

進捗報告

Residual分布の作成・Coulomb Scattering効果の見積もり

B4 辻端日菜子 2023.02.22INTT_MT

これまで行ったこと

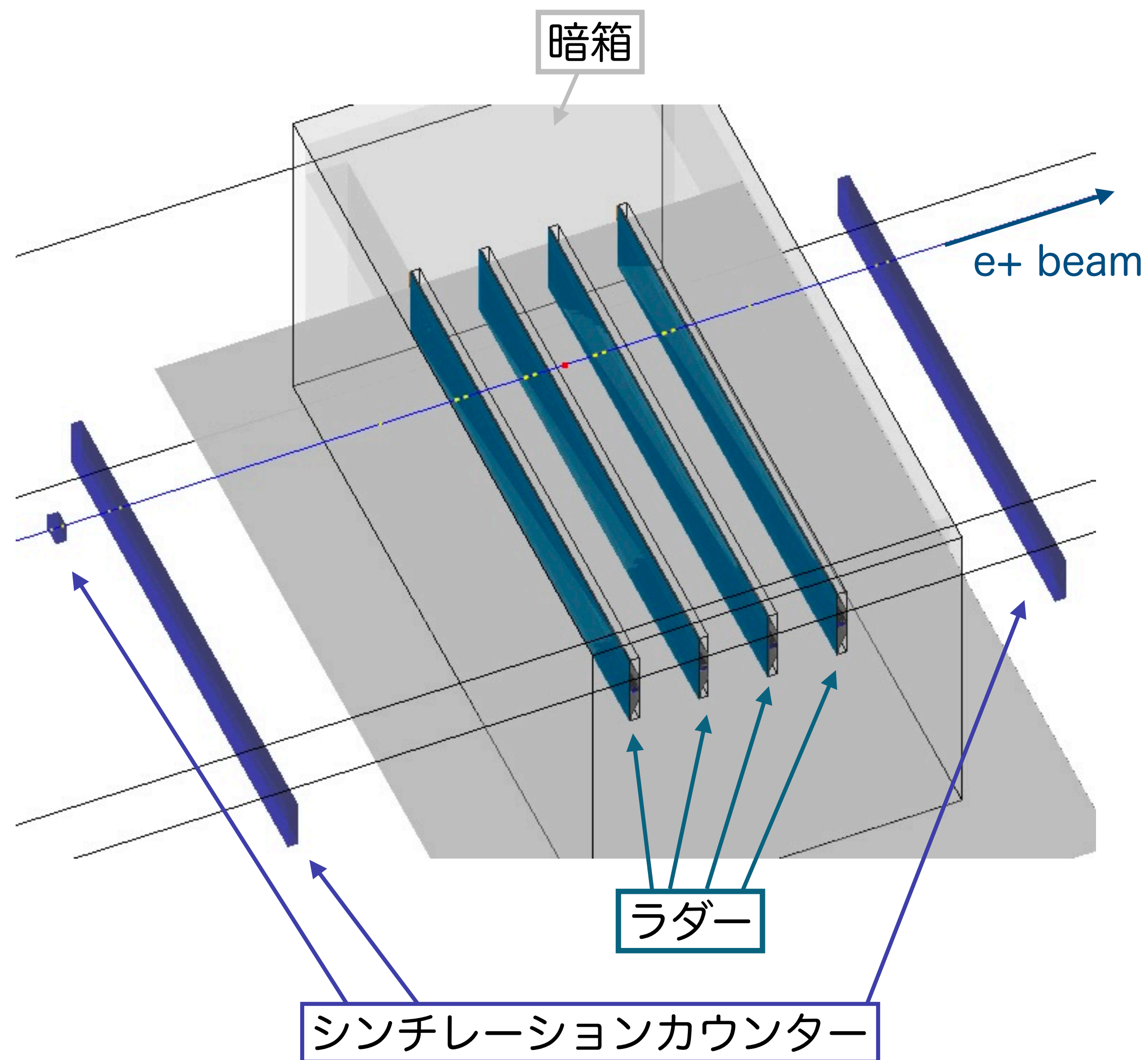
【GEANT4シミュレーション】

- セットアップのシンプル化

↑先週のINTT日本語MTまで

- Residual分布の作成
- Coulomb ScatteringをONにして分布の変化を見る

セットアップ

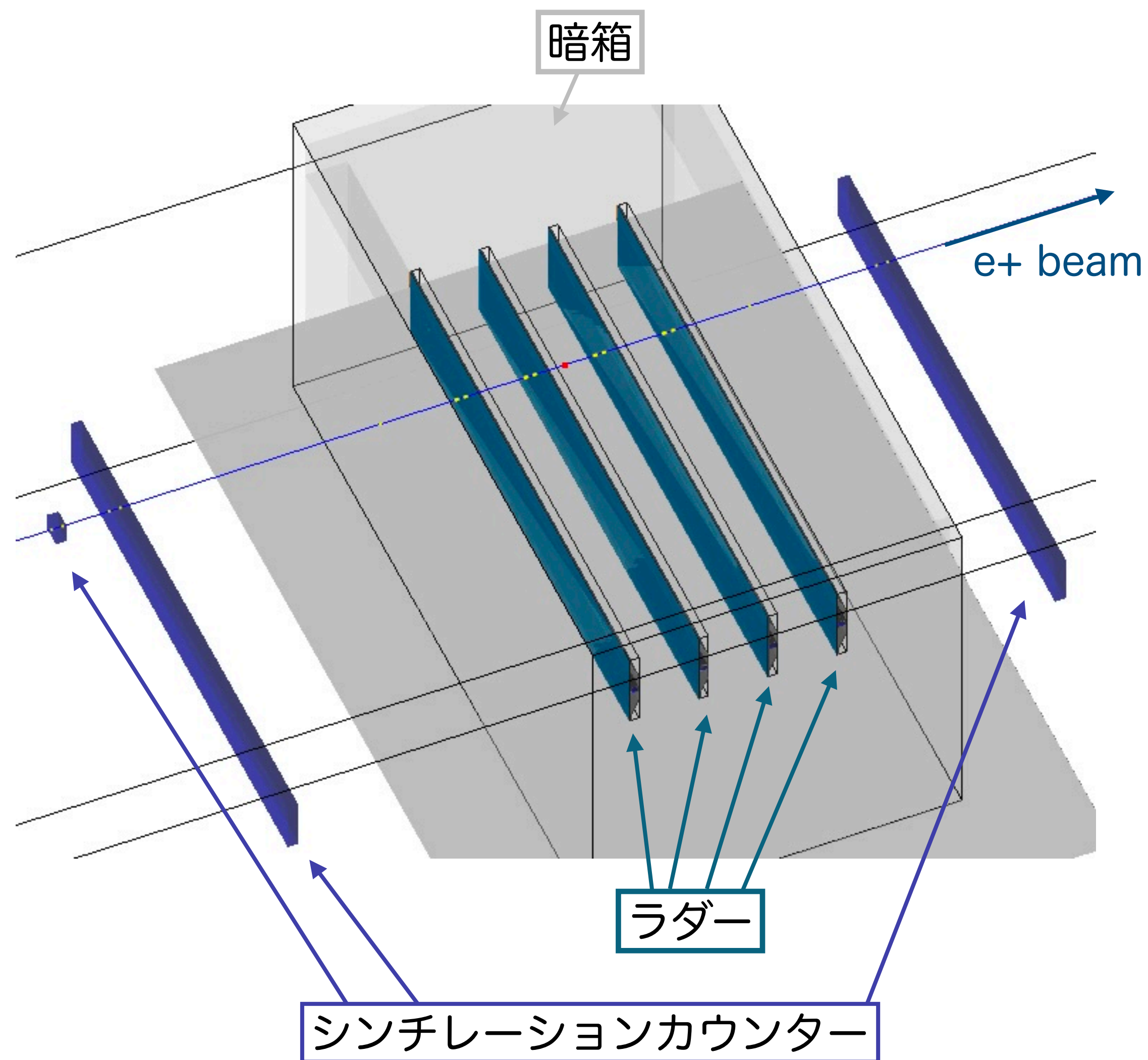


- ELPHビームテスト用GEANT4シミュレーションコードを使用
- 最上段以外の3段のラダーを使用
- セットアップの上流1mから934MeVの e^+ (0.511MeV)を $(0, 0, p_z)$ で入射

