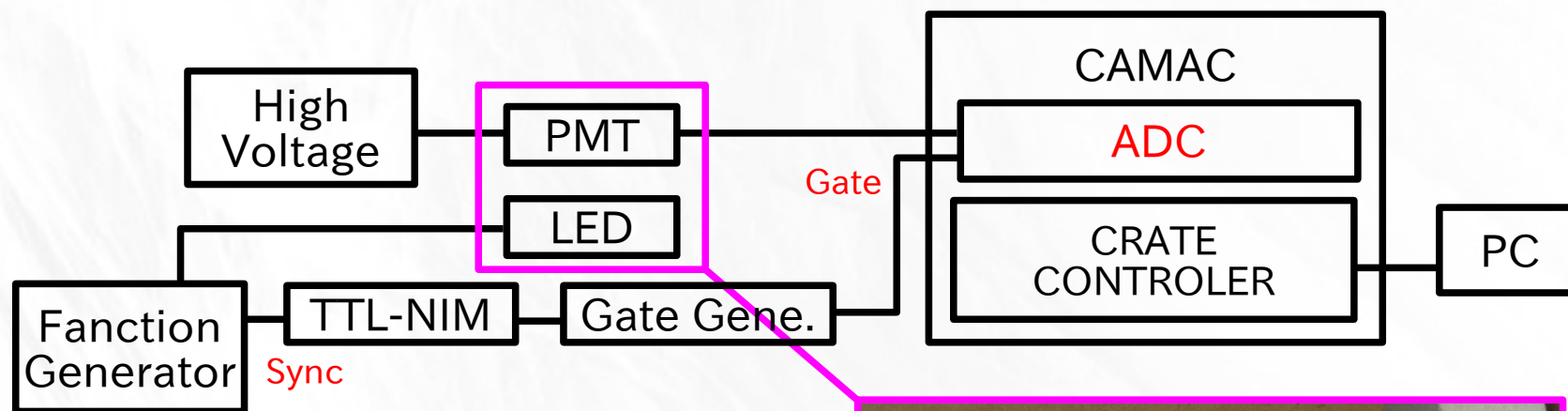
千葉大在庫 R9880U-20 (x 5)

R9880U-210 (x 9 + 故障 x 1)

