

進捗報告

2019-01-11 INTT meeting

奈良女 B4 吳羽 一色 杉野

進捗内容

日付	作業内容
12/18	<u>INTTでのキャリブレーションテスト</u> DAC値を変えてキャリブレーションし、閾値設定の精度を確認した。
12/19	<u>INTTでの宇宙線テスト(Self Triggerモード)</u> ノイズ量やデータの正常性を考慮し、これからの測定(INTTでの線源テスト・宇宙線テスト)に使用するDAC値を決定した。
12/20	<u>INTTでの線源テスト(Self Triggerモード)</u> β線源を用いてデータがとれるか確認した。
12/21	<u>INTTでの線源テスト(External Triggerモード)</u> シンチによるExternal Triggerをはさみデータがとれるか確認した。
12/26	<u>シンチのレート確認</u>
12/27-28	<u>ROCのport毎の動作確認、INTTにおけるβ線源のエネルギー損失の見積もり</u>
1/8	<u>新portで再びINTTでの線源テスト(Self Triggerモード)及び宇宙線テスト(External Triggerモード)</u>

INTT 宇宙線テスト (Self Triggerモード)

DAC値決定のための評価 (INTT, Self_trigger)

DAC0とDAC1の値を変えることでINTTでの適切なDAC値を考察した。DAC0とDAC1の値の幅は5で固定し測定することにした。

1219-1729での測定(1分43秒)

	設定値	対応電圧 (mV)
DAC 0	25	310 mV
DAC 1	30	330 mV
DAC 2	48	402 mV
DAC 3	98	602 mV
DAC 4	148	802 mV
DAC 5	172	898 mV
DAC 6	223	1102 mV
DAC 7	248	1202 mV

1219-1738での測定(約1分)

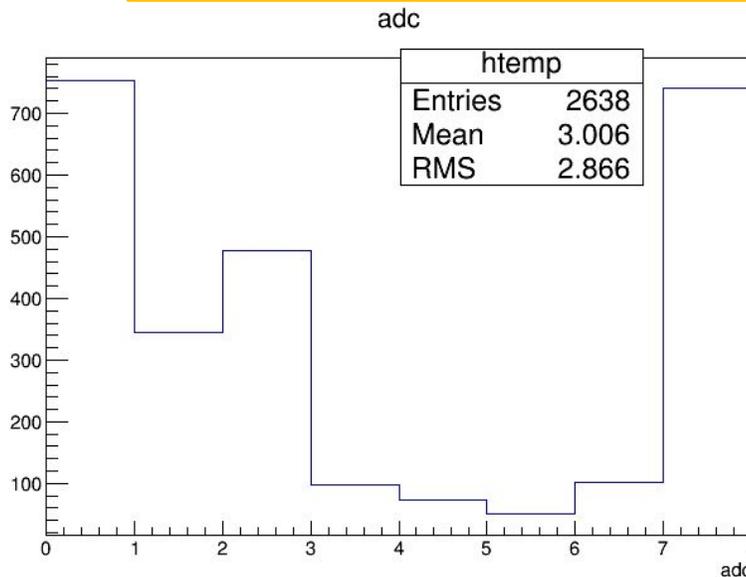
	設定値	対応電圧 (mV)
DAC 0	28	322 mV
DAC 1	33	342 mV
DAC 2	48	402 mV
DAC 3	98	600 mV
DAC 4	148	802 mV
DAC 5	172	898 mV
DAC 6	223	1102 mV
DAC 7	248	1202 mV

1219-1746での測定(1分38秒)

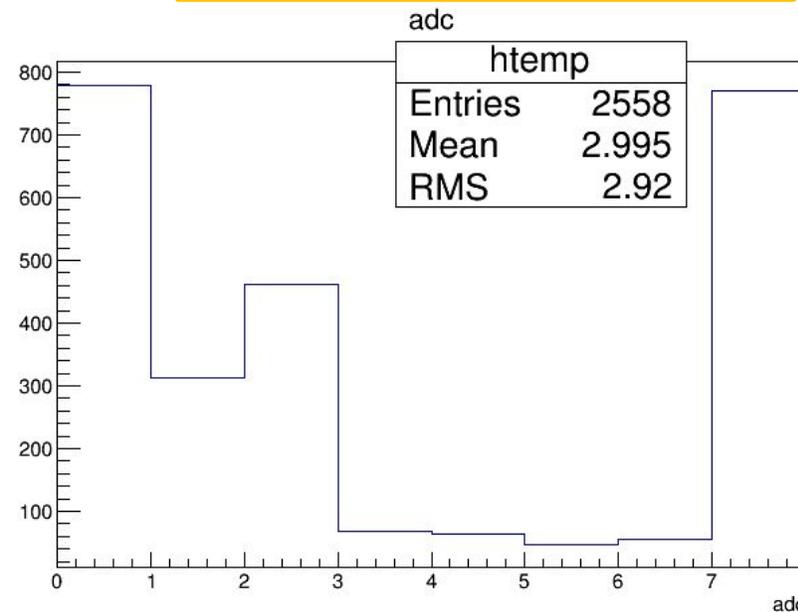
	設定値	対応電圧 (mV)
DAC 0	20	250 mV
DAC 1	25	310 mV
DAC 2	48	402 mV
DAC 3	98	602 mV
DAC 4	148	802 mV
DAC 5	172	898 mV
DAC 6	223	1102 mV
DAC 7	248	1202 mV

結果

DAC0:25 DAC1:30



DAC0:28 DAC1:33

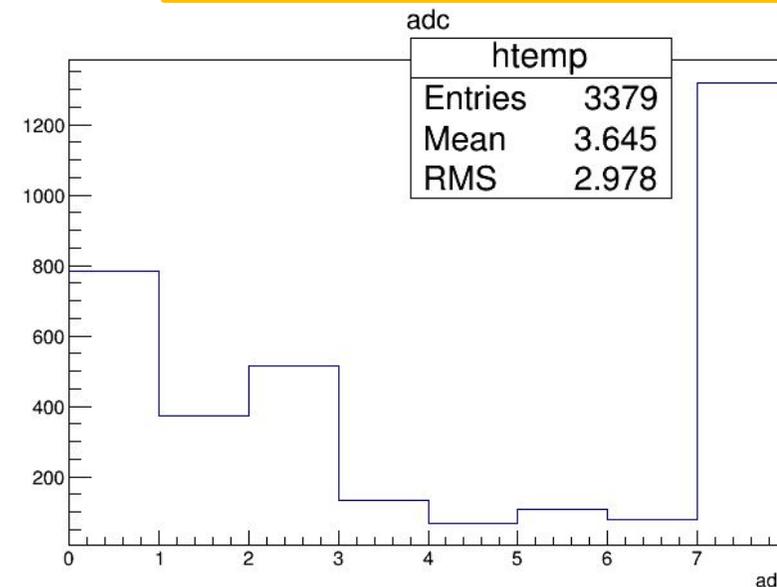


- DAC0のentry数はどれもほぼ同じ結果となった。
→ADC値が20(250mV)~33(342mV)の間ではノイズの量はほとんど変わらない。
- DAC1のentry数はDAC0に比べて少なく割合はほぼ同等。

このことから **DAC0は20、DAC1は25に設定する。**

(あまりDAC値を高くすると低いエネルギーで通過する宇宙線をとらえられない)

DAC0:20 DAC1:25



INTT線源テスト(Self Triggerモード)