$$(p = \sqrt{E^2 - m^2})$$

•

セットアップの変更

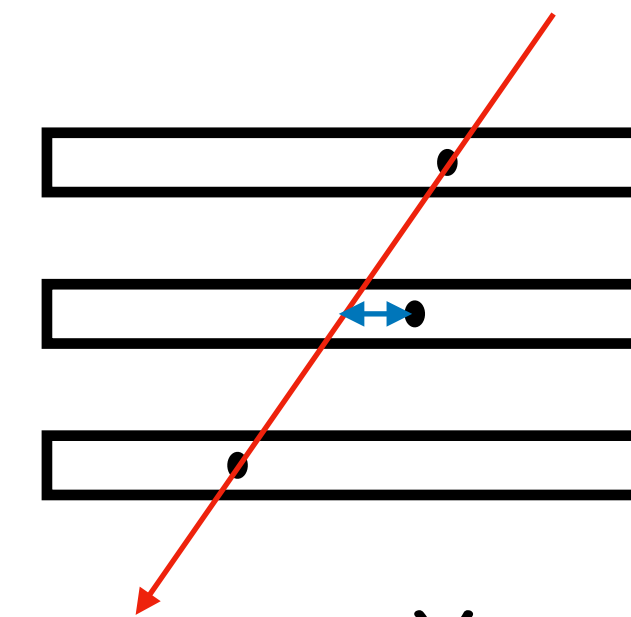


- 空気や物体による散乱などの影響を見積もるため、セットアップを変更してシミュレーションを行った

シミュレーションしたセットアップ

- 3本のラダー（真空）
- 3本のラダー（空気）
- 4本のラダー（空気）
- 4本のラダーとシンチレーター、暗箱（空気）

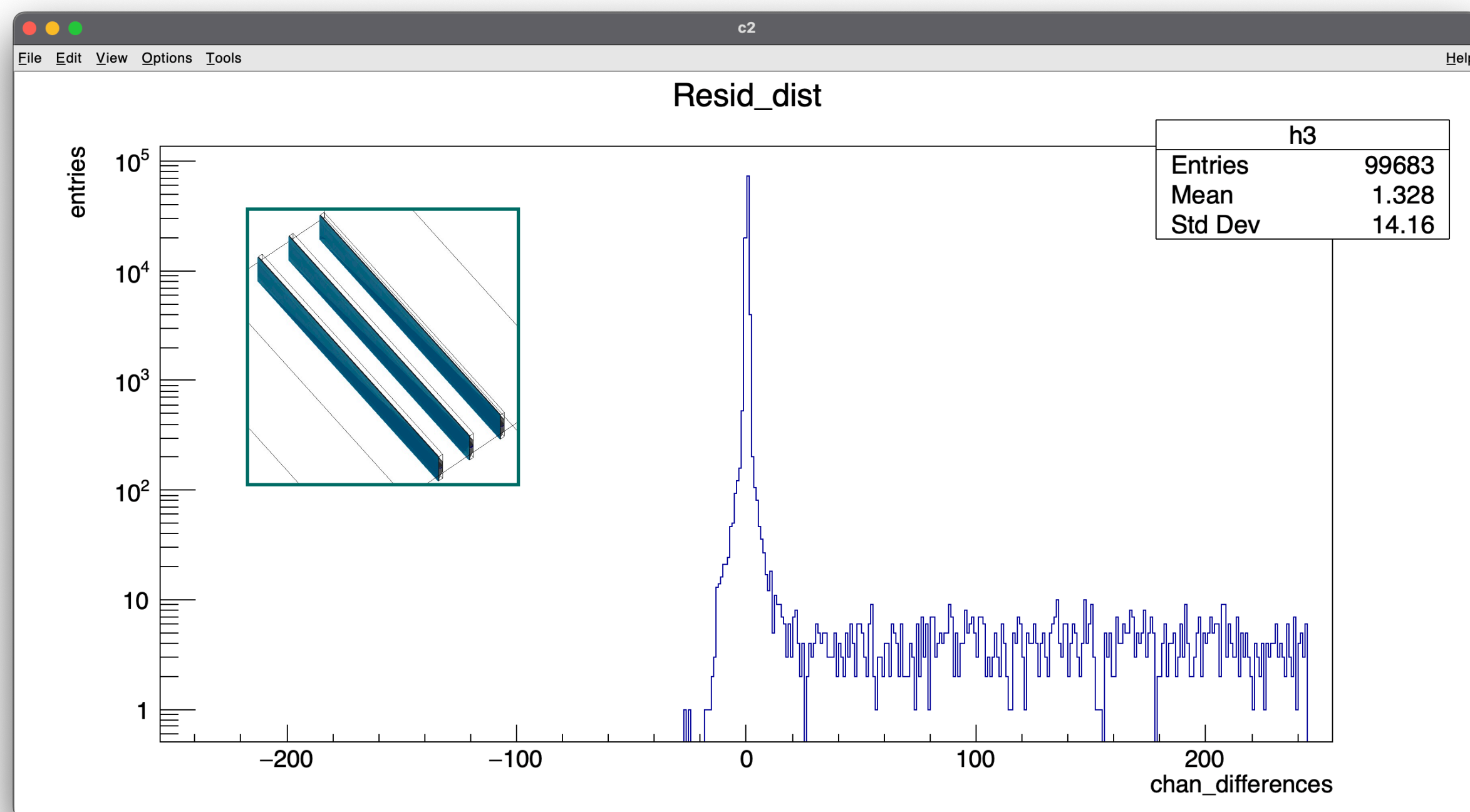
セットアップごとのResidual分布の比較1



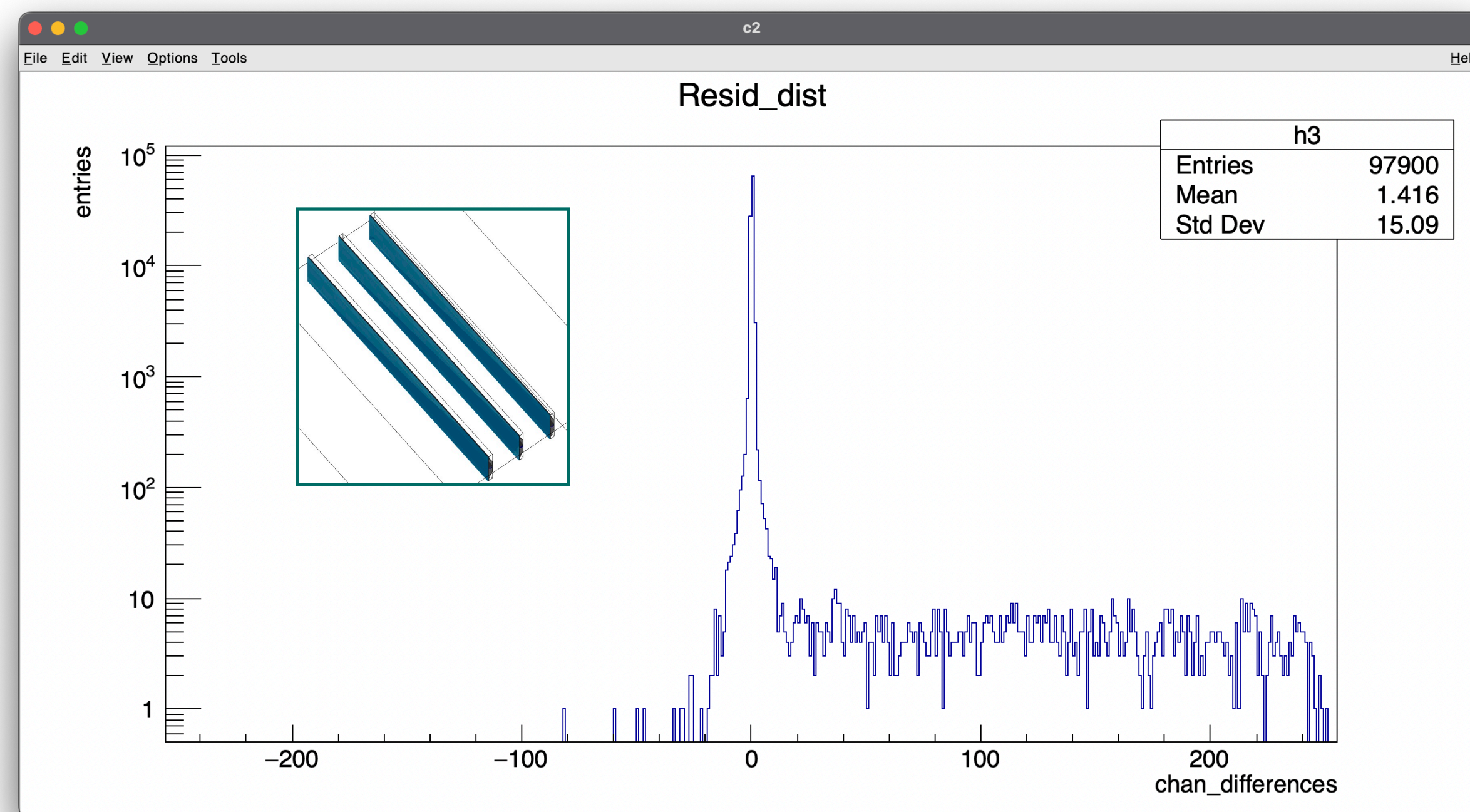
上下ラダーから予想される真ん中ラダーのhit位置と実際のhit位置のchannel差を横軸：channel差、縦軸：entryの分布として表したものの。

(上下ラダーのhit数1、真ん中ラダーのhit数は1以上)

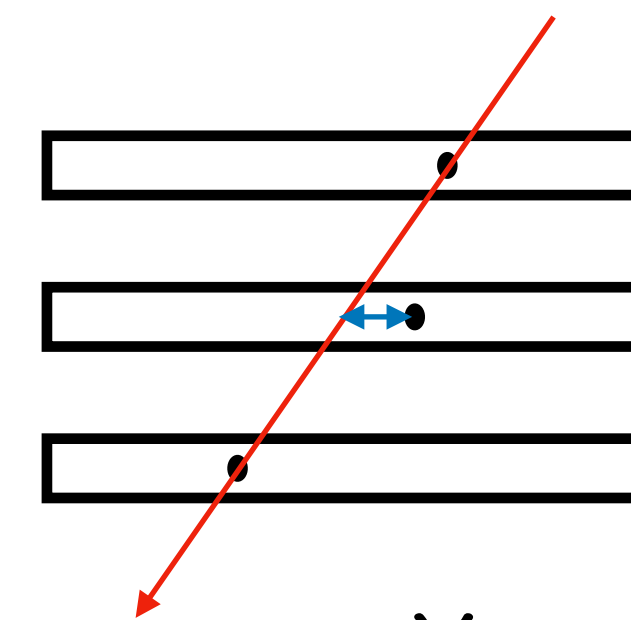
3本ラダー（真空）



3本ラダー（空気）



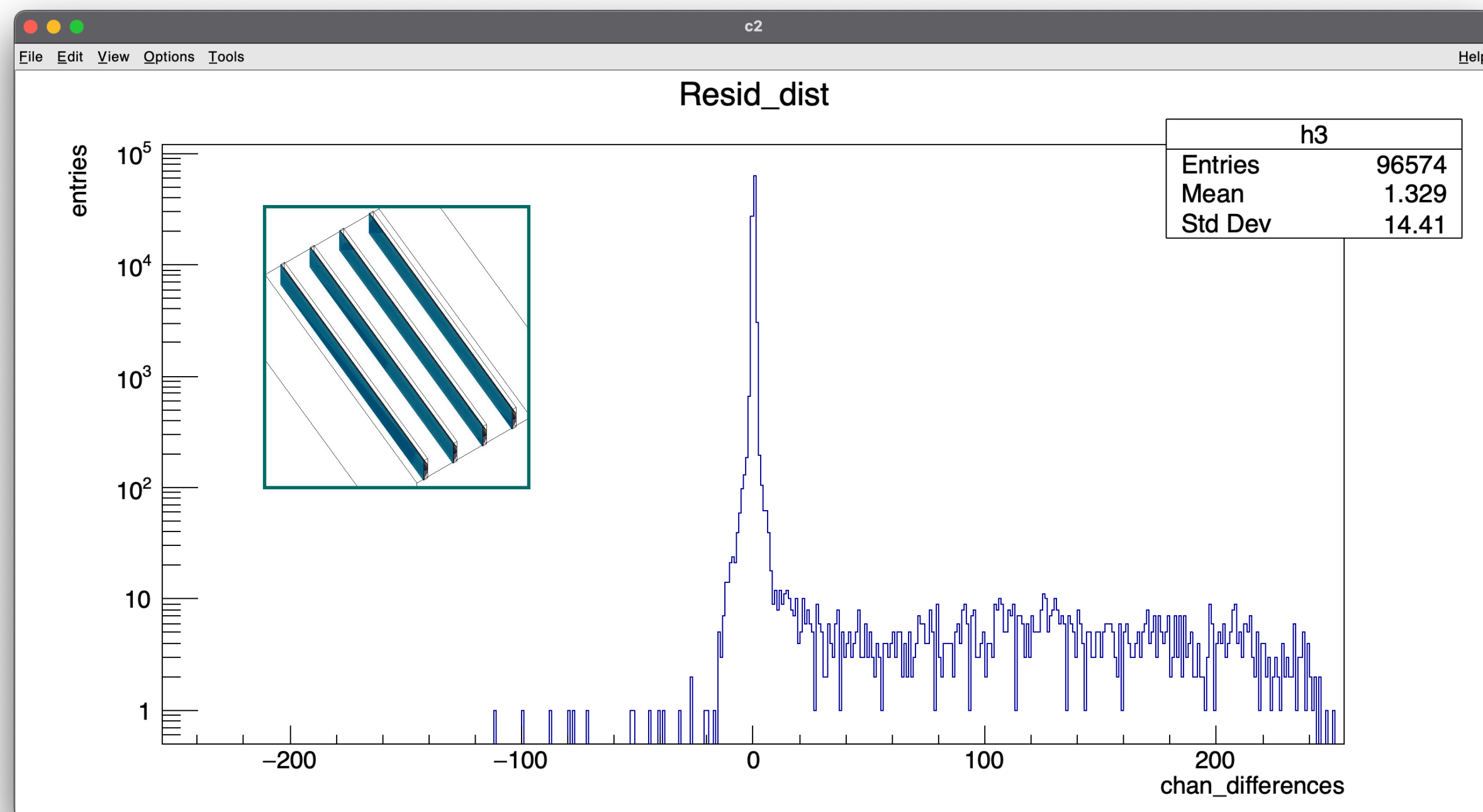
セットアップごとのResidual分布の比較1



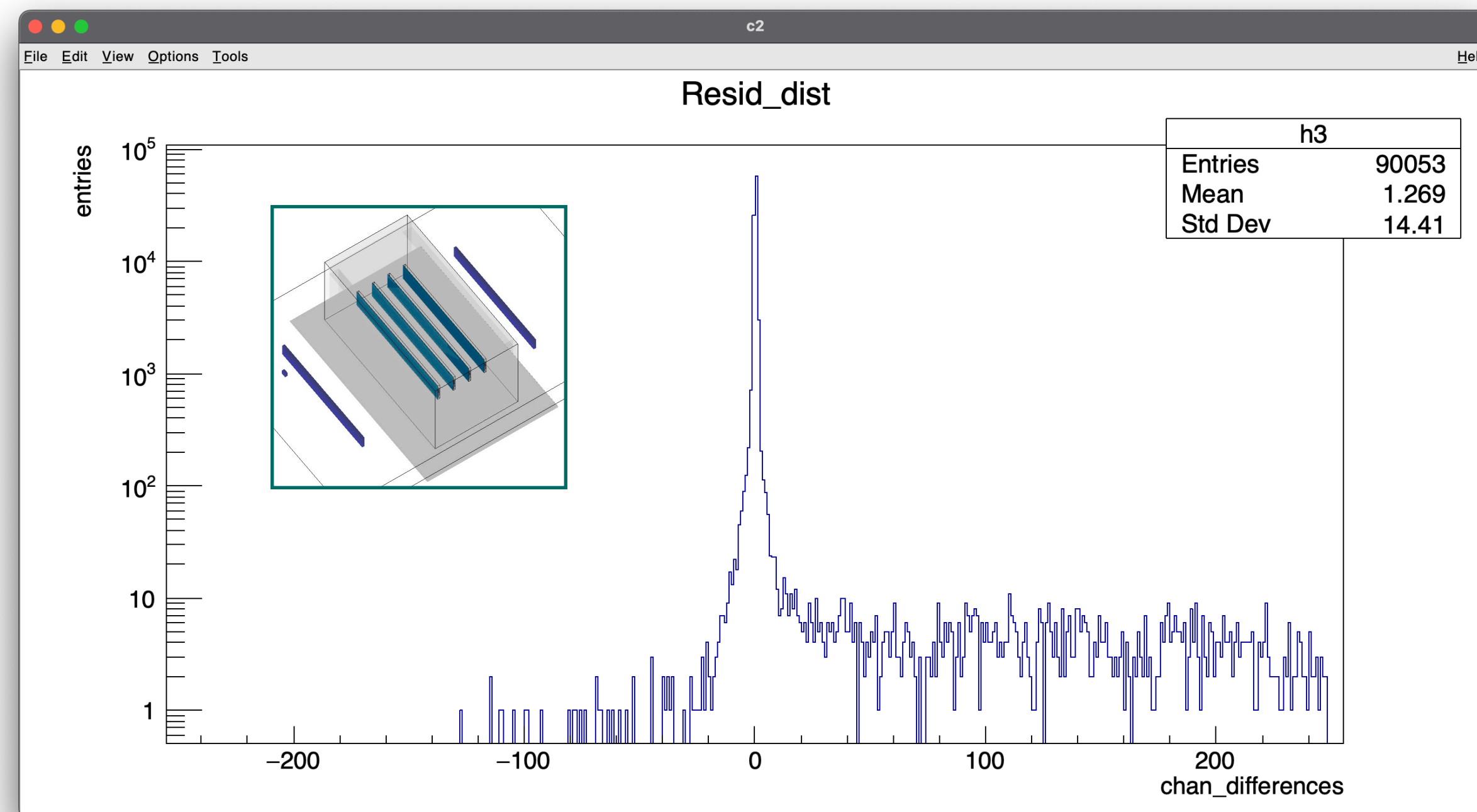
上下ラダーから予想される真ん中ラダーのhit位置と実際のhit位置のchannel差を横軸：channel差、縦軸：entryの分布として表したものの。

(上下ラダーのhit数1、真ん中ラダーのhit数は1以上)