今後入荷予定:8個

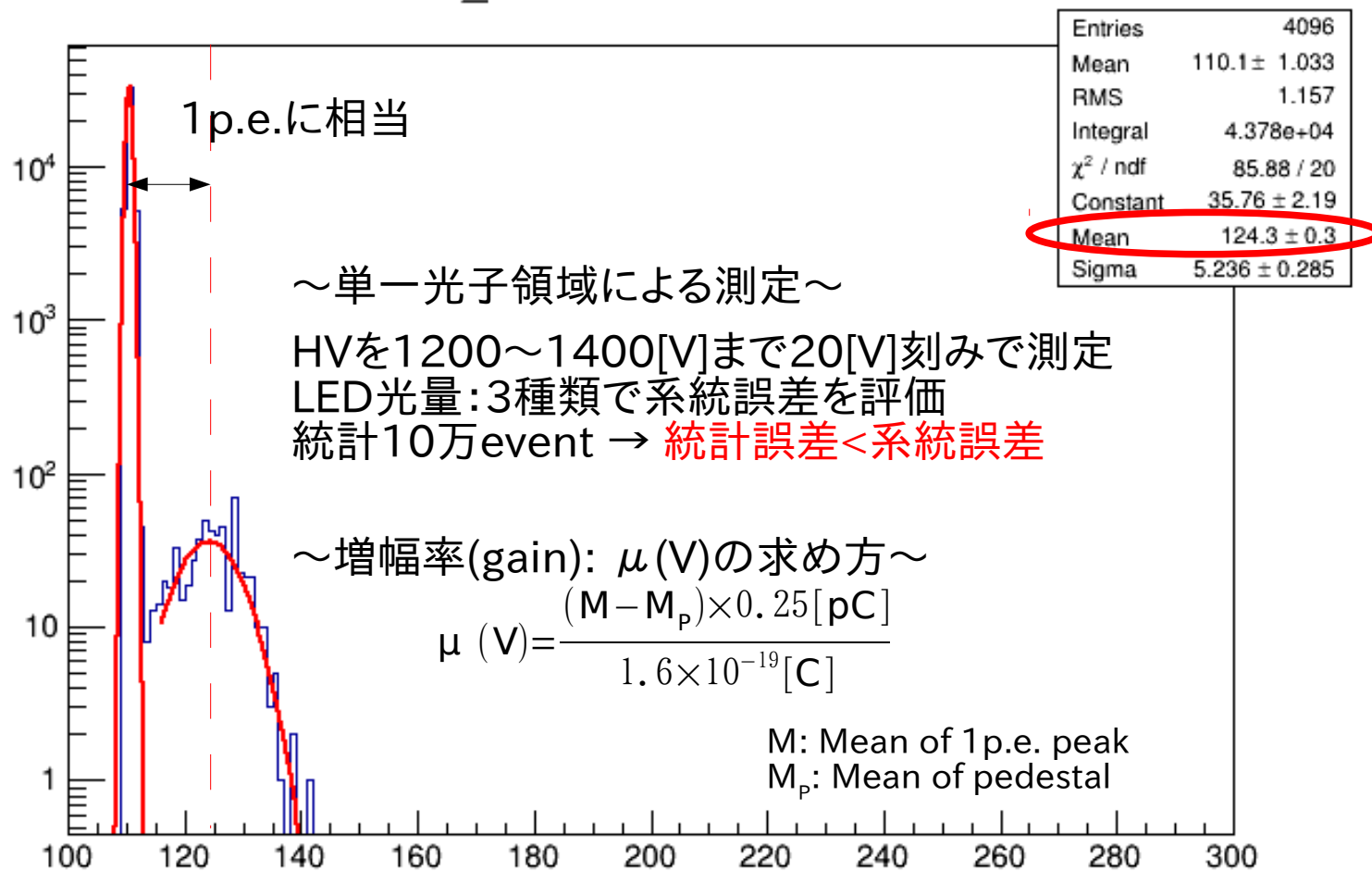
PMT Calibration

回路



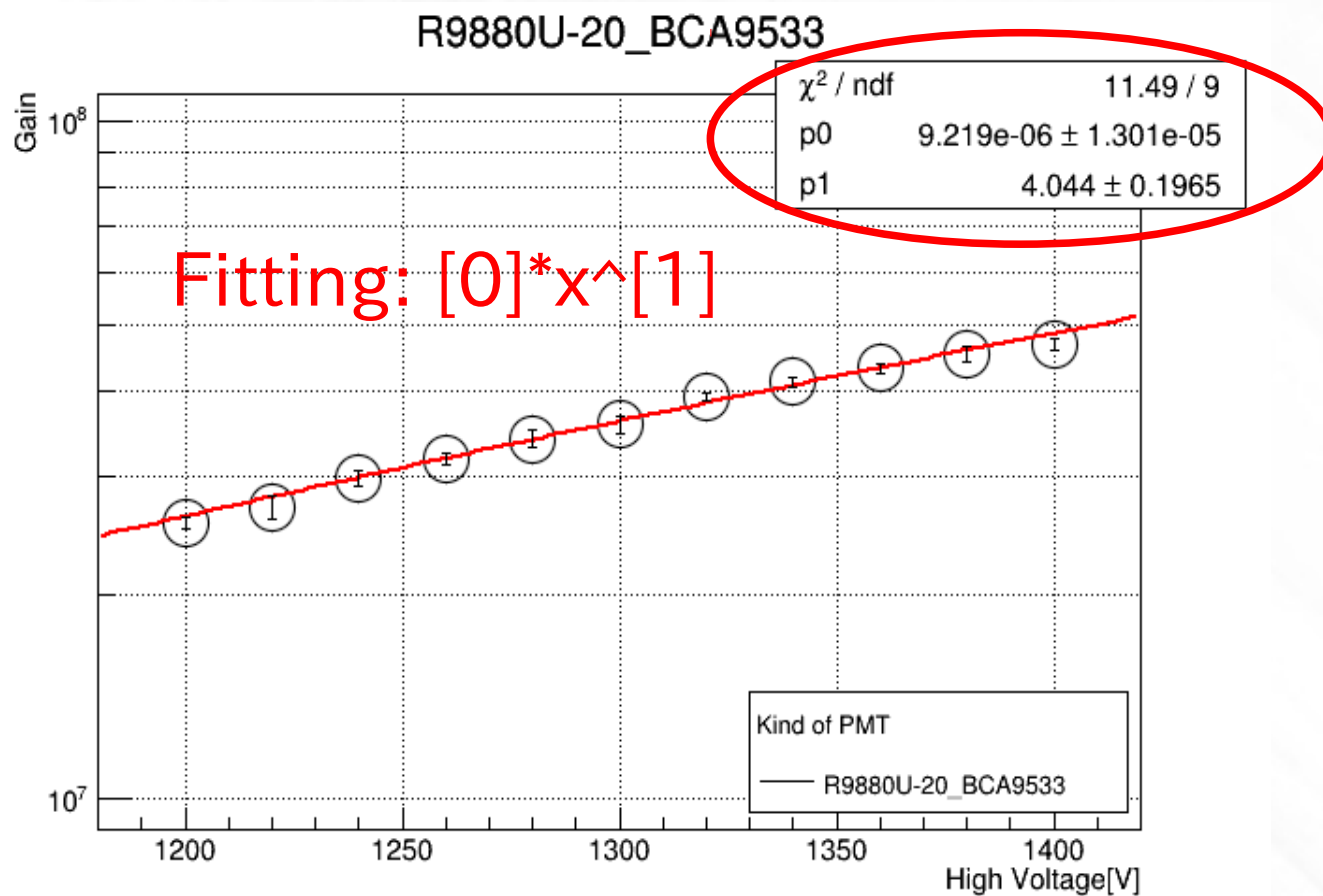
PMT Calibration analysis

R9880U-210_BAC0996 hv1240led1.44.dat



PMT Calibration

Result



PMT Calibration Result

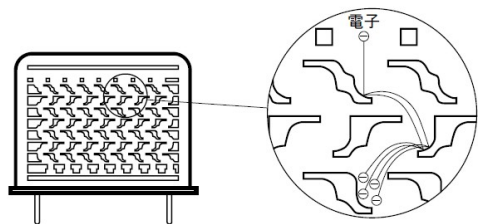
二次電子放出比 δ はダイノード間の電圧 E の関数であり、次の式で表される。

$$\delta = a \times E^k$$