密封 β 線源でのSelfTriggerモード測定

セットアップ図



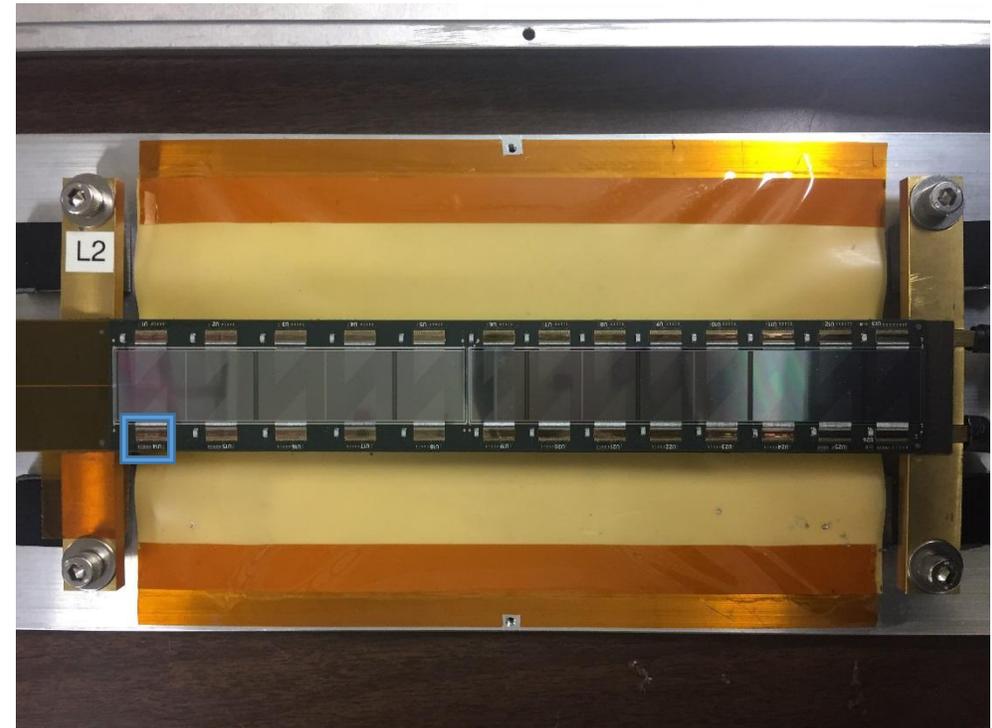
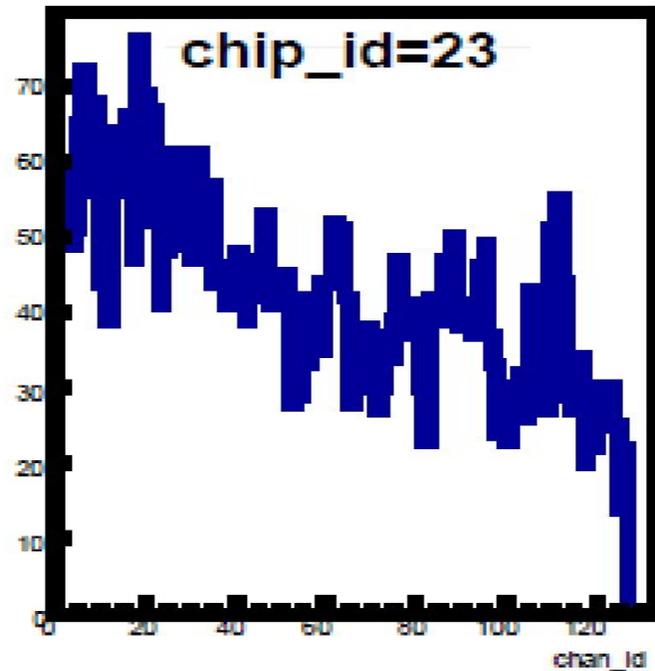
Inntの上から暗幕を巻き、その上に直接 ^{90}Sr を乗せた。線源の反応を見るため、シリコンのどの位置に置くかは特に問題にしていない。



使用ヒストグラムについて

横軸channelの1次元ヒストグラム

Entry数は、chipごとに26個のグラフを表示する。



data:1220-1402



INTT#L2

Bath extender#02-34-04

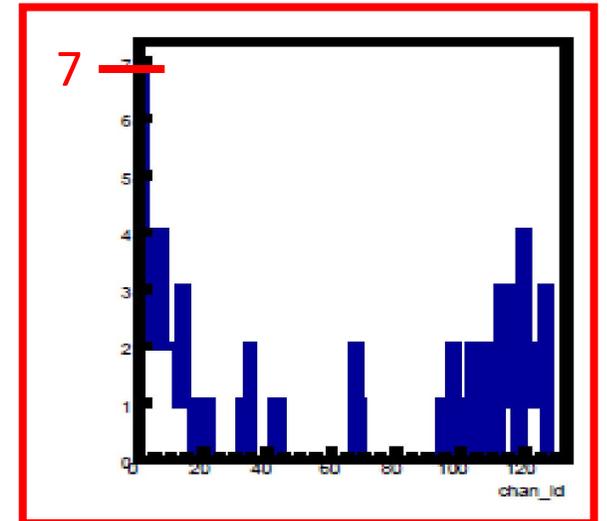
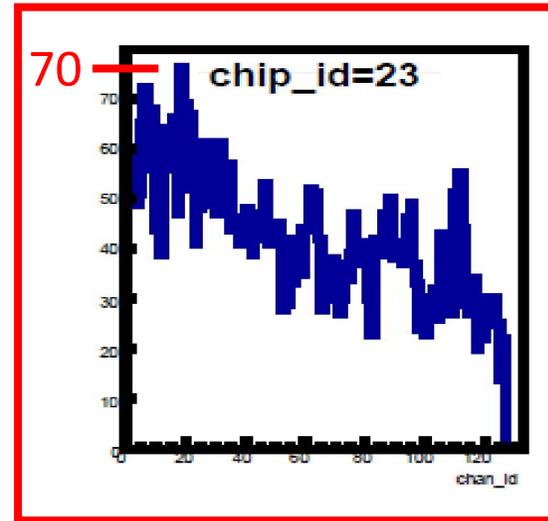
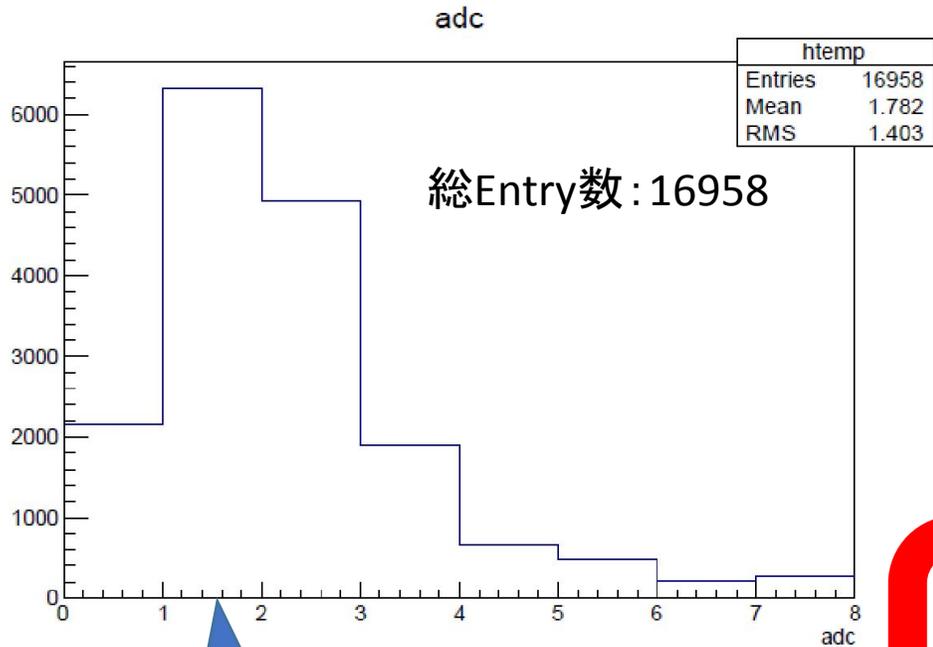
station#2