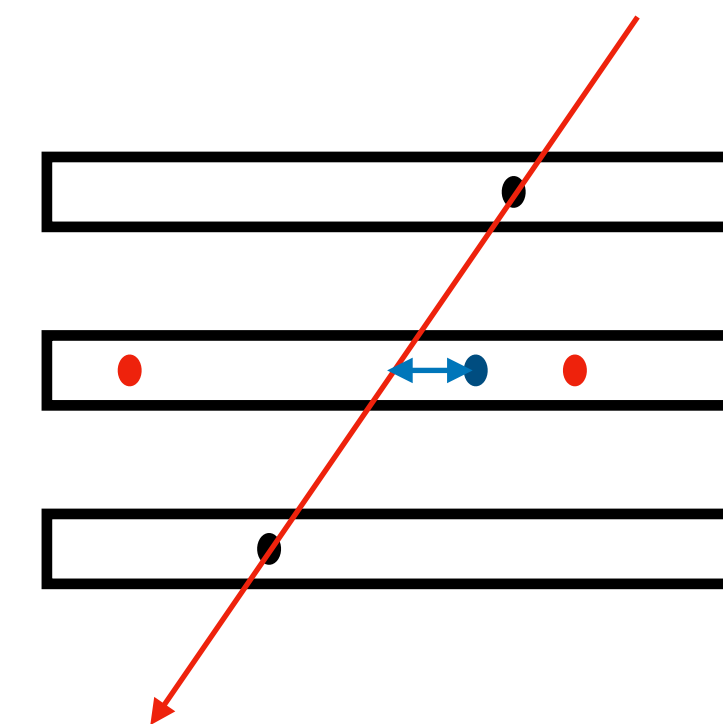
4本ラダー（空気）



4本ラダー＋空気＋暗箱＋シンチレーター



セットアップごとのResidual分布の比較1

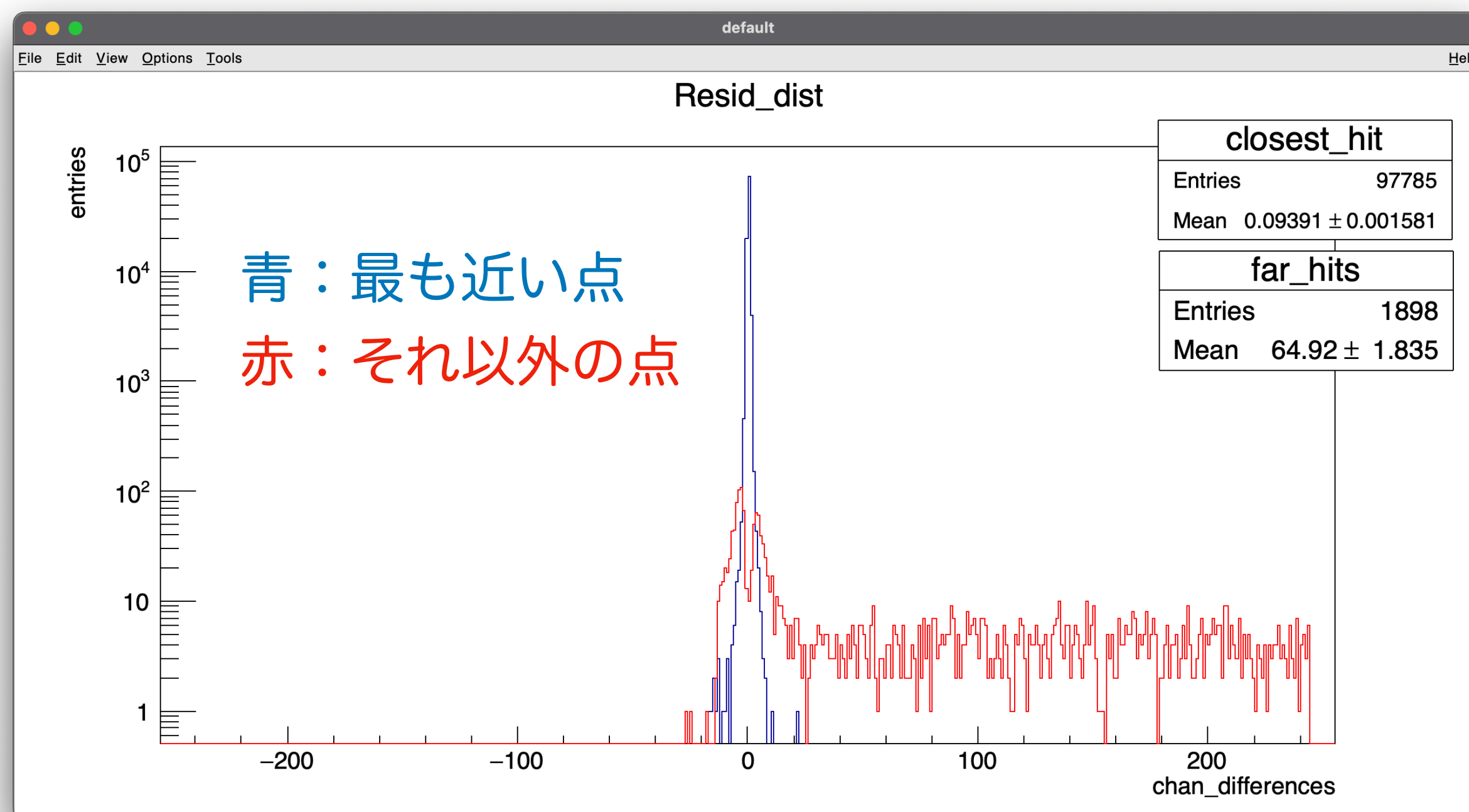


同一タイミング、同一ラダーで複数のhitを検出することがある。

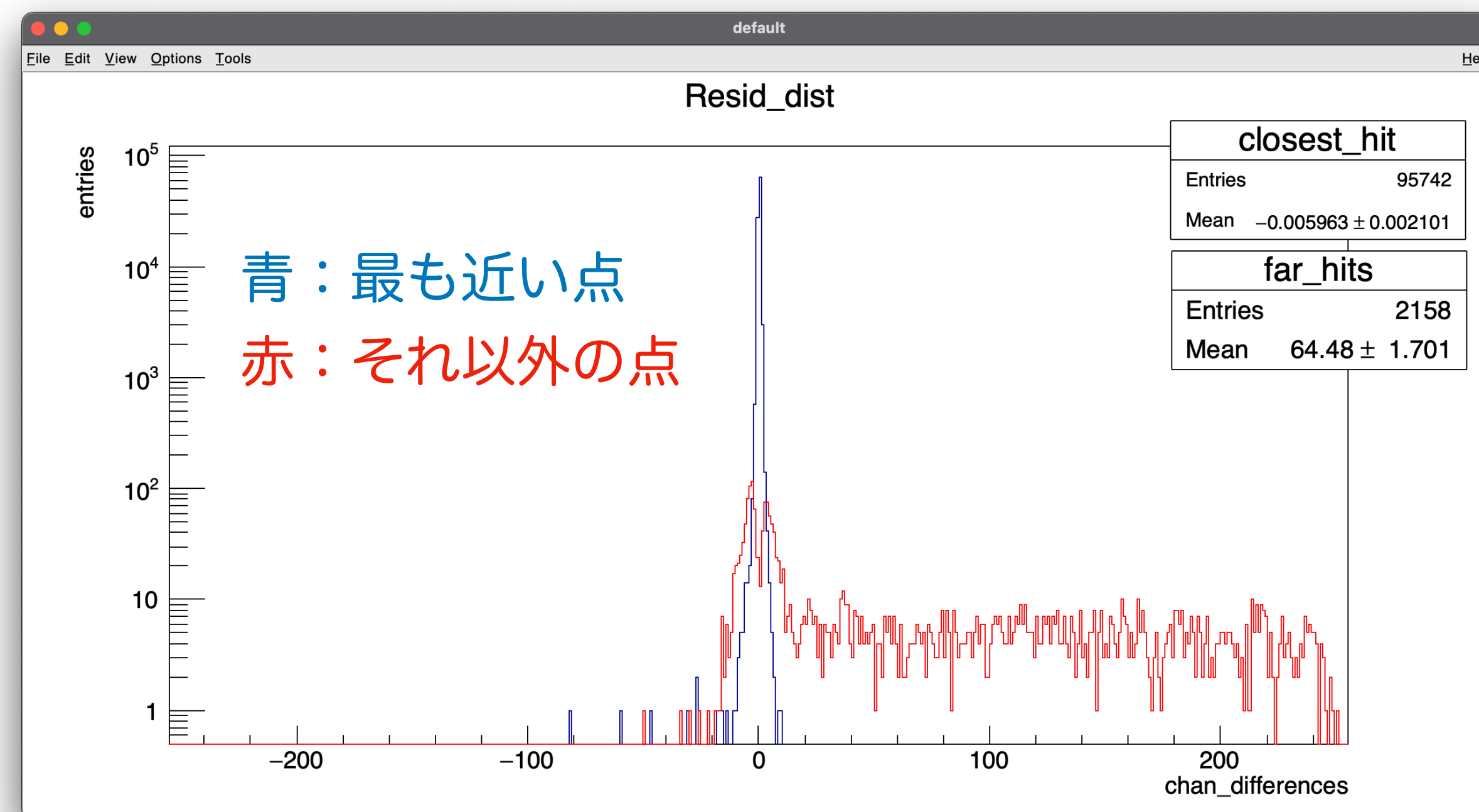
そのときの上下ラダーから予想される真ん中ラダーのhit位置と最も近い点と、それ以外の点でのResidual分布を比較した。

(上下ラダーのhit数1、真ん中ラダーのhit数は1以上)