ここで a は定数、 k は電極の構造・材質で決まる。

光電子増倍管の第ノードの数を n とすると、等分割デバイダの場合、ゲイン μ の印可電圧 V に対する変化は次式になる。

$$\mu = (a \times E^k)^n = a^n \left(\frac{V}{n+1} \right)^{kn} = A \times V^{kn}$$



$k \sim 0.4$

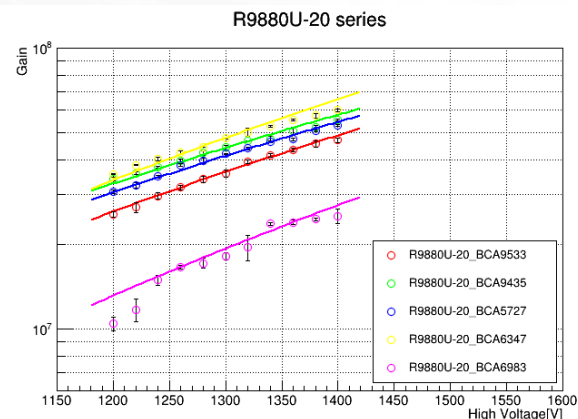
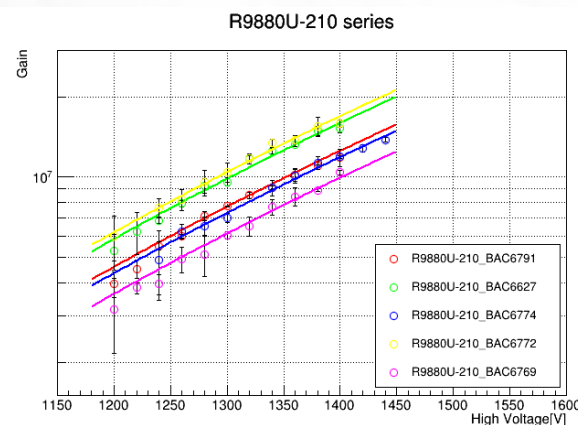
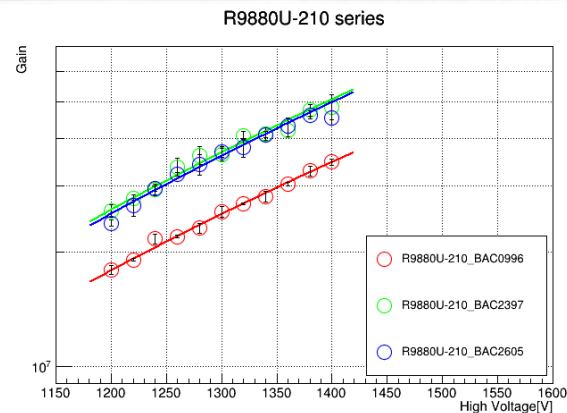
$n = 10$