Code:Self_trig

Bottom fiber

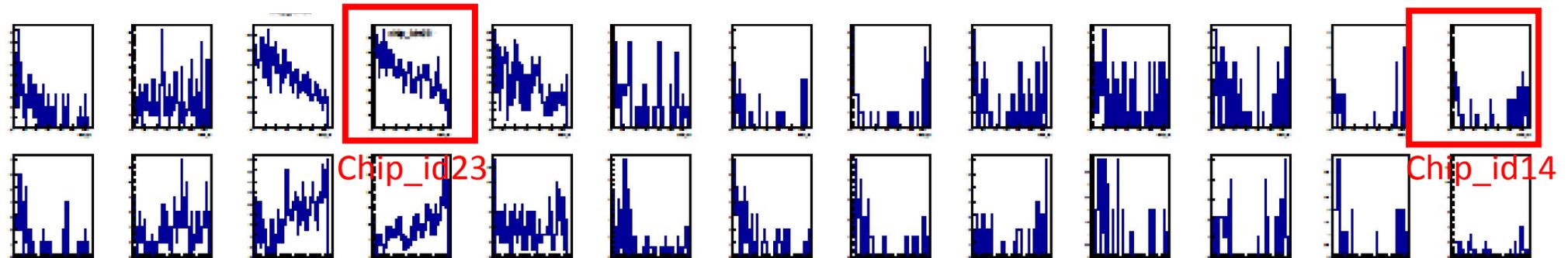
2018/12/20/14:02~

測定時間:約2分間



Chip23付近(11,23,24)のEntry数が大量、それ以外は少なく一定。

DAC値1,2にEntryが集中した。



data:1220-1449



INTT#L2

Bath extender#02-34-04

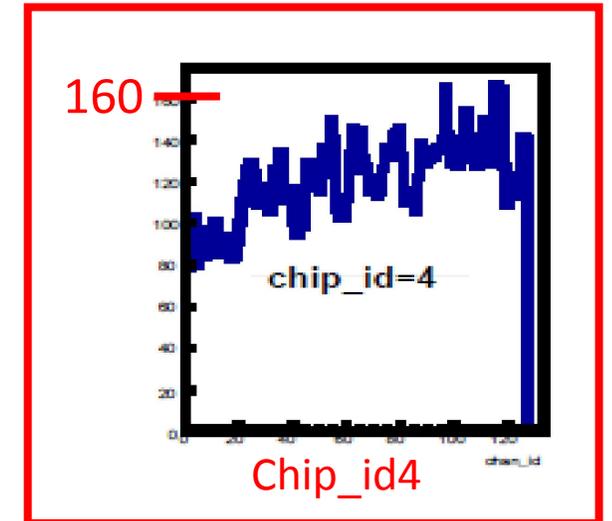
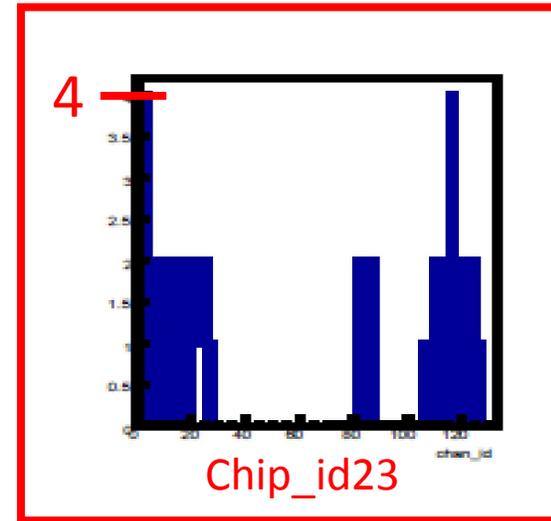
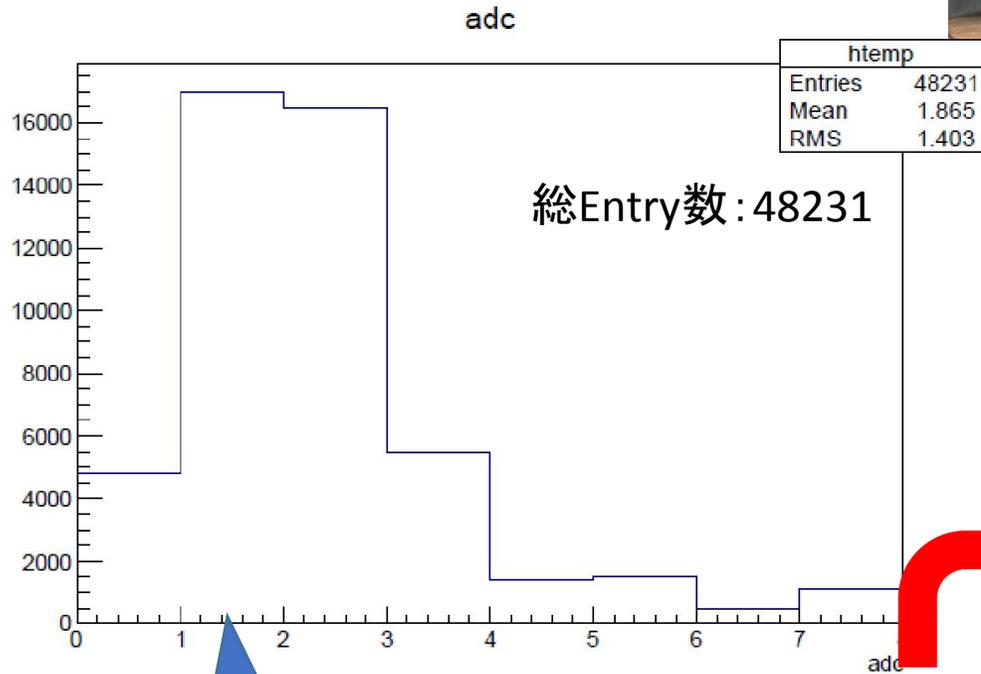
station#2

Code:Self_trig

Bottom fiber

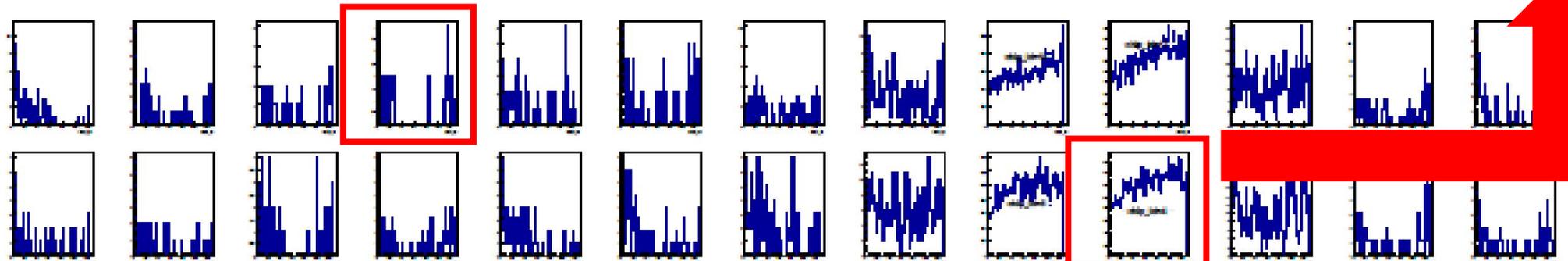
2018/12/20/14:49~

測定時間:1min34sec



Chip4付近(4,5,17,18)のEntry数が大量、それ以外は少なく一定。

DAC値1,2にEntryが集中した。

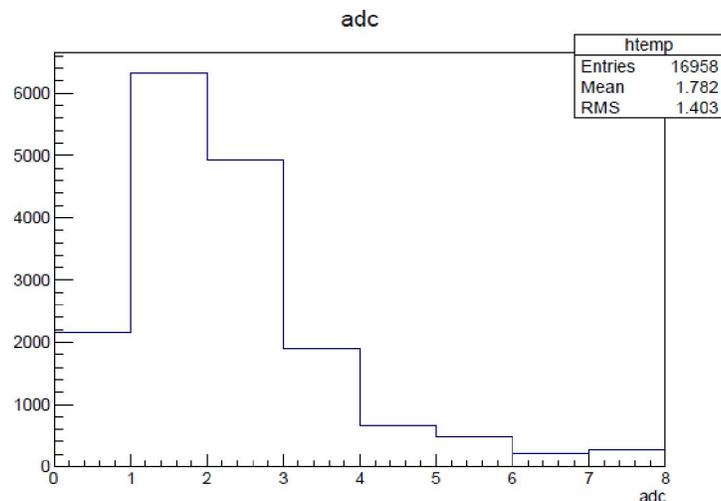


線源SelfTriggerテストの結果の評価(β線が最大エネルギーを持つとした時)