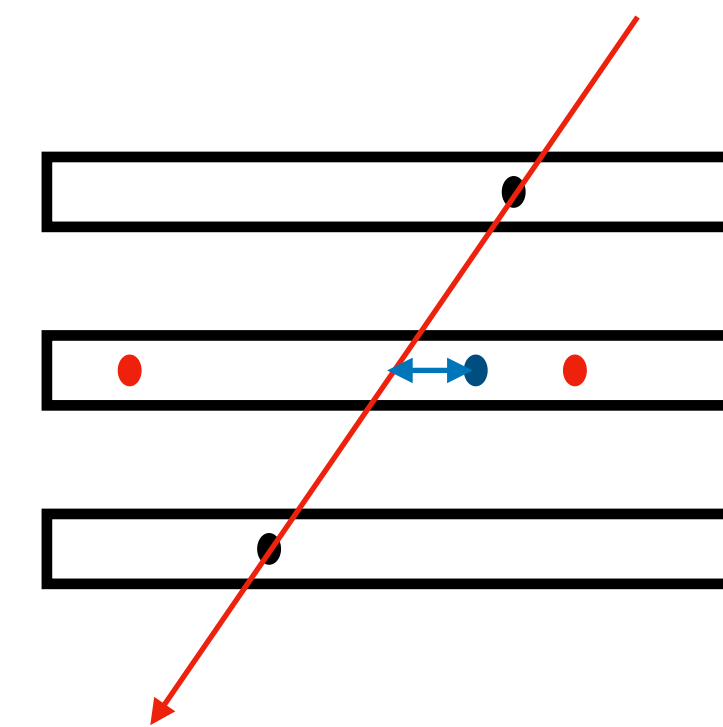
3本ラダー（真空）



3本ラダー（空気）



セットアップごとのResidual分布の比較1

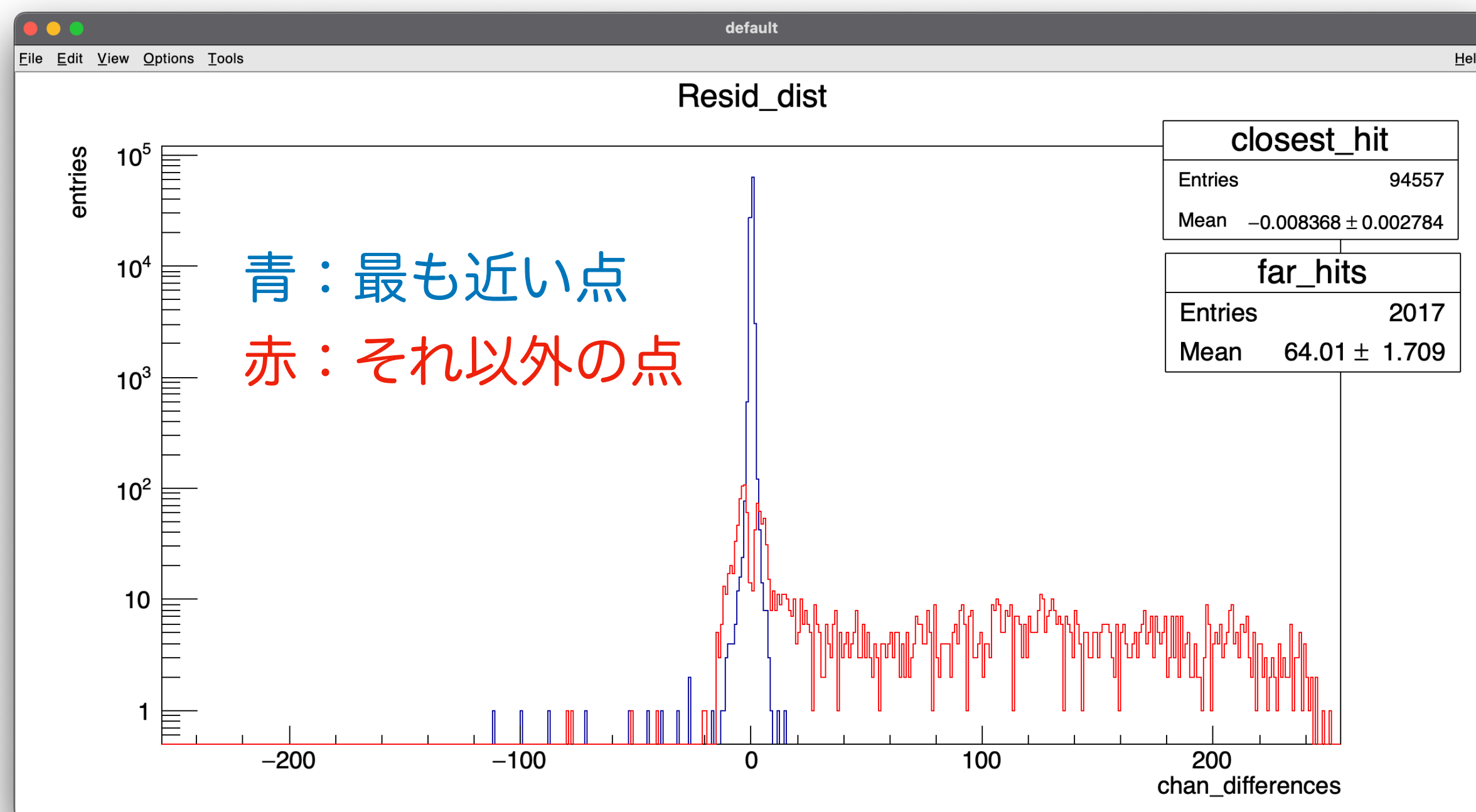


同一タイミング、同一ラダーで複数のhitを検出することがある。

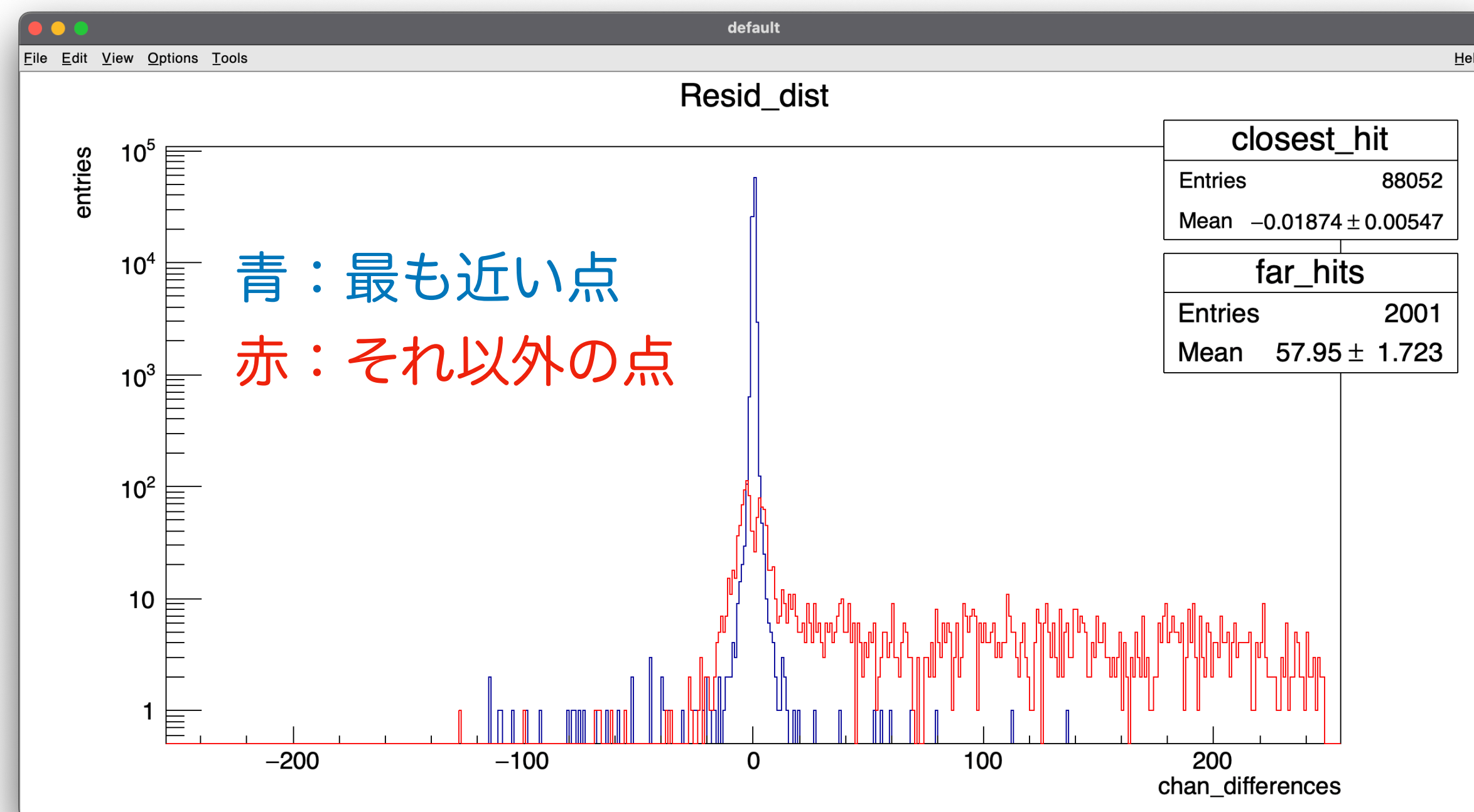
そのときの上下ラダーから予想される真ん中ラダーのhit位置と最も近い点と、それ以外の点でのResidual分布を比較した。

(上下ラダーのhit数1、真ん中ラダーのhit数は1以上)

4本ラダー（空気）



4本ラダー＋空気＋暗箱＋シンチレーター



Coulomb Scattering効果の見積もり

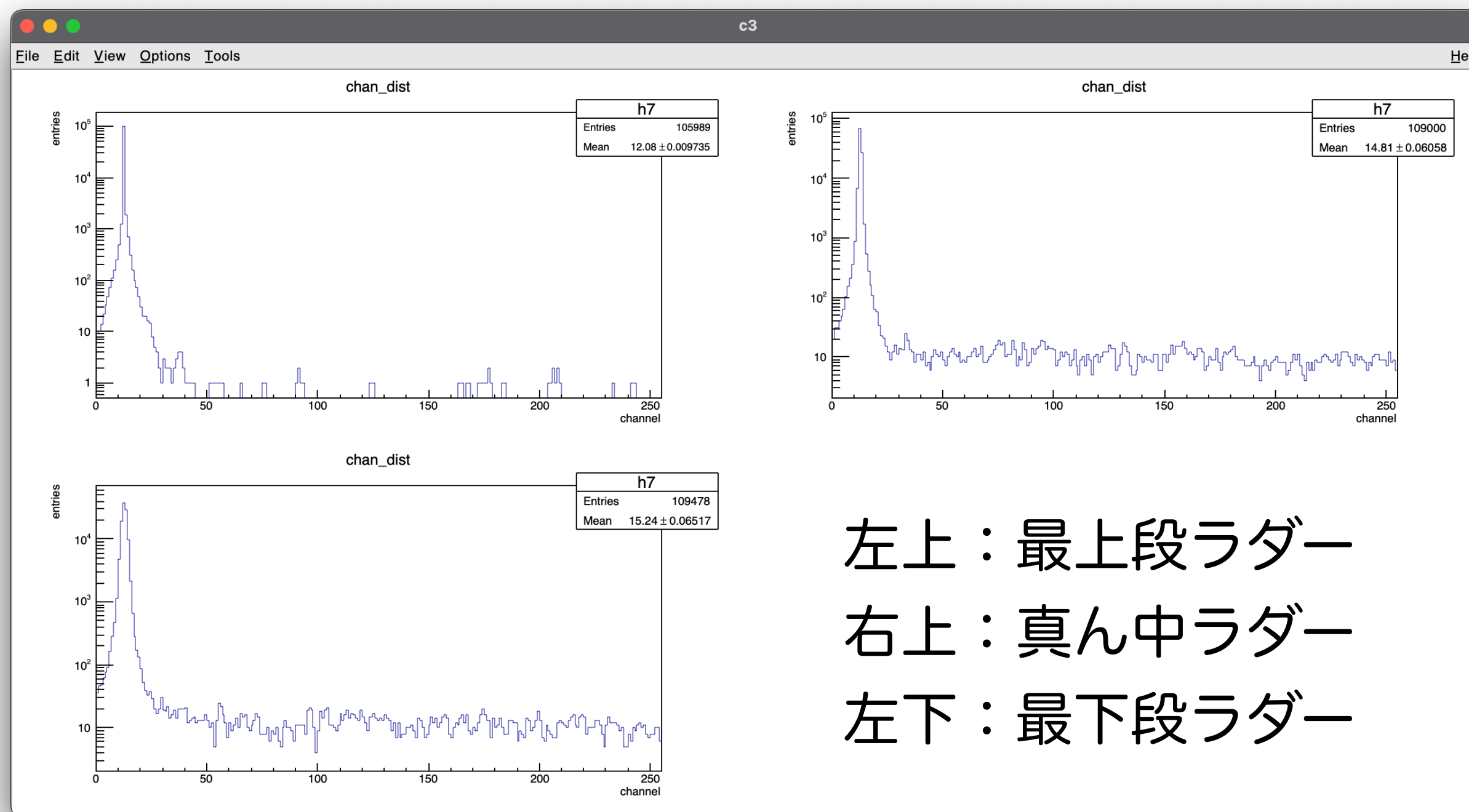
Coulomb Scattering効果を見積もるために、Coulomb ScatteringをON(OFF) (/process/ activate(inactive) CoulombScat all) にして10万イベント生成し、結果を比較する。

セットアップはどちらも3本ラダー（真空）。

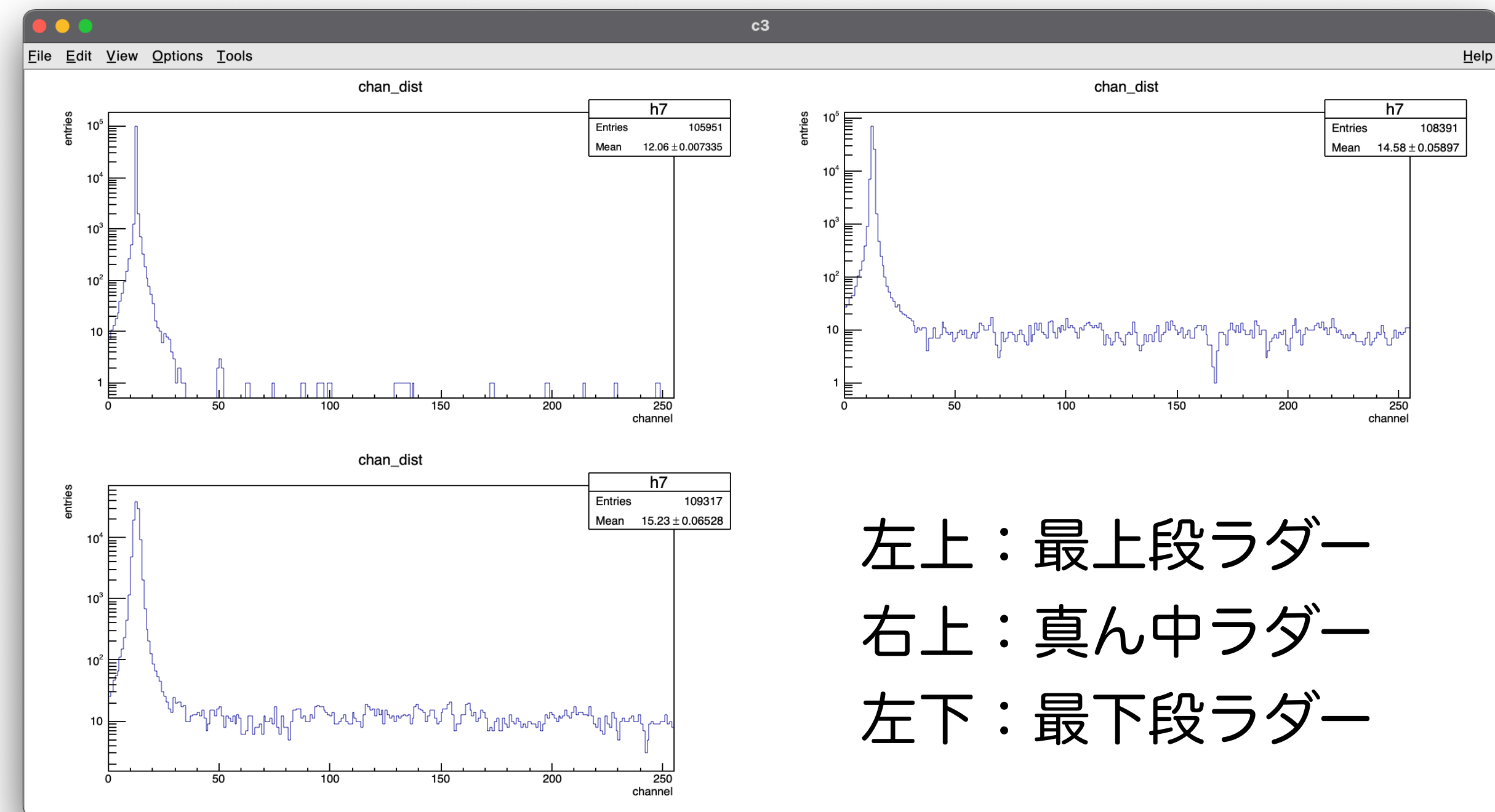
下図は横軸：channel、縦軸：エントリー（logスケール）としてプロットした図。