$k \sim 0.6$

$n = 10$

$k \sim 0.4$

$n = 10$



PMT Calibration

まとめ

千葉大PMT在庫(x15)

R9880U-210 (正常x8, ノイズ多x1, 故障x1,
R9880U-20 (x5)

キャリブレーション(x13)

R9880U-210 (x8)	{	k~0.4
		k~0.6
R9880U-20 (x5)		k~0.4

ノイズレーション(まだやっていない)

2014/01/16 中部電力 視察:デモンストレーション

線源	時間[sec]	2coin	3coin	rate[Hz]
Sr	30	205261	750	25.0
Cs	30	53282	49	1.63

Sr/Cs 15.3

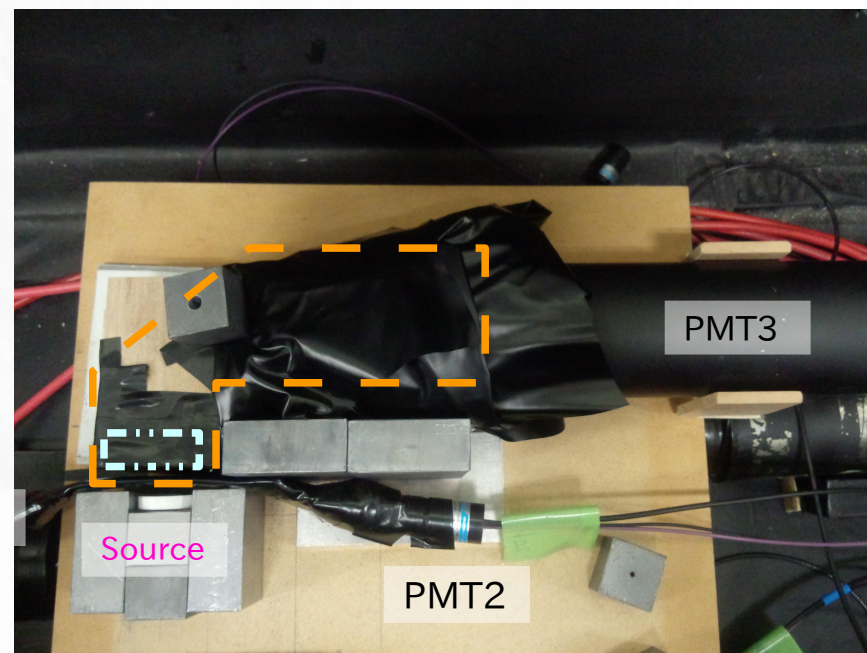
失敗

Sr/Csが低い → なぜCsで反応してる?