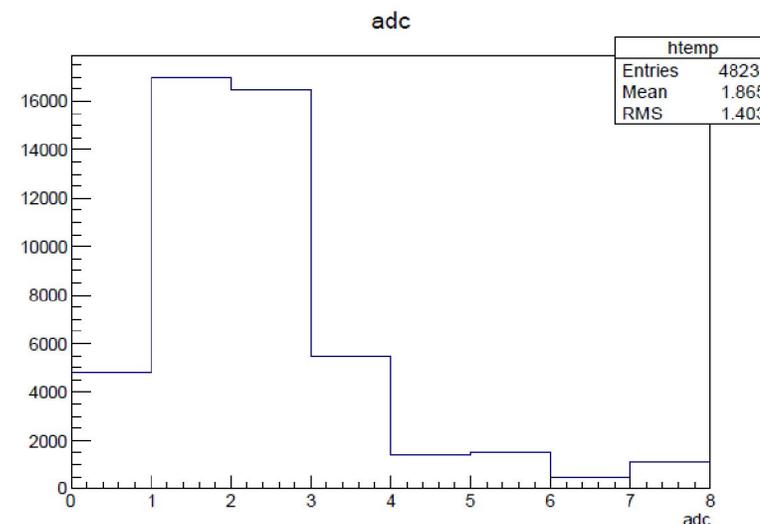
	設定値	対応電圧 (mV)
DAC 0	10	250 mV
DAC 1	23	302 mV
DAC 2	48	402 mV
DAC 3	98	602 mV
DAC 4	148	802 mV
DAC 5	172	898 mV
DAC 6	223	1102 mV
DAC 7	248	1202 mV

線源に由来する電子のエネルギー損失によるエントリーはDAC1~DAC3までに記録されると推定

data:1220-1402



data:1220-1449



β線の最大エネルギーで計算した、Al箱で落とす分も考慮したときのFPHX内のADCに入力される信号は**698mV** ストリップを1~3つ連続して通過し、それぞれ、エネルギーを損失したとしたら適当な分布であると思われる。

しかし、β線の平均エネルギーで計算し、Al箱でのエネルギー損失も考慮した場合、Al箱で全てのエネルギーを失い、荷電粒子はINTTには入らないという計算結果となった。

INTTでの線源テスト(External Triggerモード)

data:1221-1544

INTT#L2

Bath extender#02-34-04

station#2(C2)

Code:Self_trig

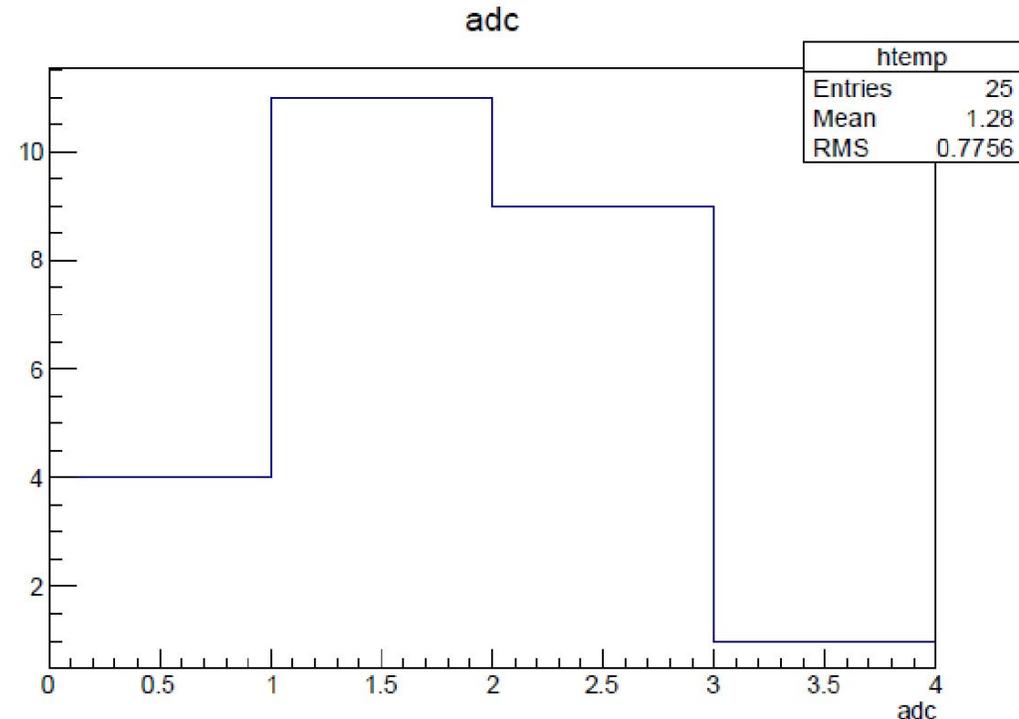
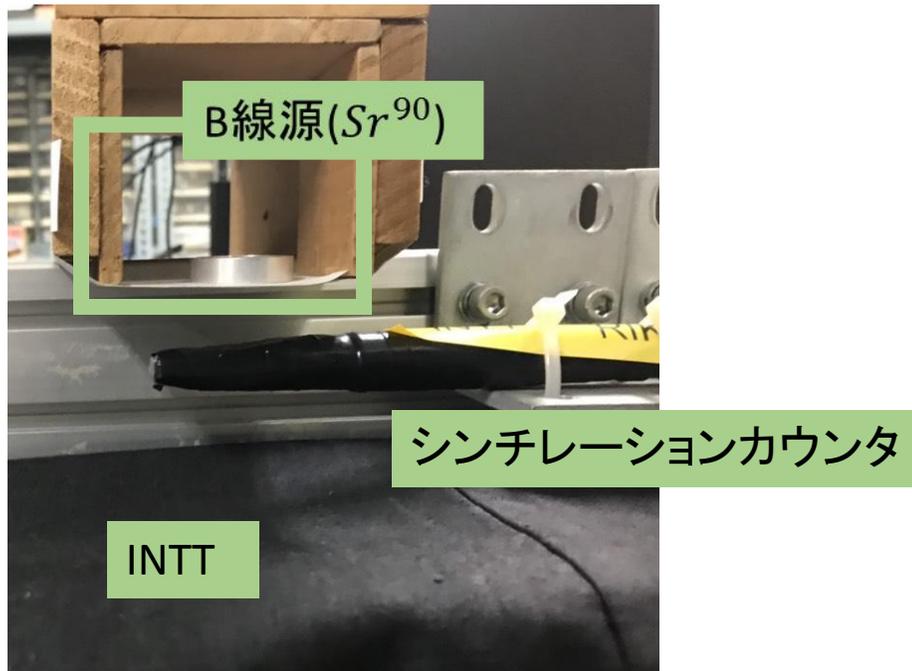
Bottom fiber

2018/12/21/15:44~

測定時間:12min20sec

測定時間12min20secでのentry数25,つまりレートは0.03。
殆どのβ線がシンチ中で止まってしまったと考えられる。→計算中
よって宇宙線でのExternal triggerでの測定に移る。