Coulomb Scattering OFF

Coulomb Scattering ON



左上：最上段ラダー
右上：真ん中ラダー
左下：最下段ラダー



左上：最上段ラダー
右上：真ん中ラダー
左下：最下段ラダー

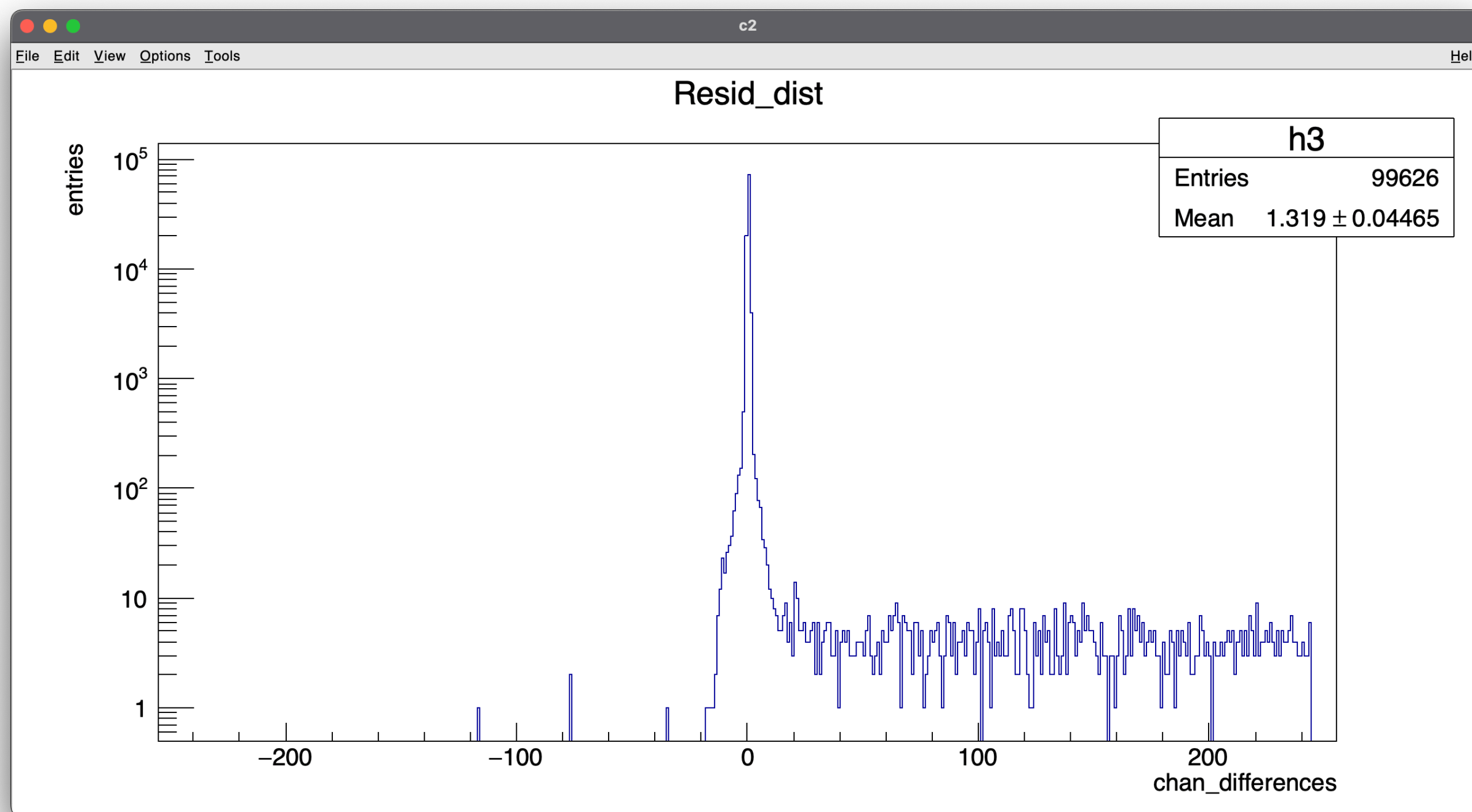
Coulomb Scattering効果の見積もり

Coulomb Scattering効果を見積もるために、Coulomb ScatteringをON(OFF) (/process/ activate(inactive) CoulombScat all) にして10万イベント生成し、結果を比較する。

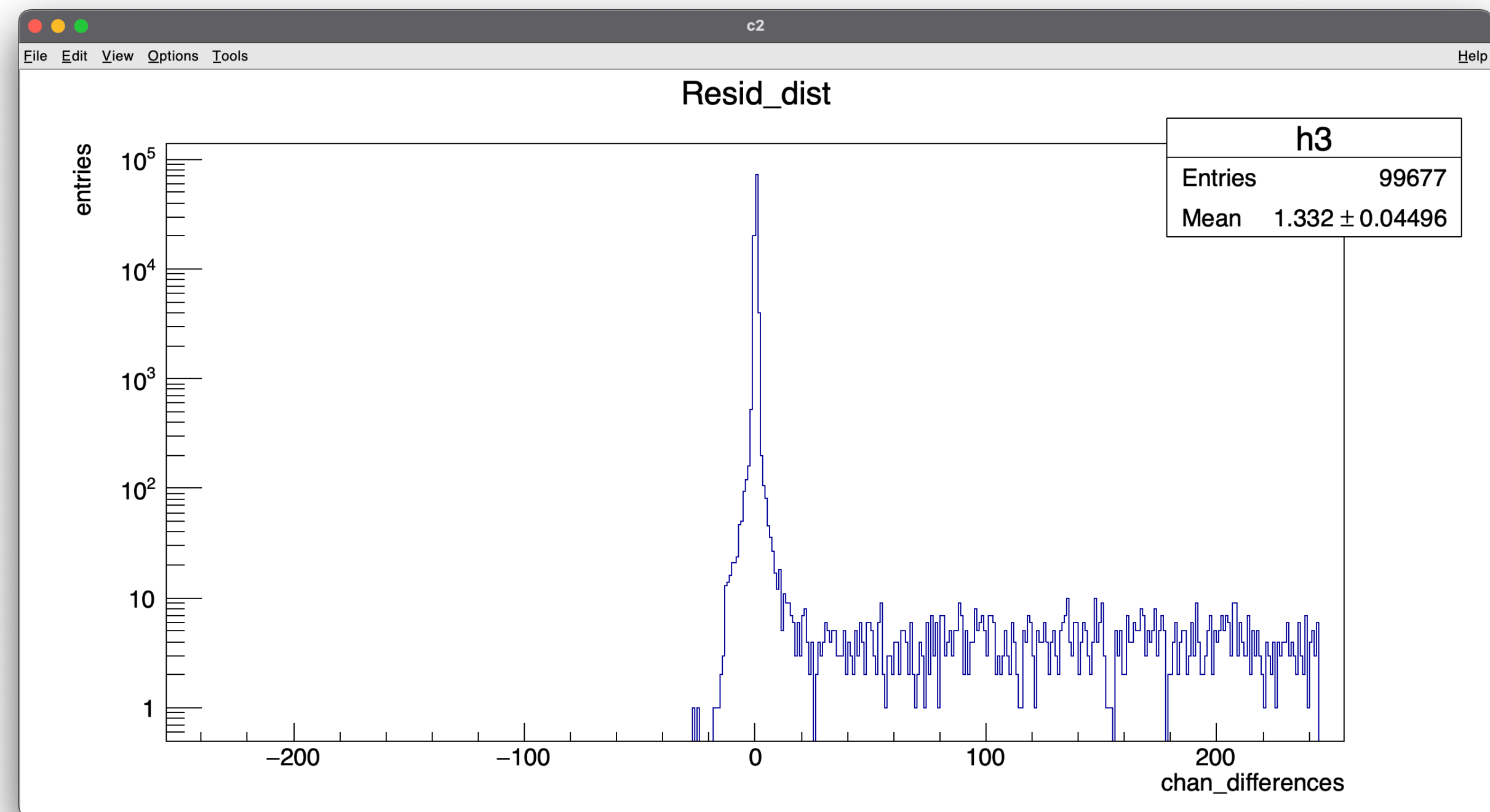
セットアップはどちらも3本ラダー（真空）。

下図はResidual分布。

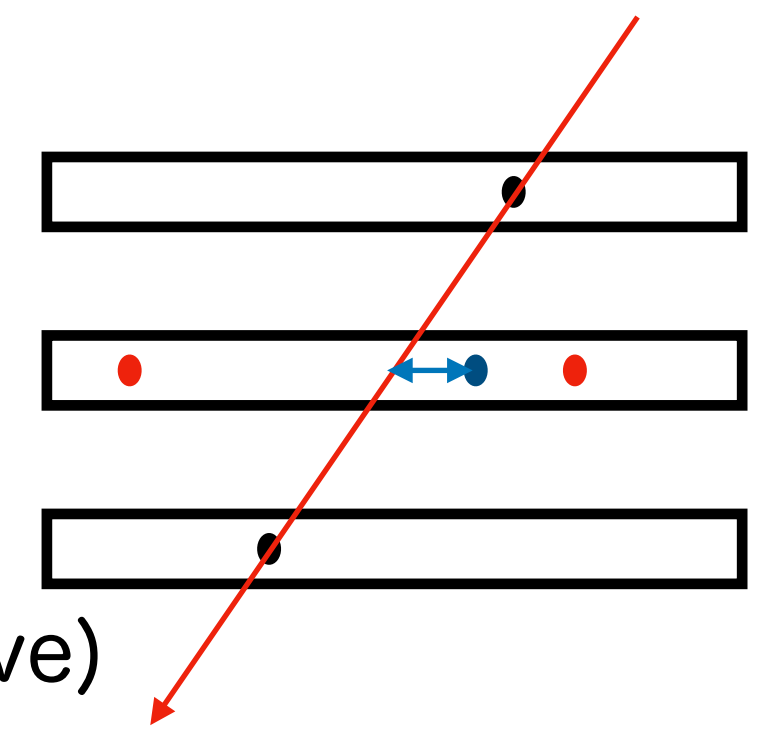
Coulomb Scattering OFF



Coulomb Scattering ON



Coulomb Scattering効果の見積もり



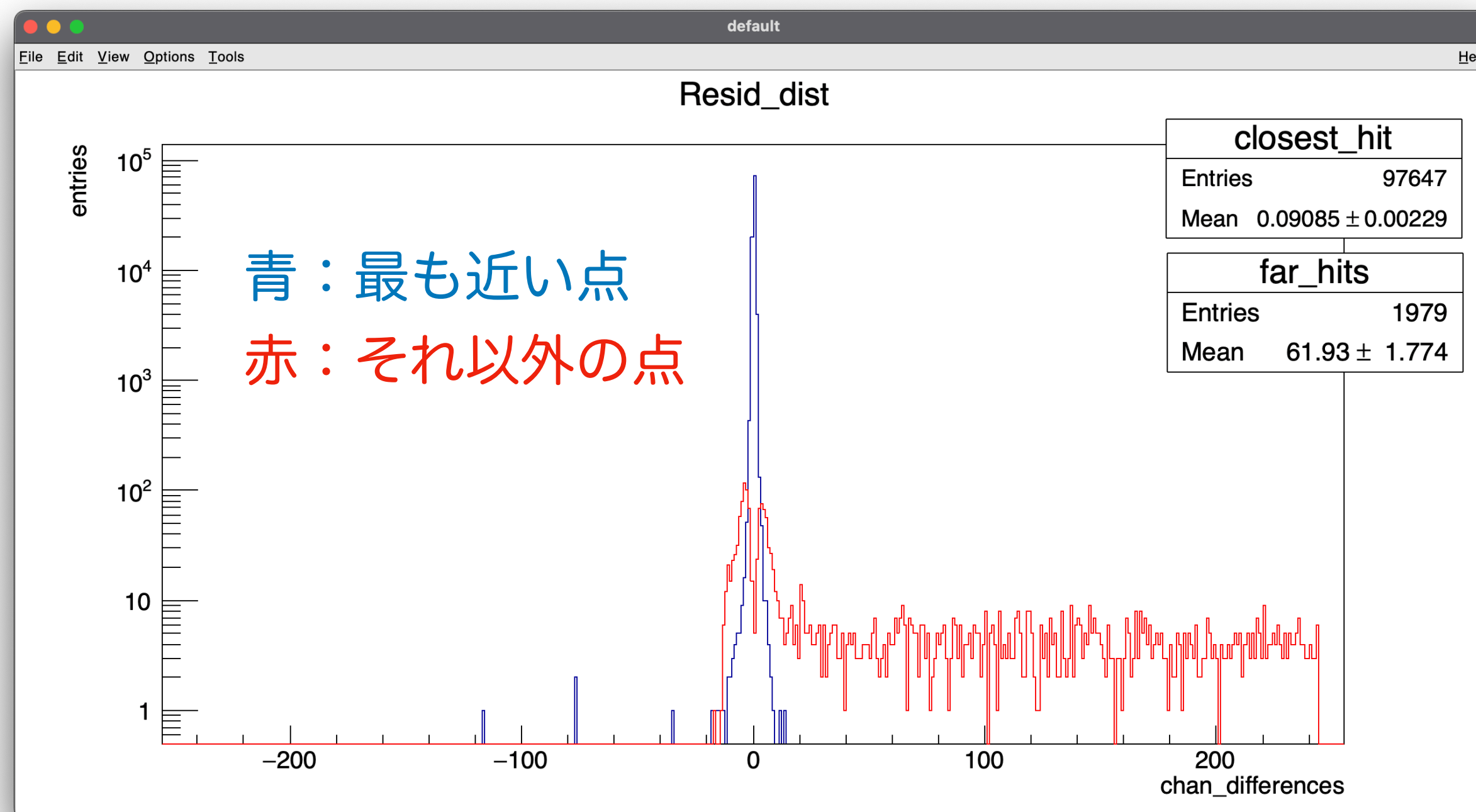
Coulomb Scattering効果を見積もるために、Coulomb ScatteringをON(OFF) (/process/activate(inactive) CoulombScat all) にして10万イベント生成し、結果を比較する。