- (1)ガンマ線遮蔽
- (2)外部光漏れ
- (3)トリガーシンチレーションの光漏れ
- (4)箱、反射材、接着剤のシンチレーション発光

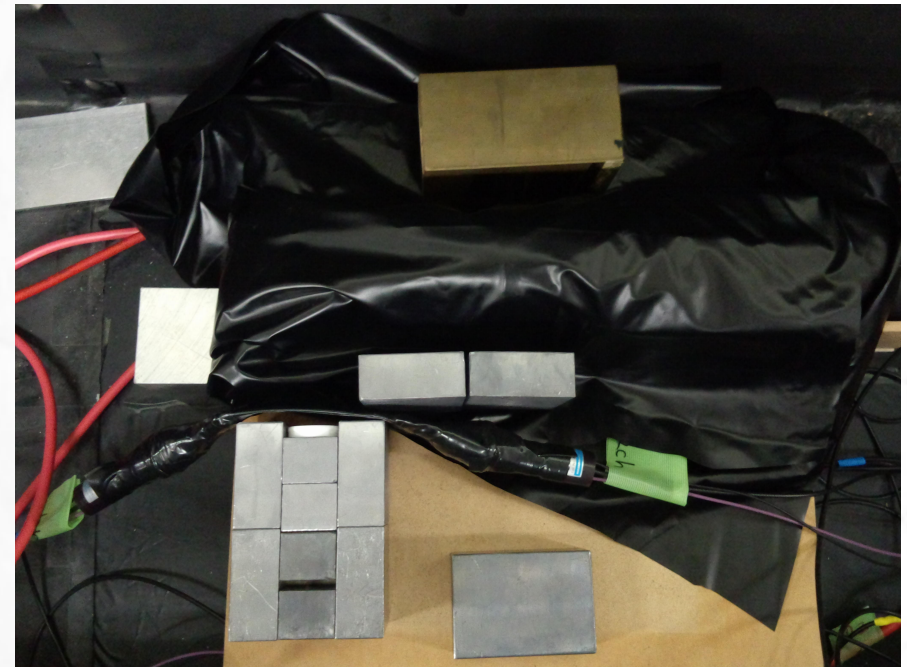
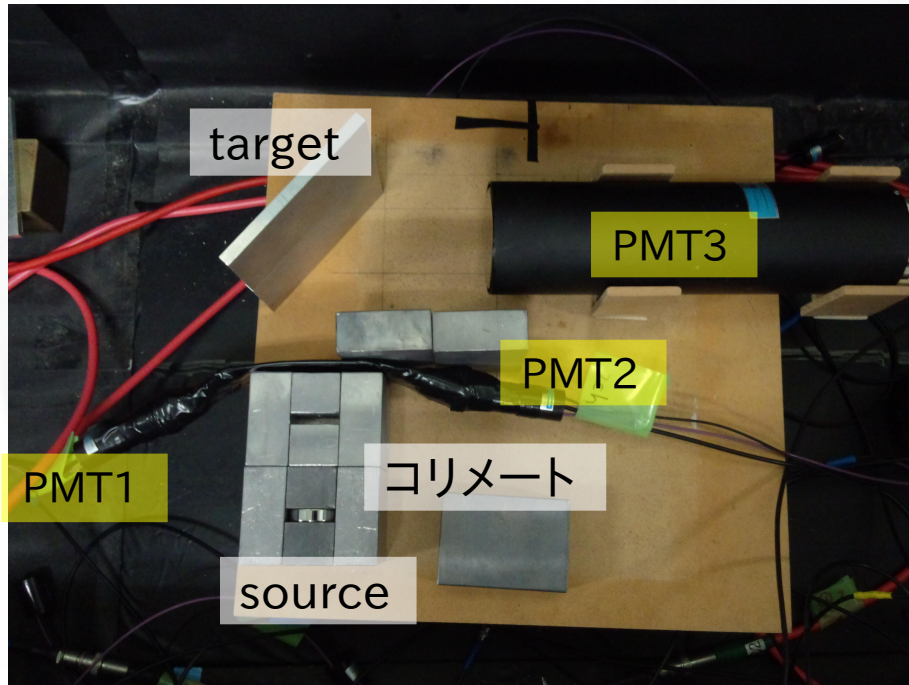
発光による影響: ~80%
ガンマ線による影響: ~10%

発光による影響:
トリガーの光漏れ~50%
箱の問題? ~13%



素材の発光特性のテスト

素材の発光特性のテスト



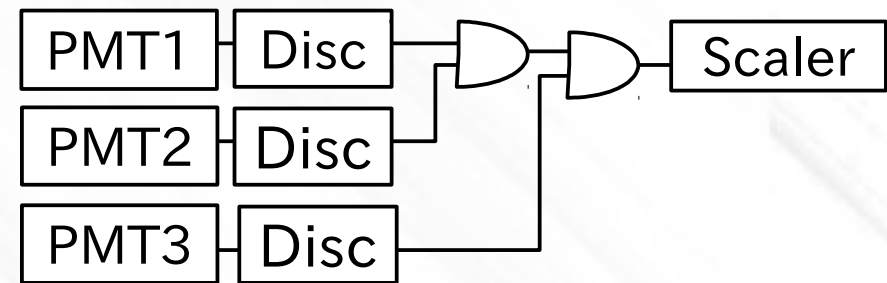
source

$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$

β 線: 0.55MeV
 β 線: 2.28MeV

target

アルミ板
 鉛
 アルミマイラー(マイラー面)
 アルミマイラー(アルミ面)
 アガチス(木材)
 ESRフィルム



素材の発光特性のテスト

～アルミ板で？～

(a)target:なし

Count rate mean[Hz]