<セットアップ図>



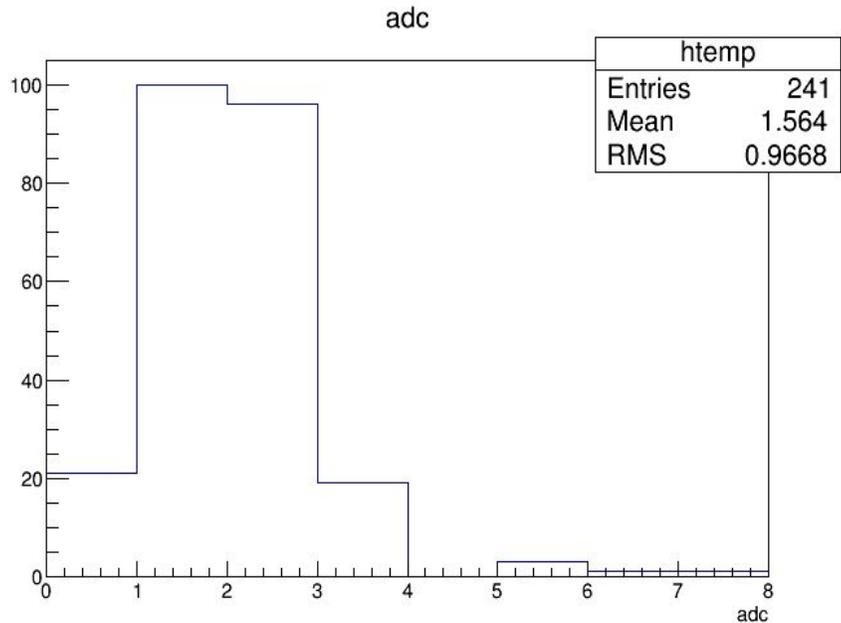
INTTでの宇宙線テスト(External Triggerモード)

External Triggerでの宇宙線測定(data:0108-1149)

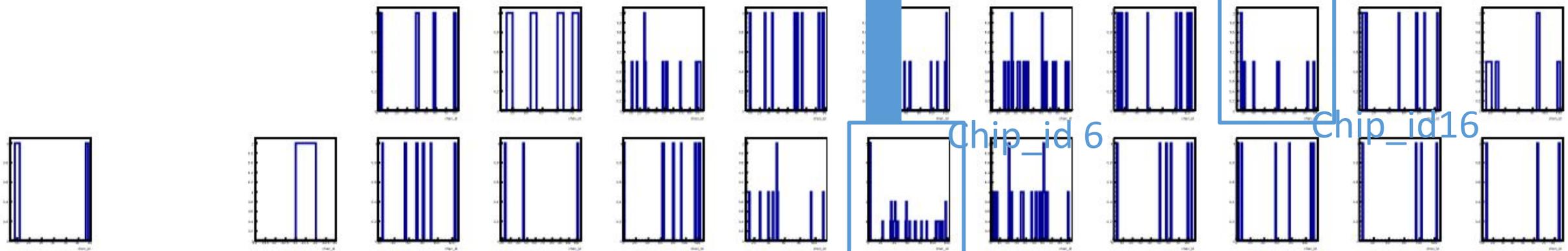
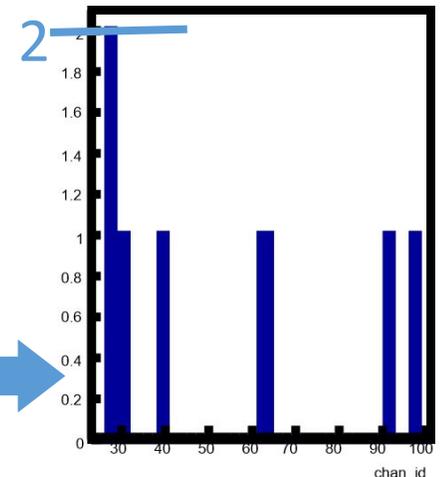
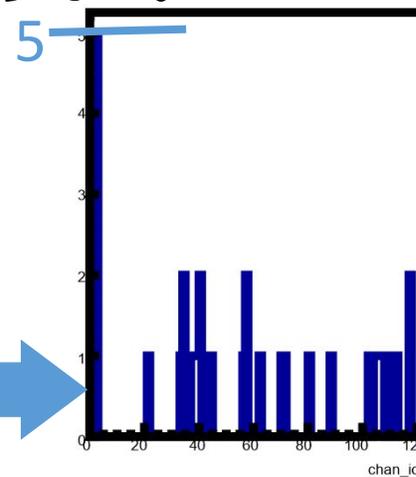
2019/0108/11:49~ 約6時間(360分)の測定

360分(21600秒)なのでこの測定では $241 \div 21600 = 0.01\text{Hz}$ 。
1分間では0.67個のentryがある。

シンチのレートは 0.43Hz であり、宇宙線は 3cm^2 では 0.05Hz なのでentry数は予想より少ない。



chip_id6のentryが少し多く、その他は少量で一定。

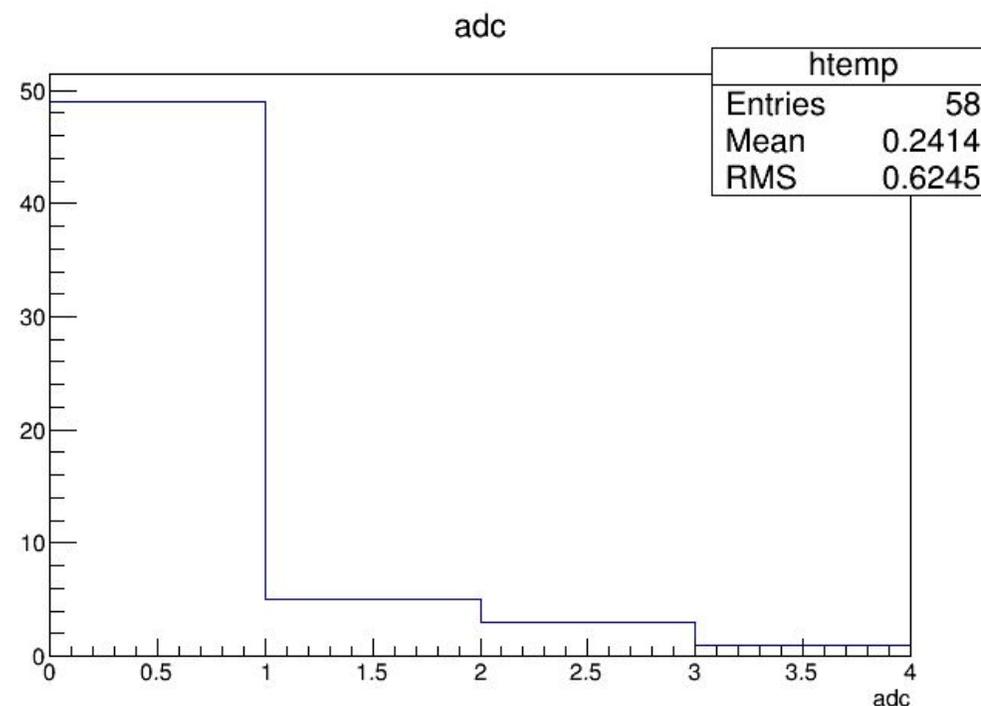


External Triggerでの測定(data:0108-1751)

2019/0108/11:51~ 約25分(1500秒)の測定

	DAC値	対応電圧 (mV)
DAC0	10	250mV
DAC1	23	302mV
DAC2	48	402mV
DAC3	98	602mV
DAC4	148	802mV
DAC5	172	898mV
DAC6	223	1102mV
DAC7	248	1202mV