セットアップはどちらも3本ラダー（真空）。

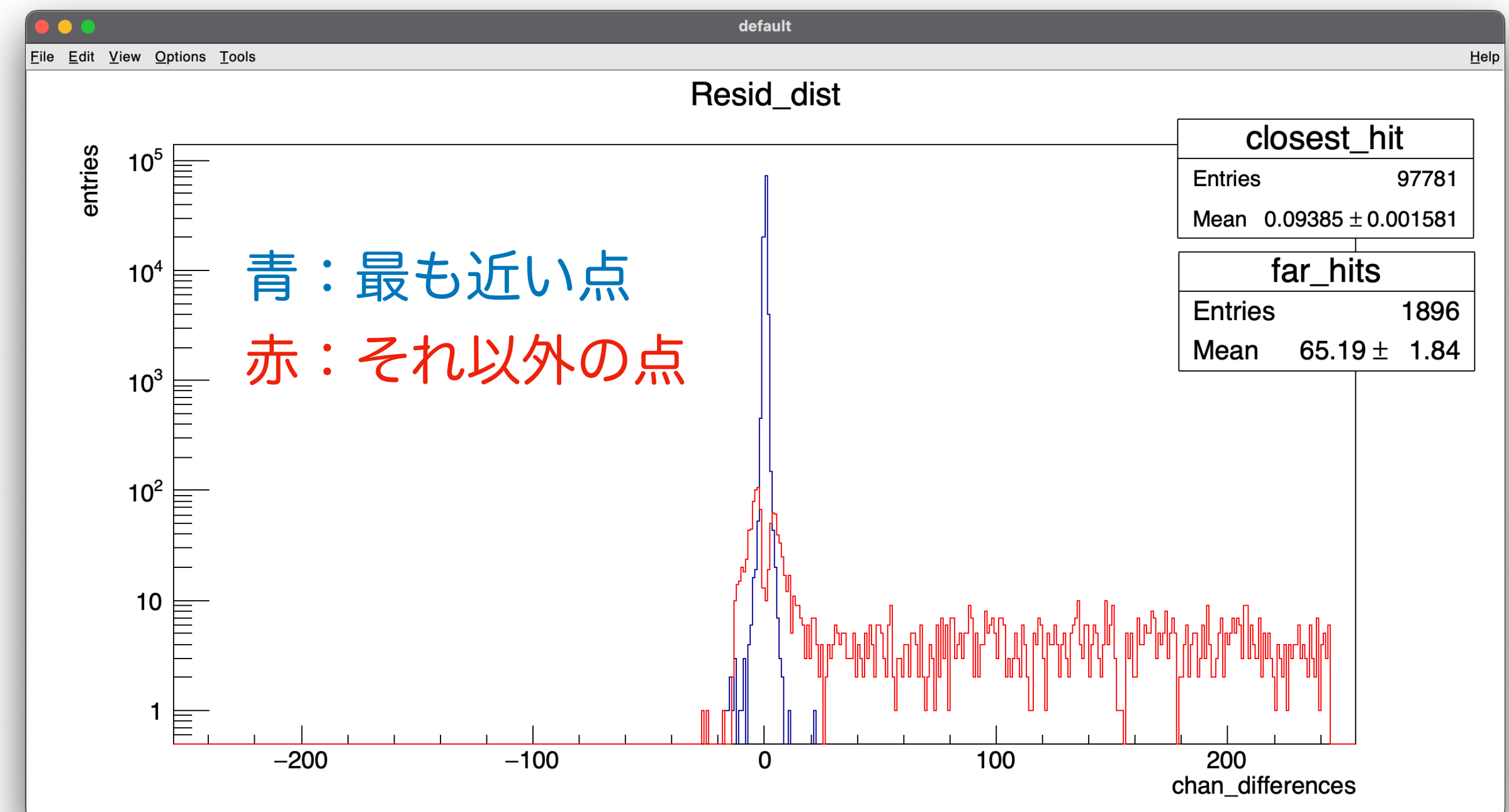
下図は上下ラダーから予想される真ん中ラダーのhit位置と最も近い点と、それ以外の点でのResidual分布を比較した。

(上下ラダーのhit数1、真ん中ラダーのhit数は1以上)

Coulomb Scattering OFF



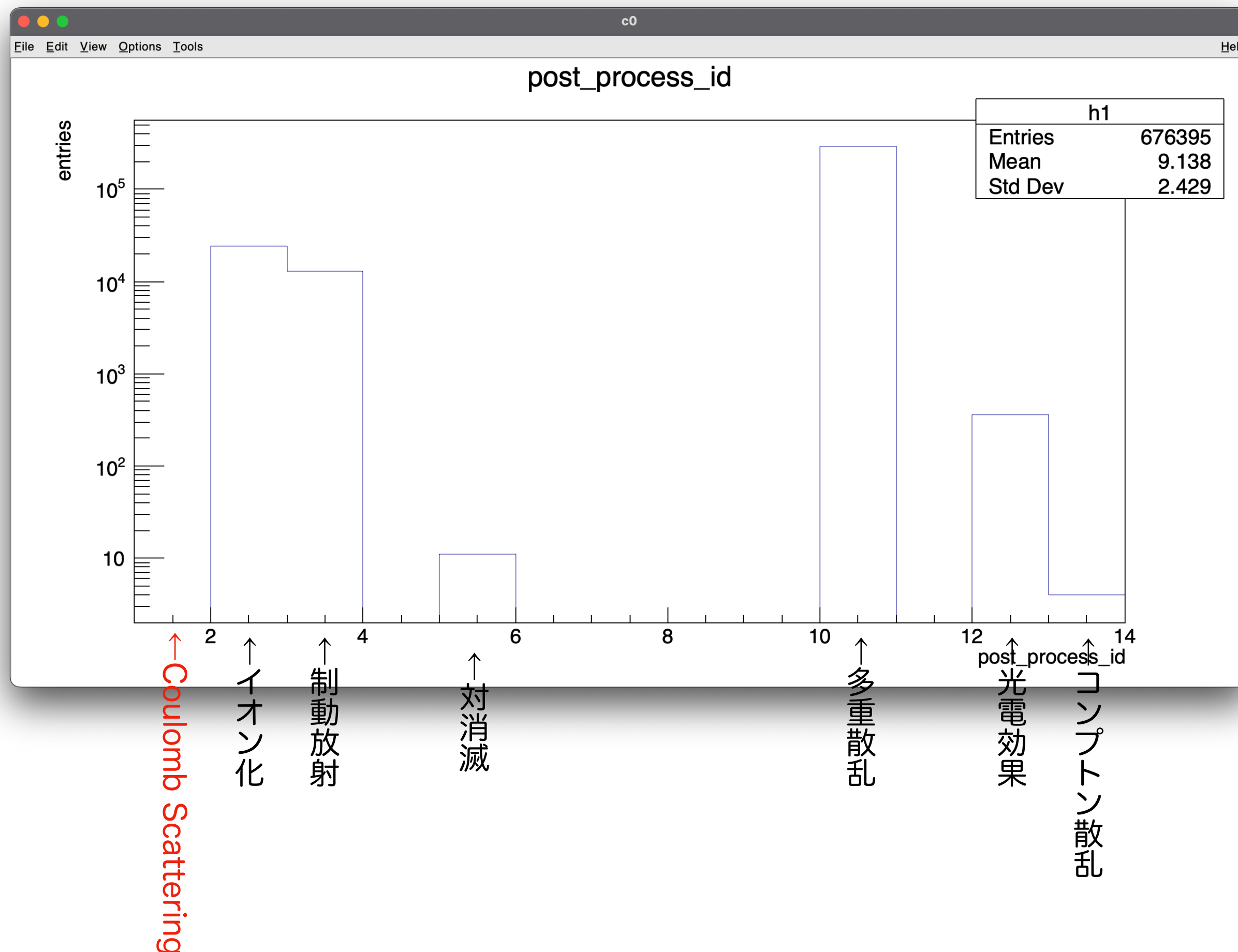
Coulomb Scattering ON



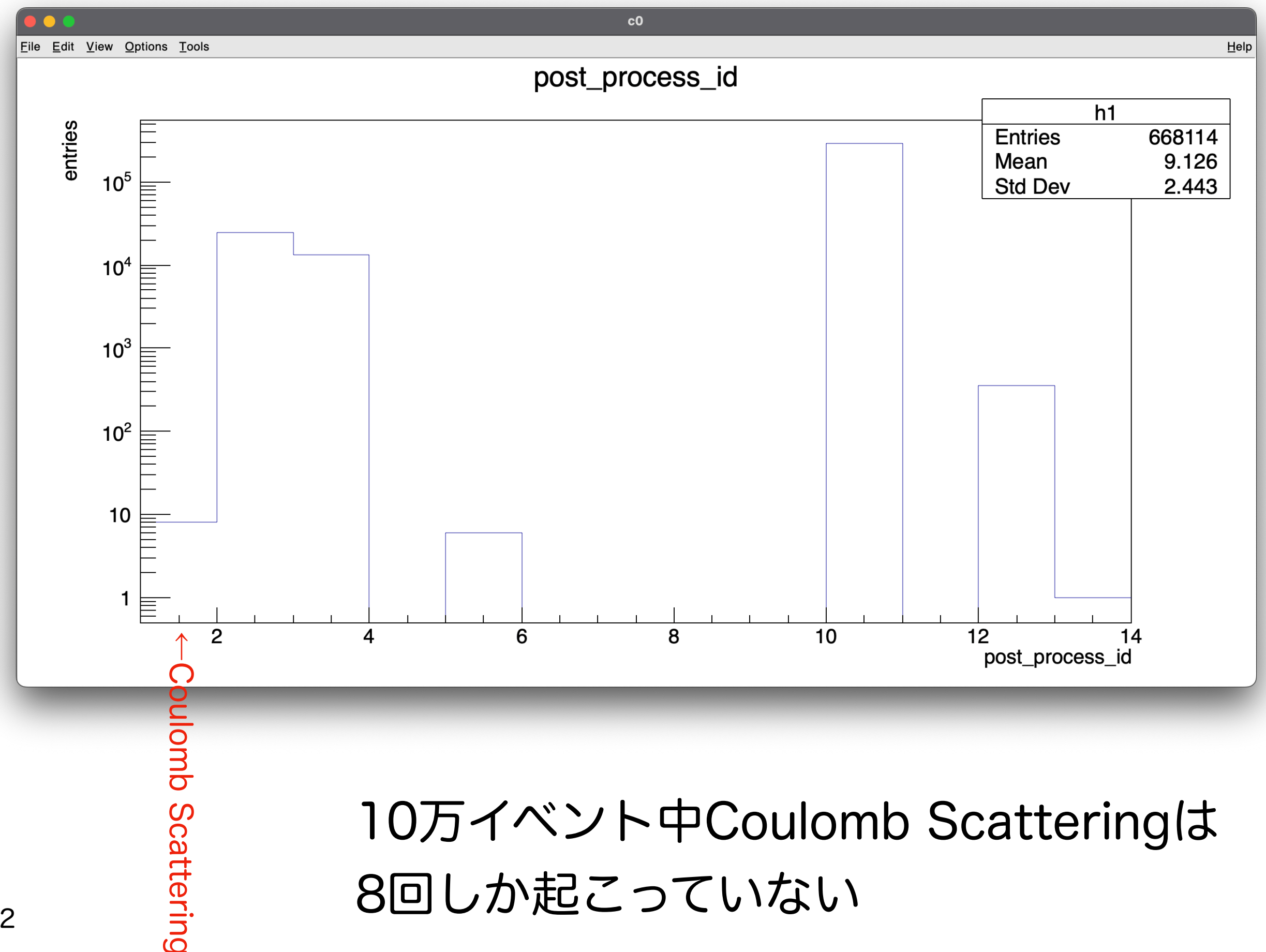
Coulomb Scatteringが何回起こっているのか？

event_particleというTTreeを使ってシリコンとの相互作用の種類ごとのエントリー数を見てみた。
以下は横軸をpost_process_id (相互作用の種類ID)、縦軸をエントリー数としてプロットした図。
セットアップはどちらも3本ラダー (真空)。