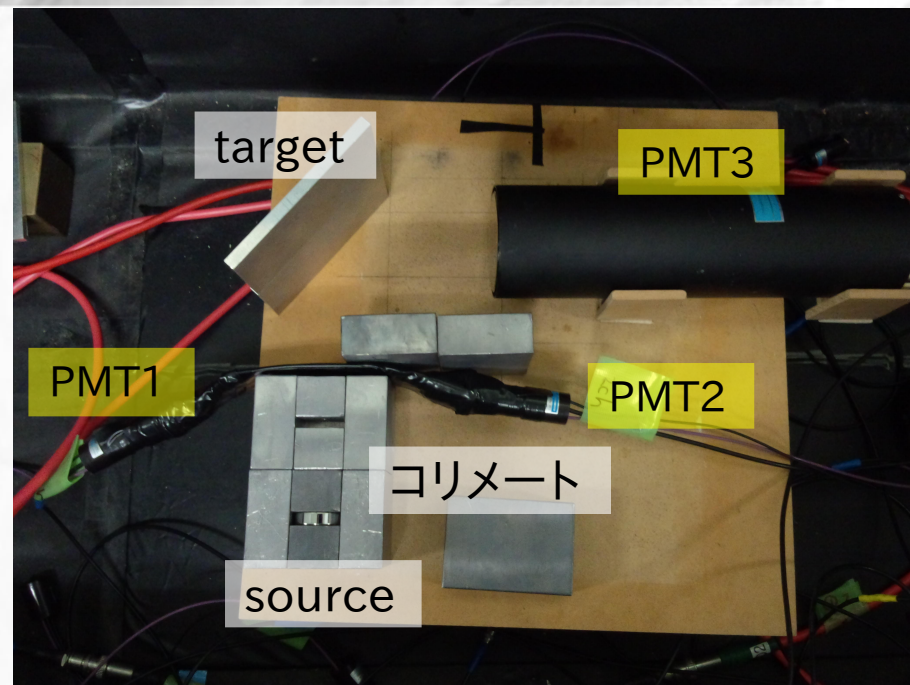
0.65±0.06

(b)target:アルミ板

0.94±0.07

(c)target:アルミ板, PMT3遮光

0.71±0.06



	mean of ration[Hz]		
	2coin	3coin	error
なし	208	0.65	0.06
アルミ板	210	0.94	0.07
鉛	212	1.15	0.08
アガチス(木材)	211	0.89	0.07
アルミマイラー(マイラー面)	211	1.21	0.08
アルミマイラー(アルミ面)	211	0.93	0.07
ESRフィルム	208	5.37	0.3