変更点



前測定で、entry数が少なかったのでDAC値を低くし、閾値を小さくした。

25分(1500秒)なのでこの測定で
レートは $58 \div 1500 = 0.04\text{Hz}$ 。

1分間では2.3個のentryがある。

使用シンチの面積に対する宇宙線レートとして妥当な値だが、DAC0にentryが集中している。→詳しい解析が必要。

まとめ

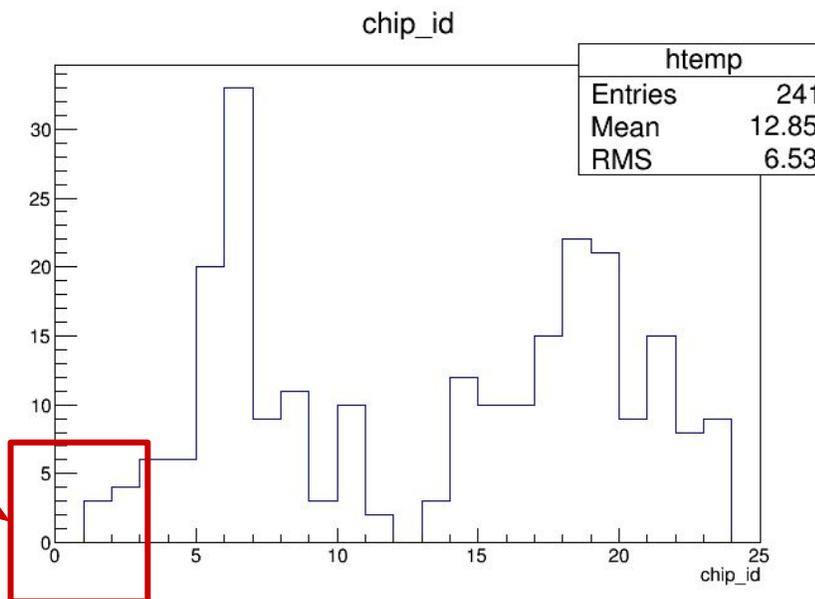
- ・線源テストはentry数、ADC分布共に妥当な値だと考えられるのでBack groundを考慮したヒストグラムを作成する。

→マクロの作成が必要？

- ・外部トリガーではDAC0が20の時はenrty数が極めて少なかった。DAC0の値を10に引き下げるとコインシデンスのレートは妥当な値だったがchip_id0が多く、また低いADCのentry数が多く、宇宙線由来でない可能性が高い。

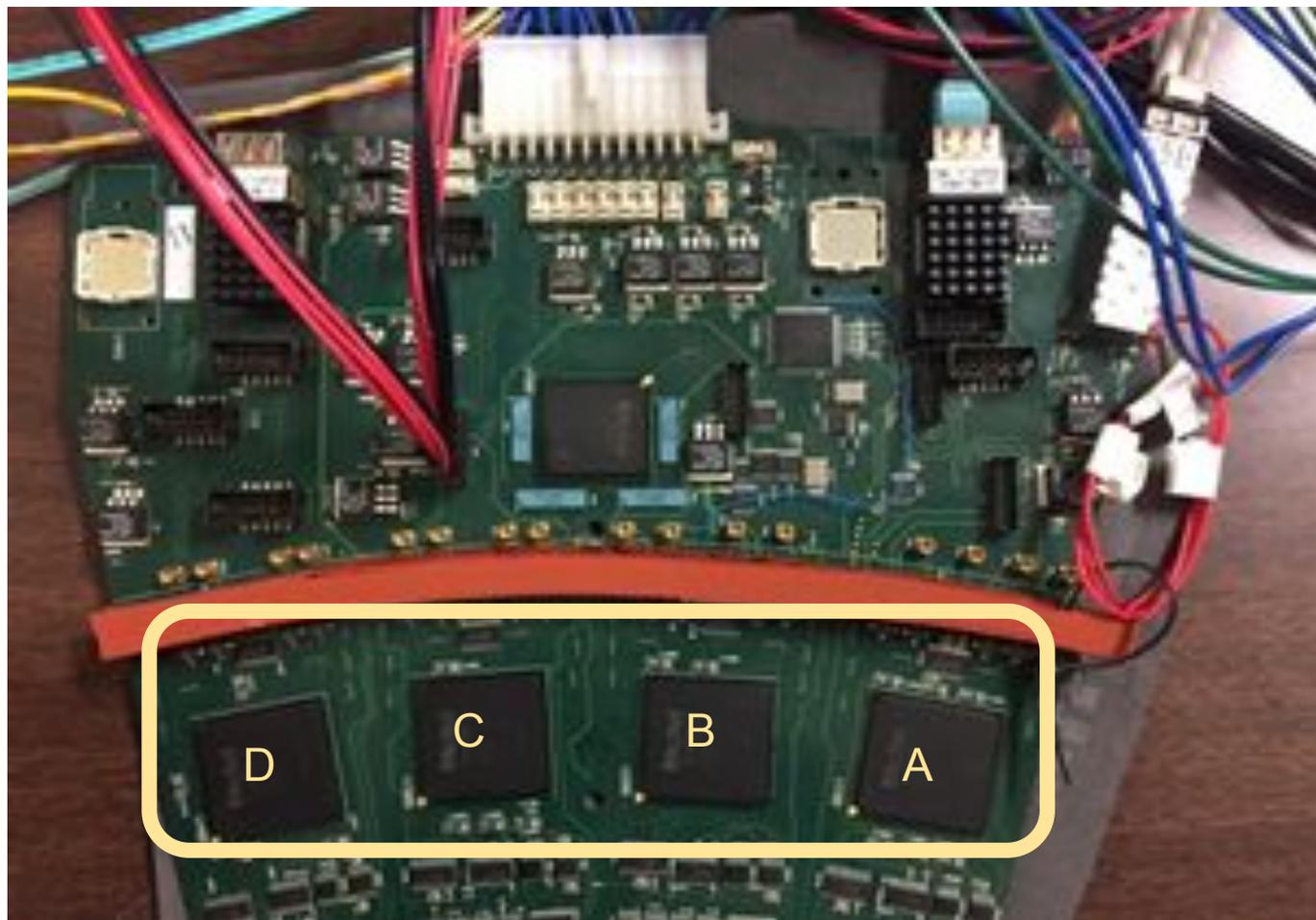
- ・cout出力画面上で見られるchip_id0,chan_id64は解析する際にデータとして現れなかった。

chip_id0にはentryがないことが分かる。



キャリブレーションテストによるROCの各portチェック

※ROCのFPGAの位置(ABCD)



2018-12-28

Bottom

キャリブレーションテストによるROCの各portチェック

ROC-FPGA		station	FPHX (A)	ROC (A)	Si current(μ A)	module	data	root	(備考)
A	NTT L2	1	×	×	×	×	×	×	接続部破損
A	NTT L2	2	0.54/×	×	×	×	×	×	電流値ゆれ
A	NTT L2	3	0.57/0.54	13.3+1.94+0.59	0.5	?	×	×	5分経過
B	NTT L2	0	×	×	×	×	×	×	バス無
B	NTT L2	1	0.54	13.3+1.94+0.59	0.51	5 or 6	1227-1503	×	
B	NTT L2	2	0.54	13.3+1.94+0.61	0.5	7 or 8	1227-1450	×	
B	NTT L2	3	0.64/0.54	13.3+1.94+0.64	0.45		1227-1438	×	
C	NTT L2	0	×	×	×	×	×	×	接続部破損
C	FVTX 1	1	0.54	13.3+1.95+0.61	0.19	8	1226-1739	○	
C	NTT L2	2	0.54	13.3+1.95+0.61	0.48	5	1226-1827	○	
C	NTT L2	3	0.55	13.3+1.95+0.61	0.49	6	1227-1407	○	
D	NTT L2	0	×	×	×	×	×	×	バス無
D	NTT L2	1	0.54	13.4+1.69+0.61	0.5	5 or 6	1227-1557	×	
D	NTT L2	2	×	×	×	×	×	×	接続部破損



確認事項

- ・INTTのアルミ箱を取り外してβ線源テスト(External triggerモードで)をしても良いか

- ・シンチレーションカウンターの材質は何か。

- ・外部トリガーモードで測定した際に、シンチレーターが本来取ってくるべき宇宙線のレートより、大幅にentry数が少ない。どこでlossしているのか。

測定にかなりの時間を要してしまい、測定効率が悪い問題。

- ・data中、chip_id0 - chan_id 60, chip_id37 - chan_id127 など、存在しないchip_idにエントリーが出力画面に確認される。