Coulomb Scattering OFF



Coulomb Scattering ON



10万イベント中Coulomb Scatteringは
8回しか起こっていない

今後の課題

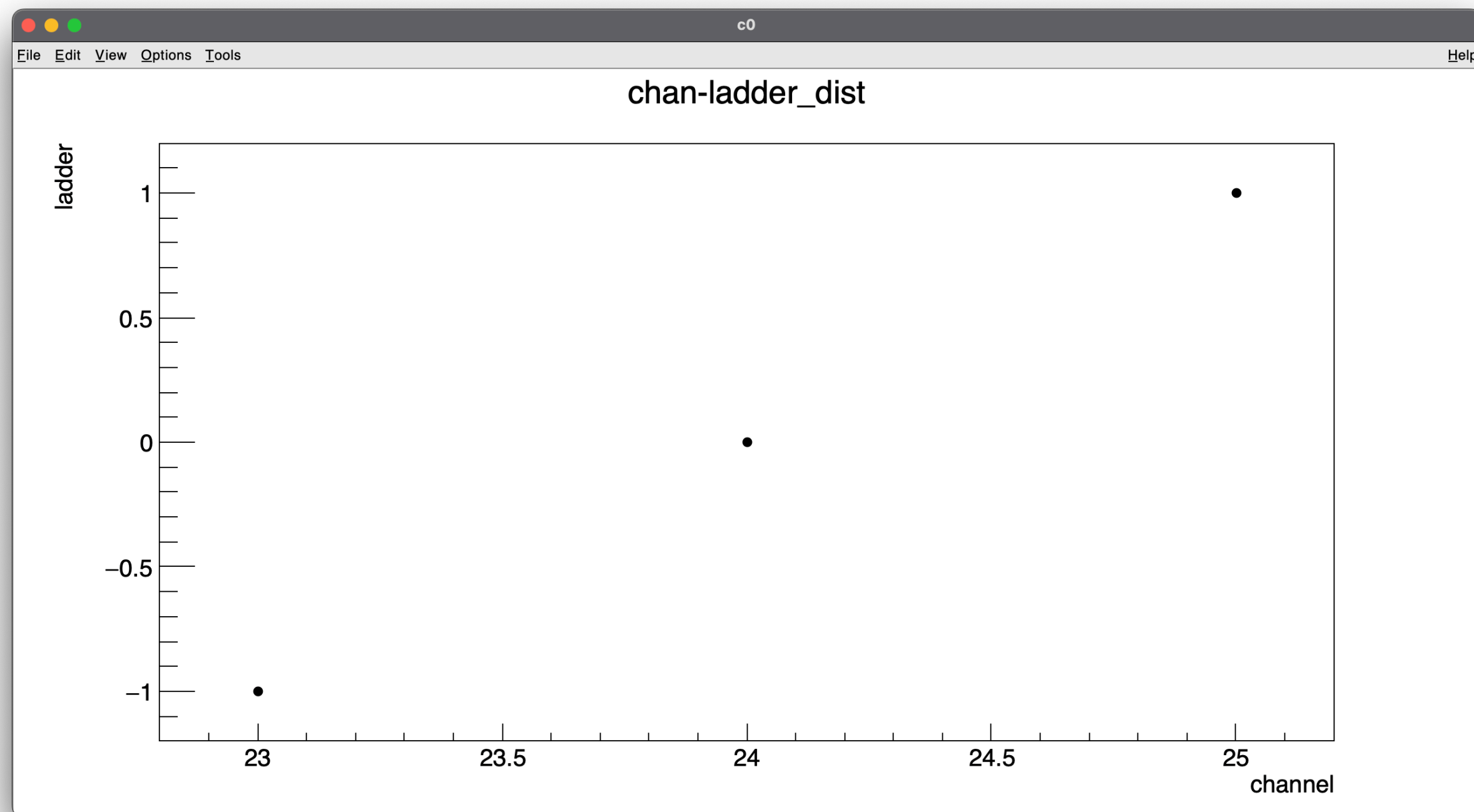
- ビームを打つ位置を真ん中（channel番号127、128間）にする
→channel分布、Residual分布が左右対称になるはず
- 上下ラダーを結んだ飛跡の角度分布を出す
- 多重散乱をCoulomb Scatteringで計算する

Back Up

シミュレーション結果

左：横軸をchannel番号、縦軸をラダー番号としてhit位置をプロットした図

右：横軸をchip番号、縦軸をchannel番号としてhit分布図をラダーごとにプロットした図

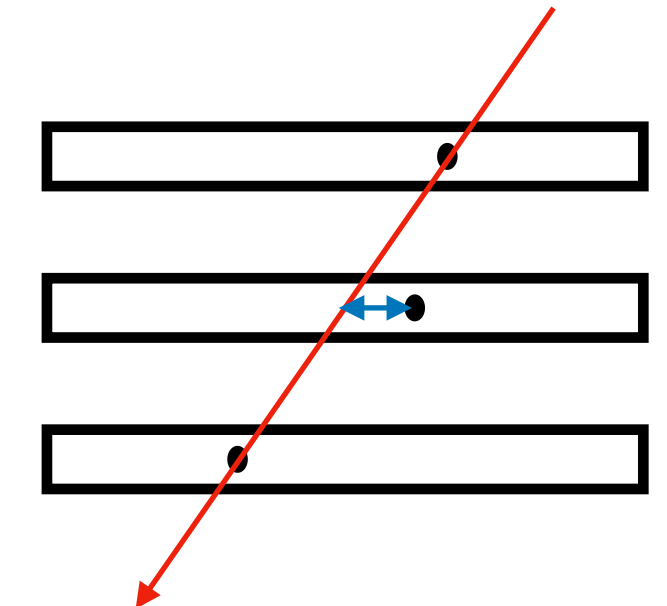


ADC閾値とDACの関係

- 読み出しチップ（FPHXチップ）は1channelあたり3bitのADCと8bitのDACをもつ。ADCの閾値はDACにより任意に設定可能。今回のDAC設定は以下の通り。

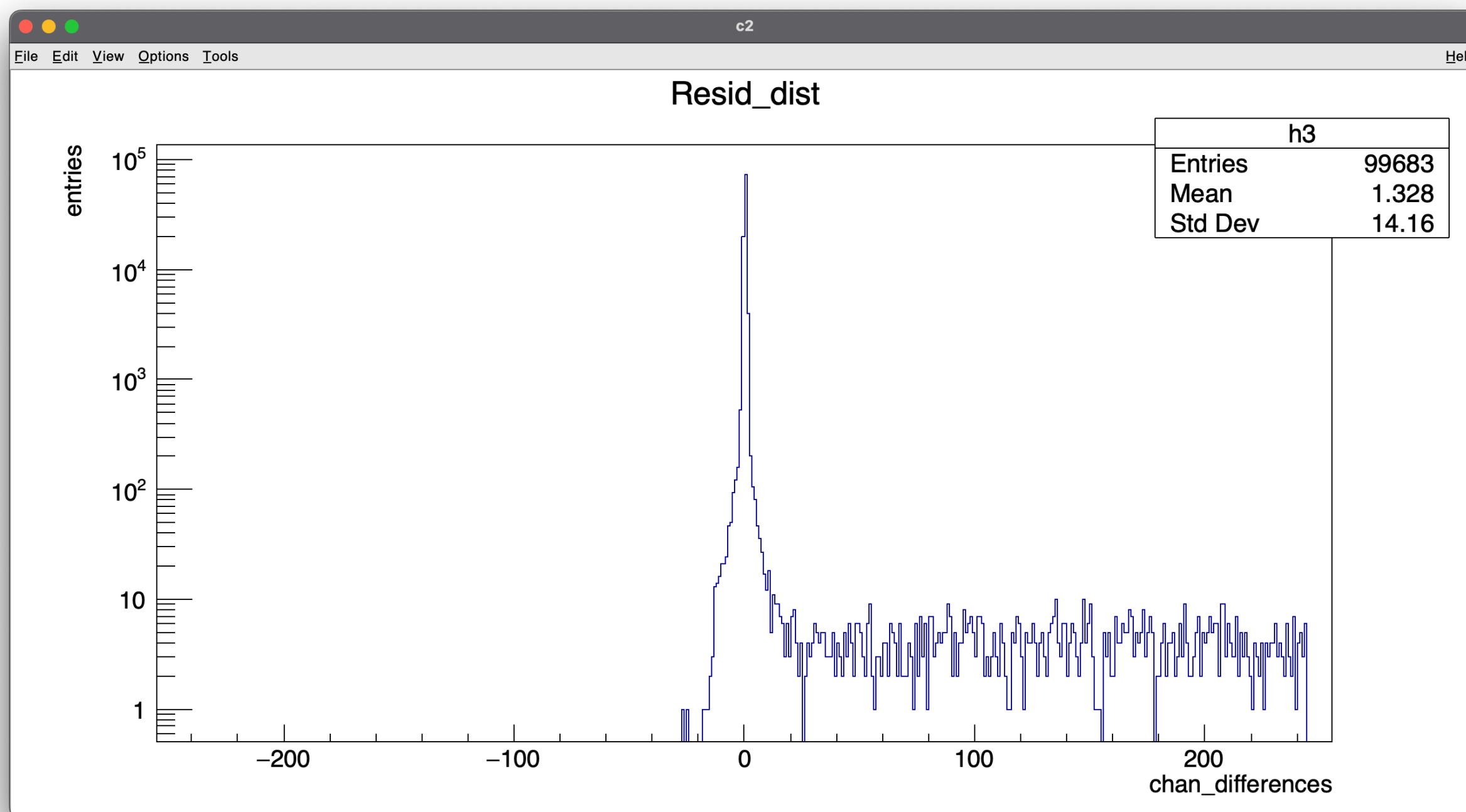
ADC	DAC設定値
0	15
1	30
2	60
3	90
4	120
5	150
6	180
7	210

Residual分布[mm]ver.

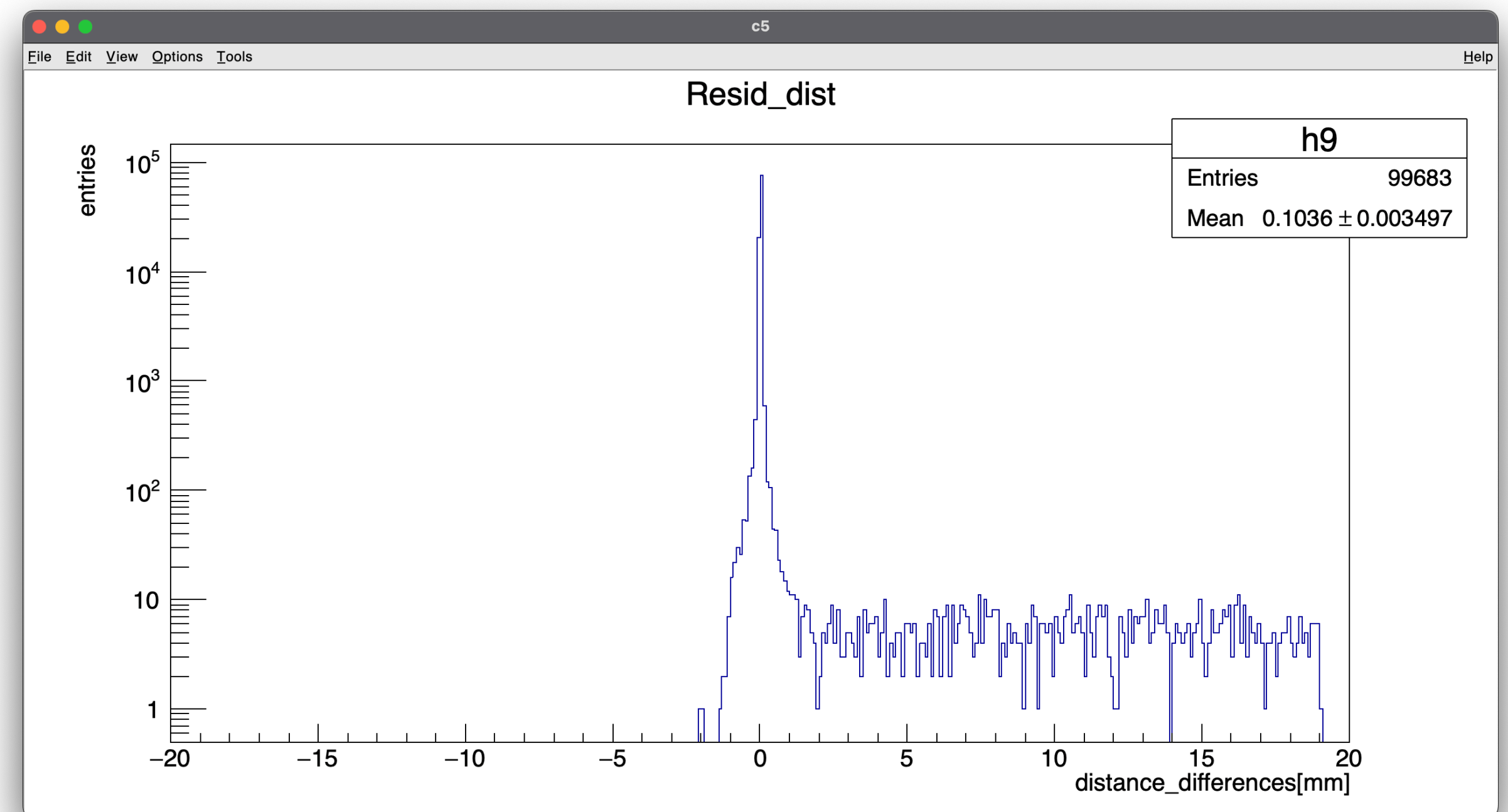


1 channel=78ミクロンなので、0~255channelまでの全長はおよそ19.7mmである。そこで右図は横軸：hit位置の差[mm]、縦軸：エントリー（log scale）、1 bin=1mmで表したものの。