$$(0.94-0.65)/210 = 1.38 \times 10^{-3}$$

ベータ線で0.14%は電子散乱でPMTが反応する

※2cointリガーに対して3coinが反応した確率

素材の発光特性のテスト

～ホントにβ線の散乱?～

電子の飽和後方散乱係数はターゲットの原子番号に依存する

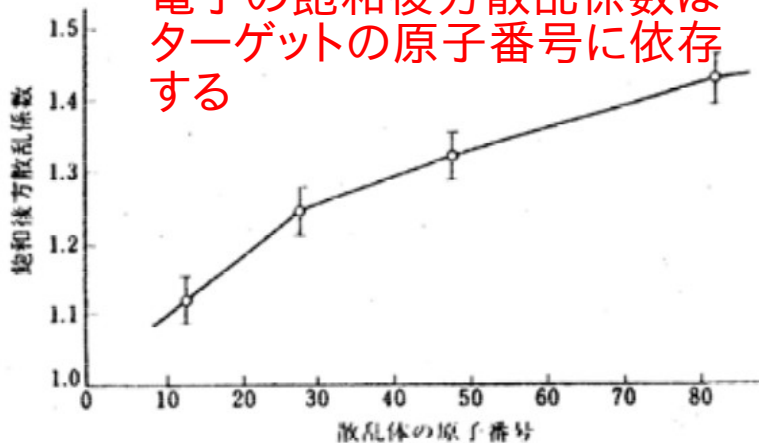
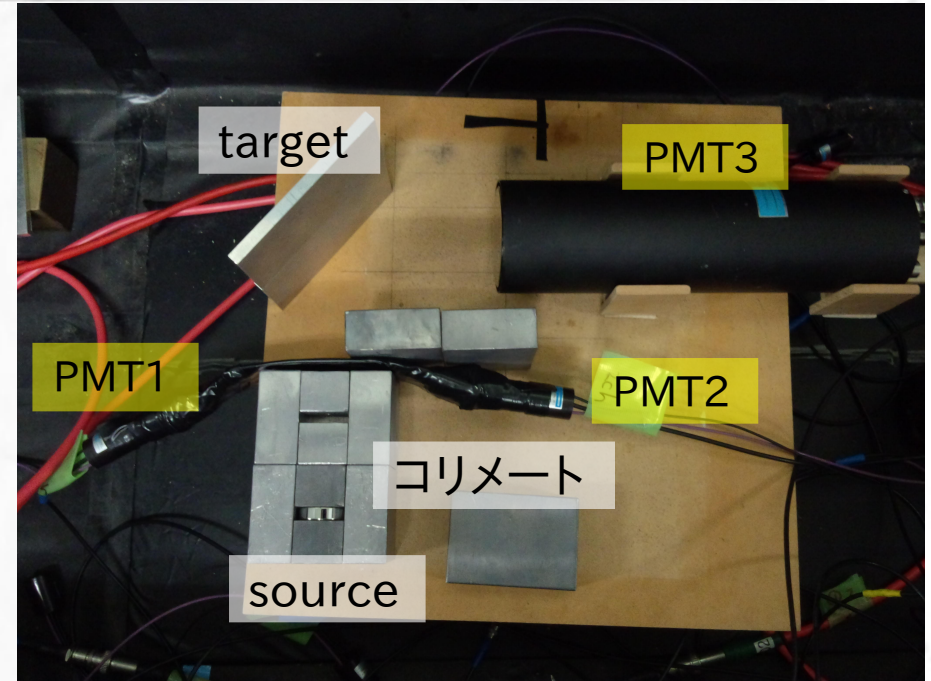


図9 後方散乱係数と原子番号[3]

表5 散乱体と飽和後方散乱係数

散乱体 (原子番号)	飽和後方 散乱係数
Al (13)	1.13
Cu (29)	1.25
Ag (47)	1.31
Pb (82)	1.42



(b)target:アルミ板

0.94 ± 0.07

ratio:鉛/アルミ
Theo.
1.26

(d)target:鉛

1.15 ± 0.08

Exp.
1.22



電子散乱が原因だろう

図9,表5:滋賀県総合教育科学器具の活用15. GM計数管によるβ線の吸収実験,参照
http://www.shiga-ec.ed.jp/kagaku/05shisets/bake/kiki_phys_15.pdf

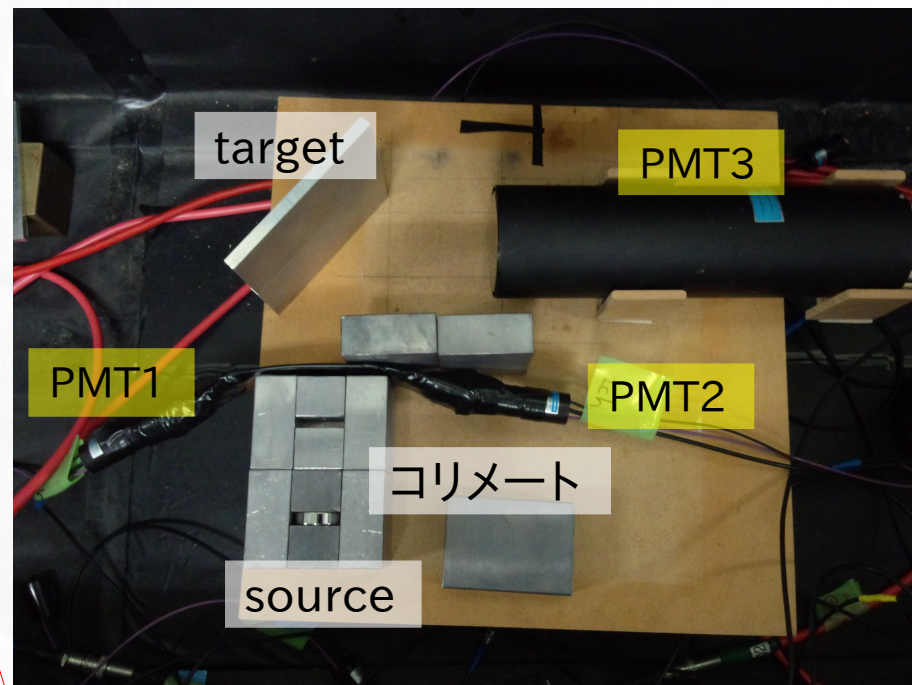
素材の発光特性のテスト

～アルミマイラーの表裏～

素材		rate[Hz]	
		2coin	3coin
アルミ板		210	0.94±0.07
アルミマイラー	マイラー面	211	1.21±0.08
	アルミ面	211	0.93±0.07