BACK UP

INTT(Alカバーを含む)における
 β 線源のエネルギー損失値の見積もり

^{90}Sr β 線源の仕様

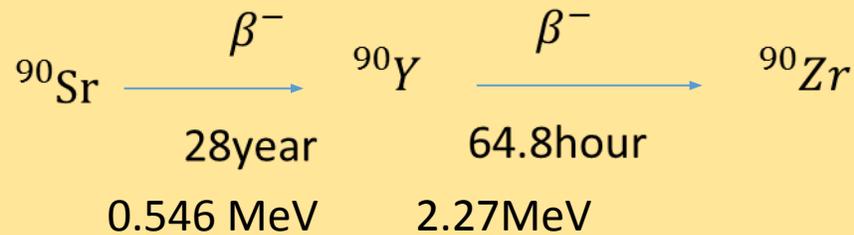
基本情報

^{90}Sr

・半減期 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$

27.7yr/64hour

・崩壊方式



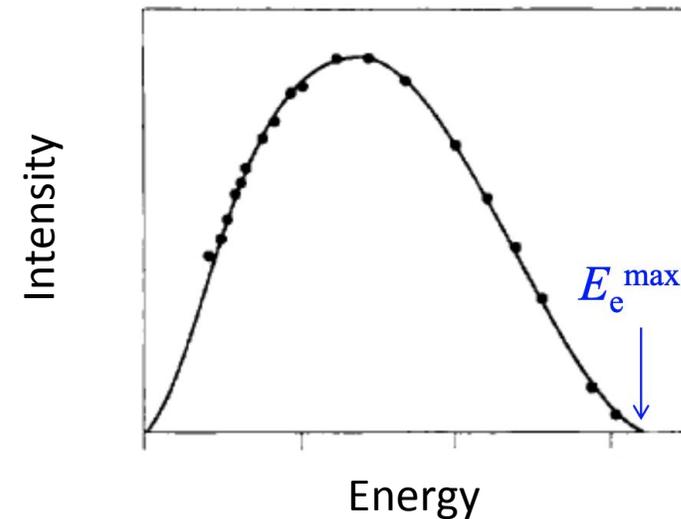
(放出電子の持つエネルギー最大値)

今回はもっとも保持されと考えられるYからZrへの崩壊での放出電子の持つエネルギー2.27MeVを採用

Table 1.3. List of pure β^- emitters

Source	Half-life	E_{max} [MeV]
^3H	12.26 yr	0.0186
^{14}C	5730 yr	0.156
^{32}P	14.28 d	1.710
^{33}P	24.4 d	0.248
^{35}S	87.9 d	0.167
^{36}Cl	3.08×10^5 yr	0.714
^{45}Ca	165 d	0.252
^{63}Ni	92 yr	0.067
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	27.7 yr/64 h	0.546/2.27
^{99}Tc	2.12×10^5 yr	0.292
^{147}Pm	2.62 yr	0.224
^{204}Tl	3.81 yr	0.766

β 崩壊した時の放出される電子の連続エネルギースペクトラム



電子のエネルギー損失計算方法(前回)

①β線源 (^{90}Sr)

Electron 最大エネルギー $E_{Max} = 2.27\text{MeV}$

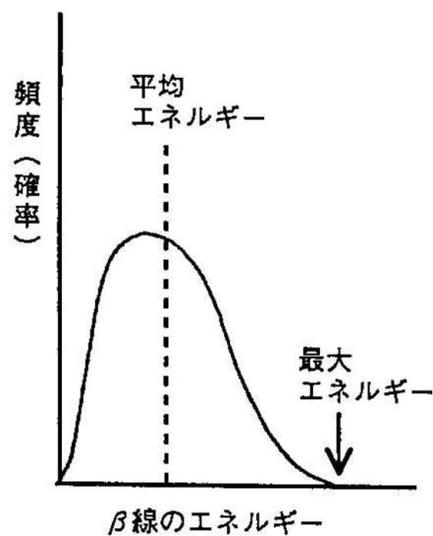
運動量

$$p = \sqrt{E^2 - m^2} = \sqrt{2.27^2 - 0.511^2}$$
$$= \sqrt{5.1529 - 0.261121} = 2.21$$

$$\beta\gamma = \frac{p}{m} = \frac{2.21}{0.511} = 4.32$$

改善点1

- β線のエネルギーは同時に放出されるニュートリノとエネルギーを分け合うため連続スペクトルになる。



β線平均エネルギー 0.927MeV

$$E_{Max} = 2.27\text{MeV}$$

β線スペクトル

電子 エネルギー損失計算方法(修正)

②β線

平均エネルギー $E_{mean} = 0.927\text{MeV}$

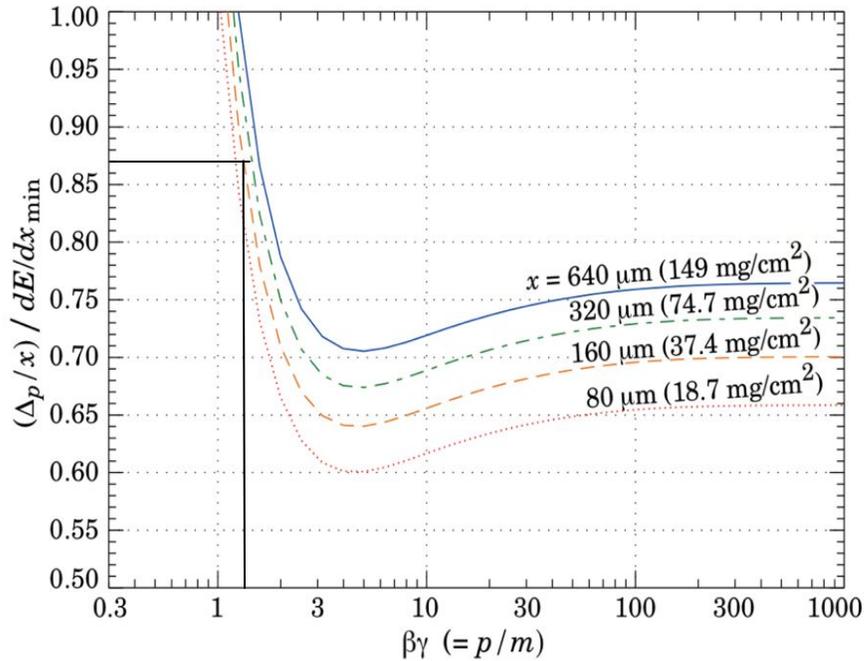
運動量

$$\begin{aligned} p &= \sqrt{E^2 - m^2} \\ &= \sqrt{0.927^2 - 0.511^2} \\ &= \sqrt{0.859329 - 0.261121} = 0.773 \end{aligned}$$

$$\beta\gamma = \frac{p}{m} = \frac{0.773}{0.511} = 1.51$$

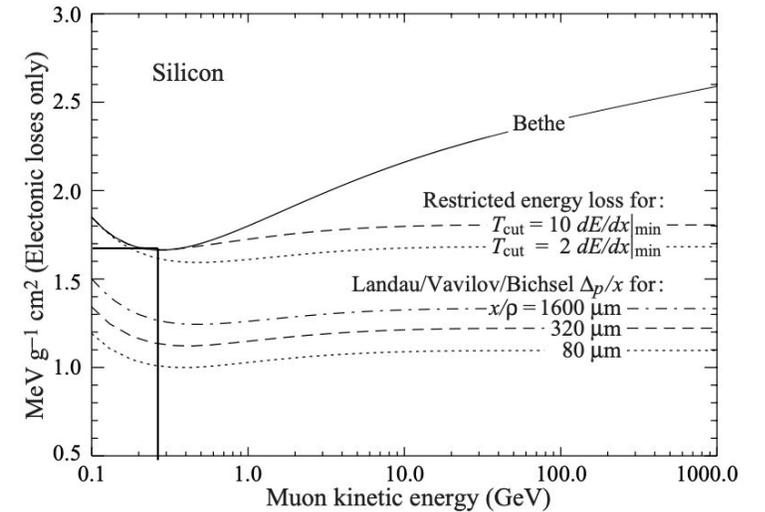
平均エネルギーの参考文献は見失っていて明記できていません。

具体的にPDGのグラフから読み取る



(図27.2)