PMT3遮光

素材		rate[Hz]	
		2coin	3coin
アルミ板		210	0.71±0.06
アルミマイラー	マイラー面	210	0.62±0.07
	アルミ面	211	0.58±0.05



$$(1.21 - 0.94) / 210 = 1.27 \times 10^{-3}$$

ベータ線で0.13%は電子散乱に加えてマイラー面で発光している

※2coinトリガーに対して3coinが反応した確率



アルミマイラーのマイラー面β線で光っている

素材の発光特性のテスト

～おまけ:木材は発光する?～

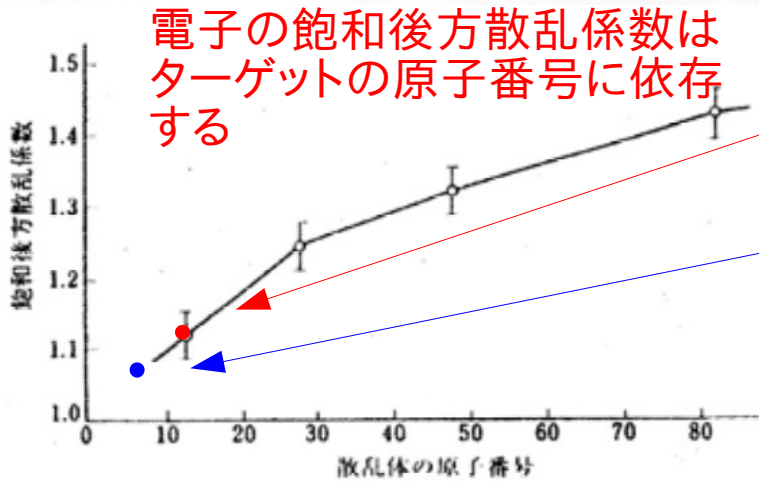


図9 後方散乱係数と原子番号[3]

PMT遮光

アルミ板

0.94 ± 0.07 → 0.71 ± 0.06

アガチス

0.89 ± 0.07 → 0.59 ± 0.06

アガチスは発光している可能性がある。



木材を乾燥:ひび割れ防止

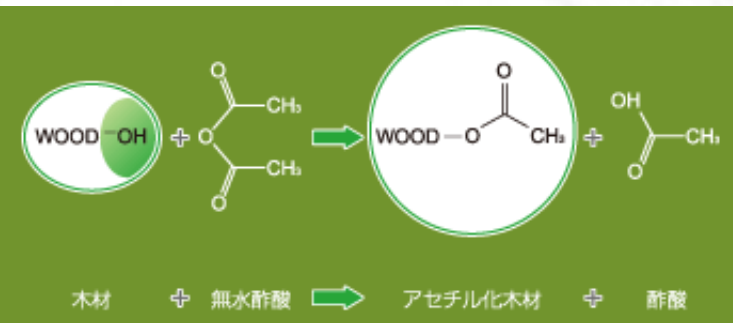
…ポリエチレングリコール処理 (PEG処理)

<http://www.fpri.hro.or.jp/rsdayo/16770042001.pdf>

防水・湿・腐・虫の処理

…アセチル化

→ フローリングなどのコーティング?



<http://www.homarewood.co.jp/lumbermill-document-9.htm>

<http://www.woodwise.jp/accoya/setsumei.html>

素材の発光特性のテスト

～まとめ～

Sr/Csが低い → なぜCsで反応してる？

～電子散乱とアルミマイラーの影響～

発光による影響: ~80%
ガンマ線による影響: ~10%

発光による影響:
トリガーの光漏れ ~50%
箱の問題? ~13%



素材の発光特性のテスト

ベータ線で0.14%は電子散乱
でPMTが反応する

ベータ線で0.13%は電子散乱に加えてマイ
ラー面で発光している

アガチスは発光している可能性がある。