シリコンのそれぞれの厚さにおけるミュオンのエネルギー損失。ただし基準としているMIPは、ベーテブロッホのMIP 6.11(MeV/)



$\beta\gamma = 1.51$ の時、 $200\mu\text{m}$ 厚のSiでは $\frac{(\frac{\Delta p}{x})}{dE/dx} = 0.870$
 BetheのミュオンのMIPを $1.66(\text{MeV}/\text{g}/\text{cm}^2)$ とした時、
 $200\mu\text{m}$ 厚のSiliconのMIPは
 $0.870 \times 1.66 = 1.44(\text{MeVg}^{-1}\text{cm}^2)$

電子正孔対の個数

$$N_e = \frac{1.44 \times 10^6 \times 2.33 \times 0.02}{3.62} = 18537(\text{electron})$$

電圧相当に変換すると

$$18537 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 60 \times 5 = 888(\text{mV})$$

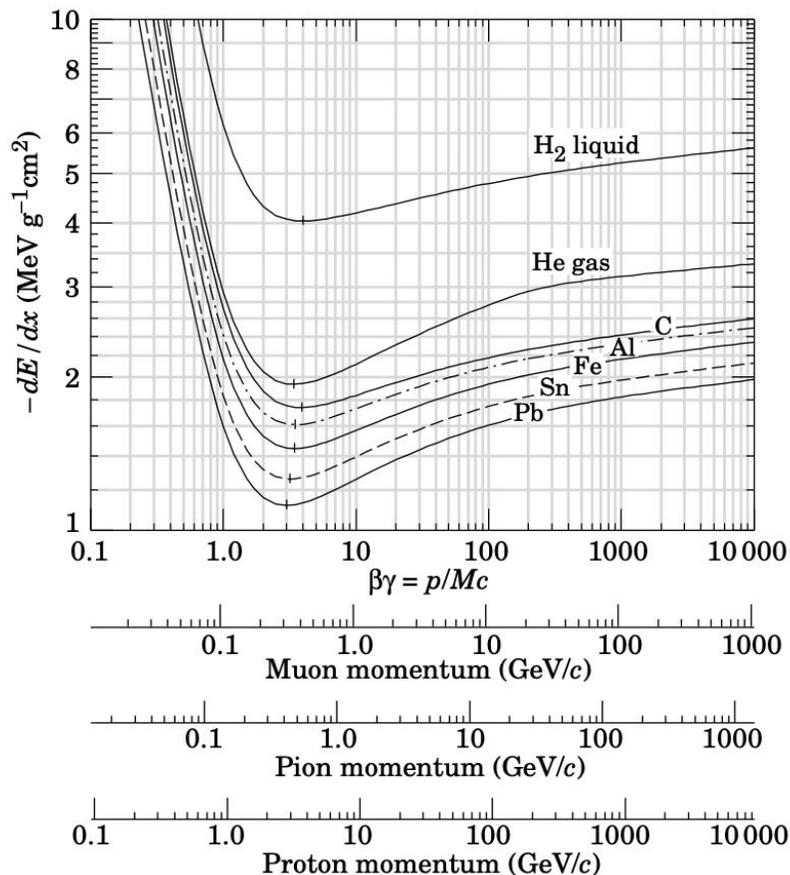
およそ平均的に $888(\text{mV})$ のエネルギー損失が見込まれる。

改善点2

- INTTはセンサー本体を保護するため？に金属のハードカバーに覆われている。
- カバーでβ線はすでにエネルギーを損失しているはずである。

金属の材質の特定はできていないが、Al(アルミニウム)のカバーとして、電子のエネルギー損失の計算を行った。

Alカバーでの電子のエネルギー損失も配慮した場合



(図27.2)

放射効果は含まない、それぞれの材質中におけるエネルギー損失のグラフ

$\beta\gamma = 1.51$ のとき、Alにおける反応断面積

$$\frac{dE}{dx} = 1.90(\text{MeV}g^{-1}cm^2)$$

Alカバーが 0.20(cm)厚とし、電子がAlに垂直に入射したとして考える。
ただし、Alの密度 $\rho_{Al} = 2.70(g/cm^3)$

$$dE = \frac{dE}{dx} \times 0.20 \times \rho_{Al} = 1.90 \times 0.20 \times 2.70 = 1.026(\text{MeV})$$

電子はAl板を最短飛程で通過した時でさえ、1.026(MeV)のエネルギーを損失する。

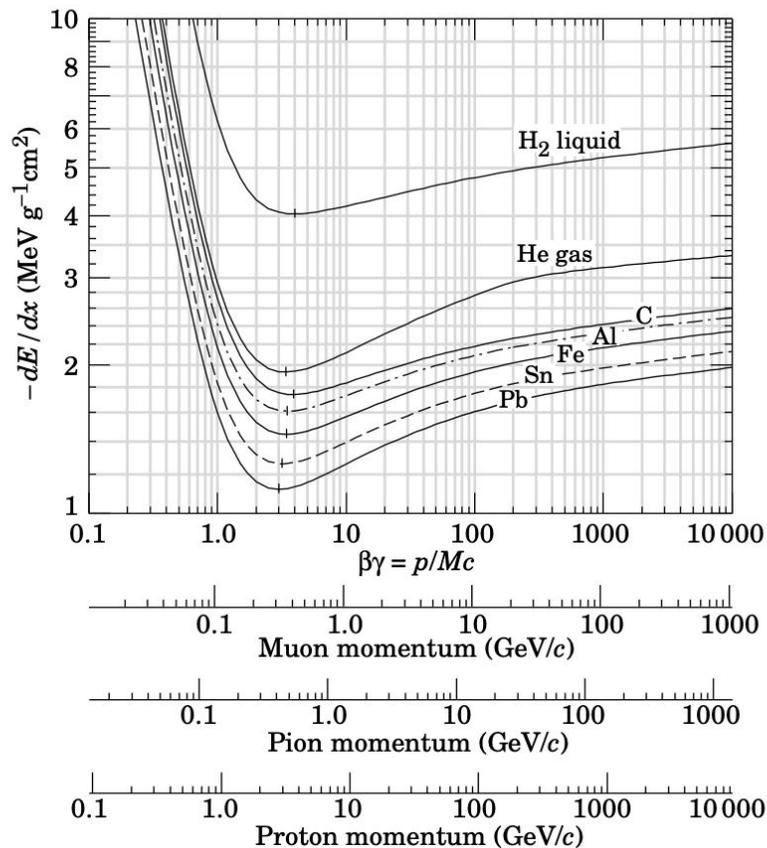
この時点で電子が Y(yttrium)の原子核から放出された時点で持っていたエネルギーを、0.927(MeV)として計算しているから、Alカバー通過後の電子のエネルギーは

$$0.927 - 1.026 = -0.096(\text{MeV})$$

十分にAl通過中に全エネルギーを損失しAlに阻止される。

すなわち、平均エネルギー0.927MeV以下のエネルギーを持つ電子は少なくとも、INTTに入射することはない。

追記：最大エネルギーでも計算してみた



$\beta\gamma = 4.32$ のとき、Alにおける $\frac{dE}{dx} = 1.62(\text{MeV g}^{-1} \text{cm}^2)$
Alカバーが0.20(cm)厚として考える。

電子がAlに垂直に入射したとして考える。

$$dE = \frac{dE}{dx} \times 0.20 \times \rho_{Al} = 1.62 \times 0.20 \times 2.70 = 0.875(\text{MeV})$$

電子はAlを最短距離で通過した時0.875(MeV)のエネルギーを損失する。

Al通過後、電子の持つエネルギー

$$E = 2.27 - 0.875 = 1.40(\text{MeV})$$

運動エネルギー $p = \sqrt{E^2 - m^2}$

$$= \sqrt{1.40^2 - 0.511^2}$$

$$= \sqrt{1.96 - 0.26112} = 1.30(\text{MeV}/c)$$

$$\beta\gamma = \frac{p}{m} = \frac{1.30}{0.511} = 2.54$$