Residual分布_1 bin=1 channel

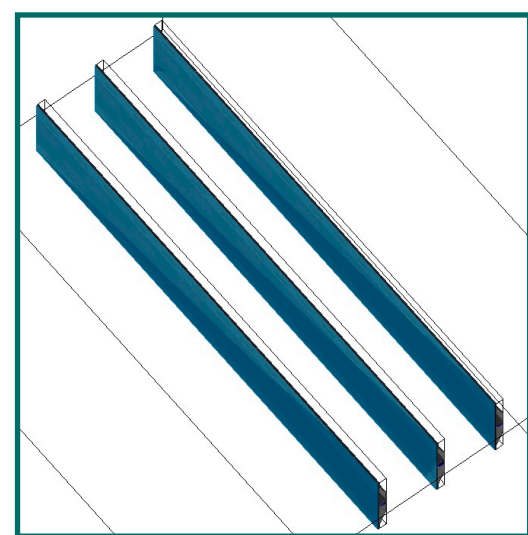


Residual分布_1 bin=1 mm

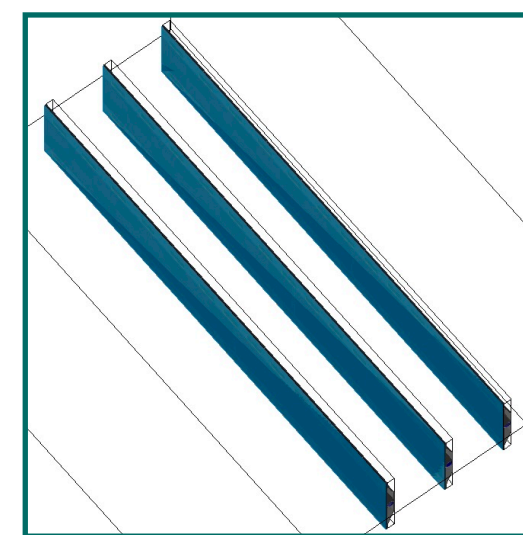


セットアップごとのchip-channel分布の比較1

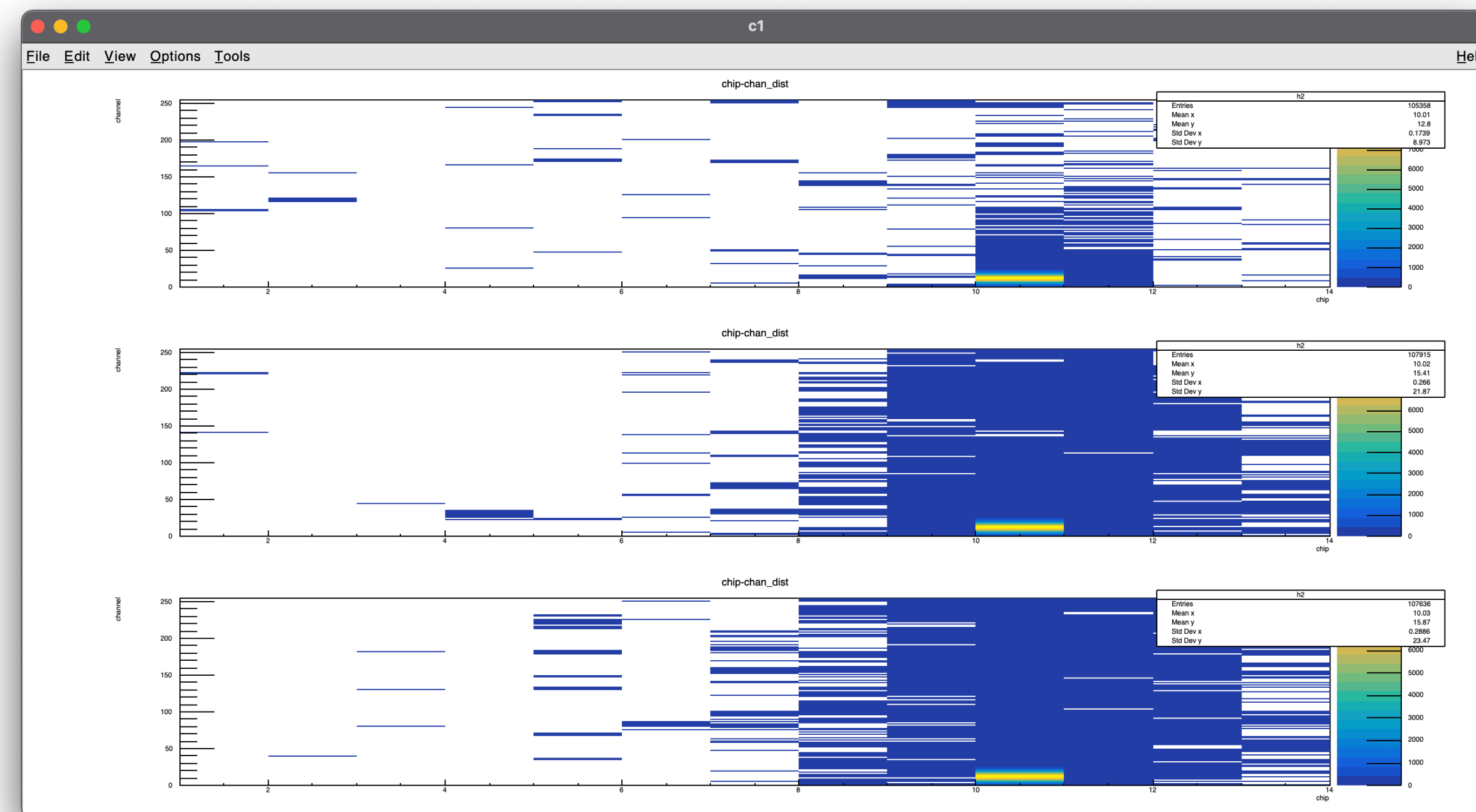
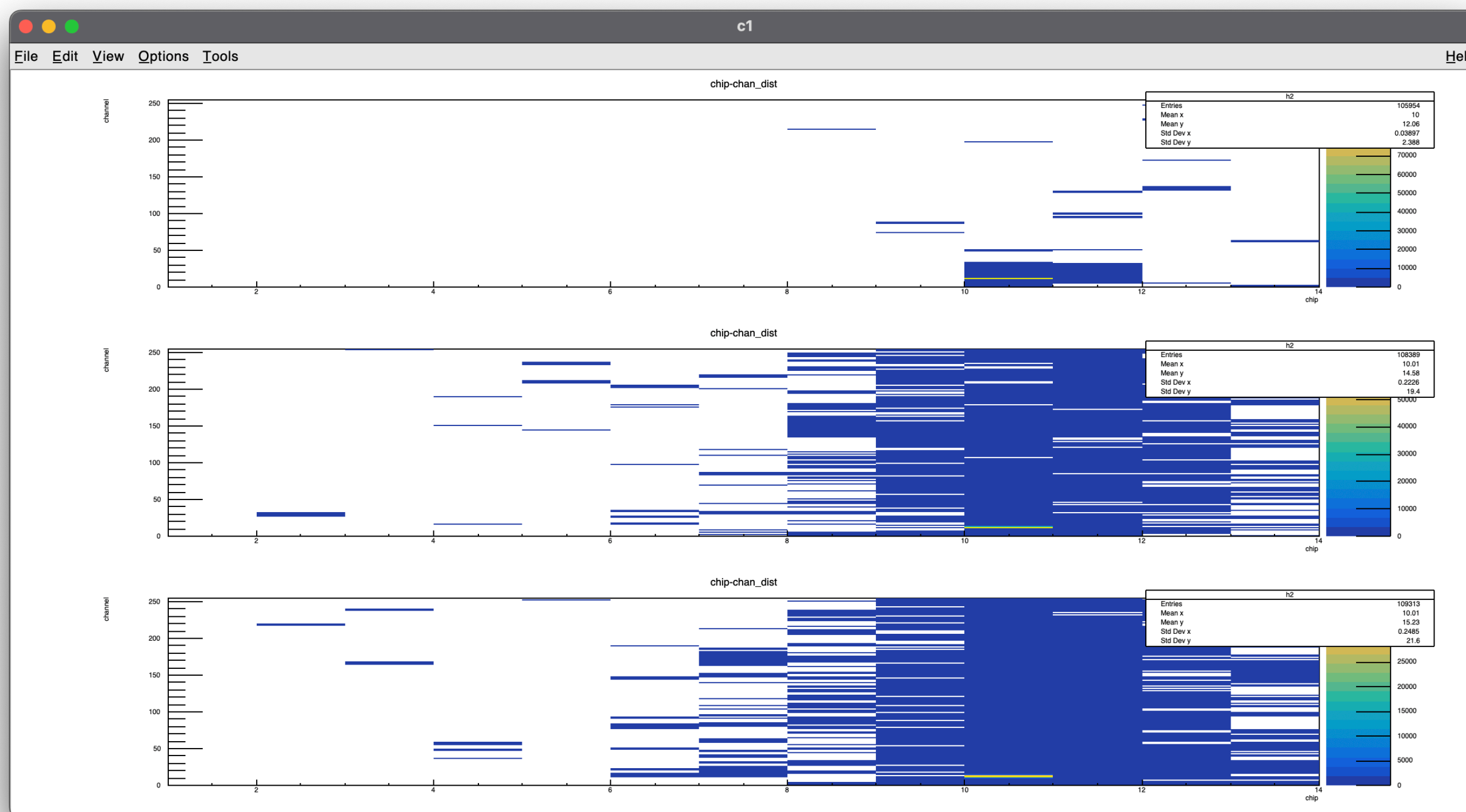
実際のhit位置を横軸：chip、縦軸：channelの分布として表したものの。



3本ラダー（真空）

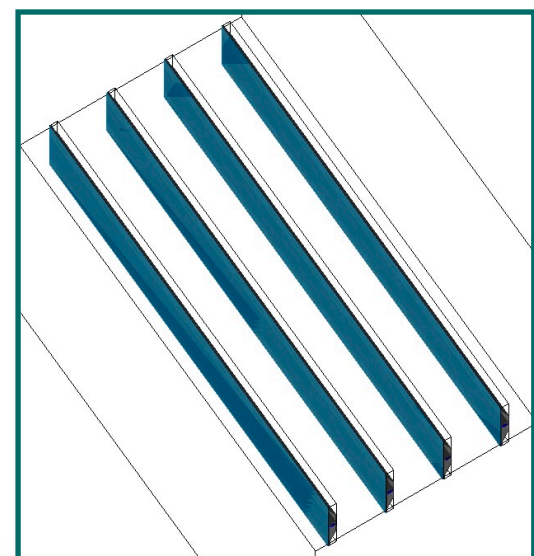


3本ラダー（空気）

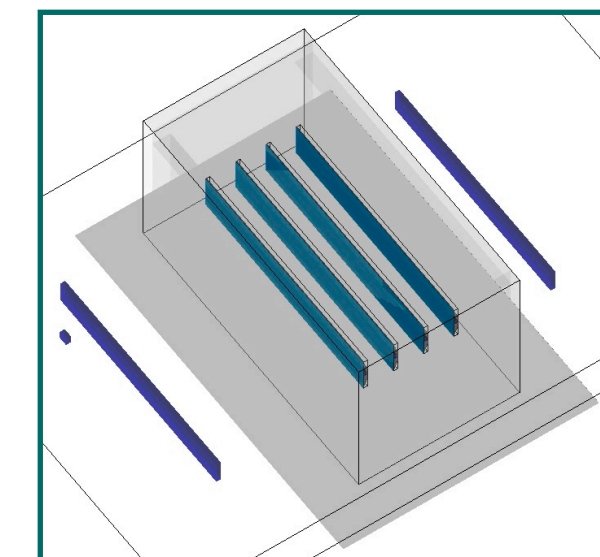


セットアップごとのchip-channel分布の比較1

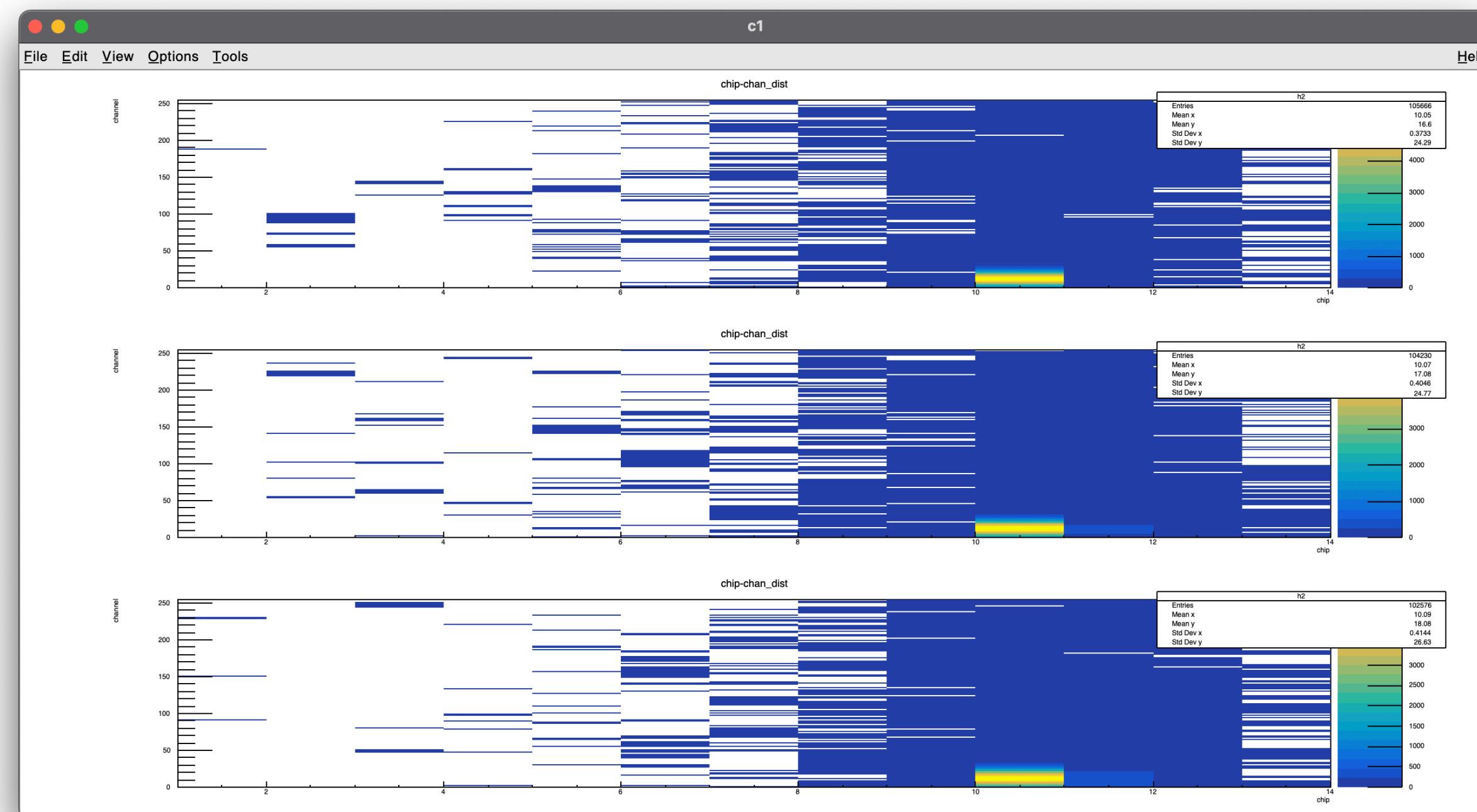
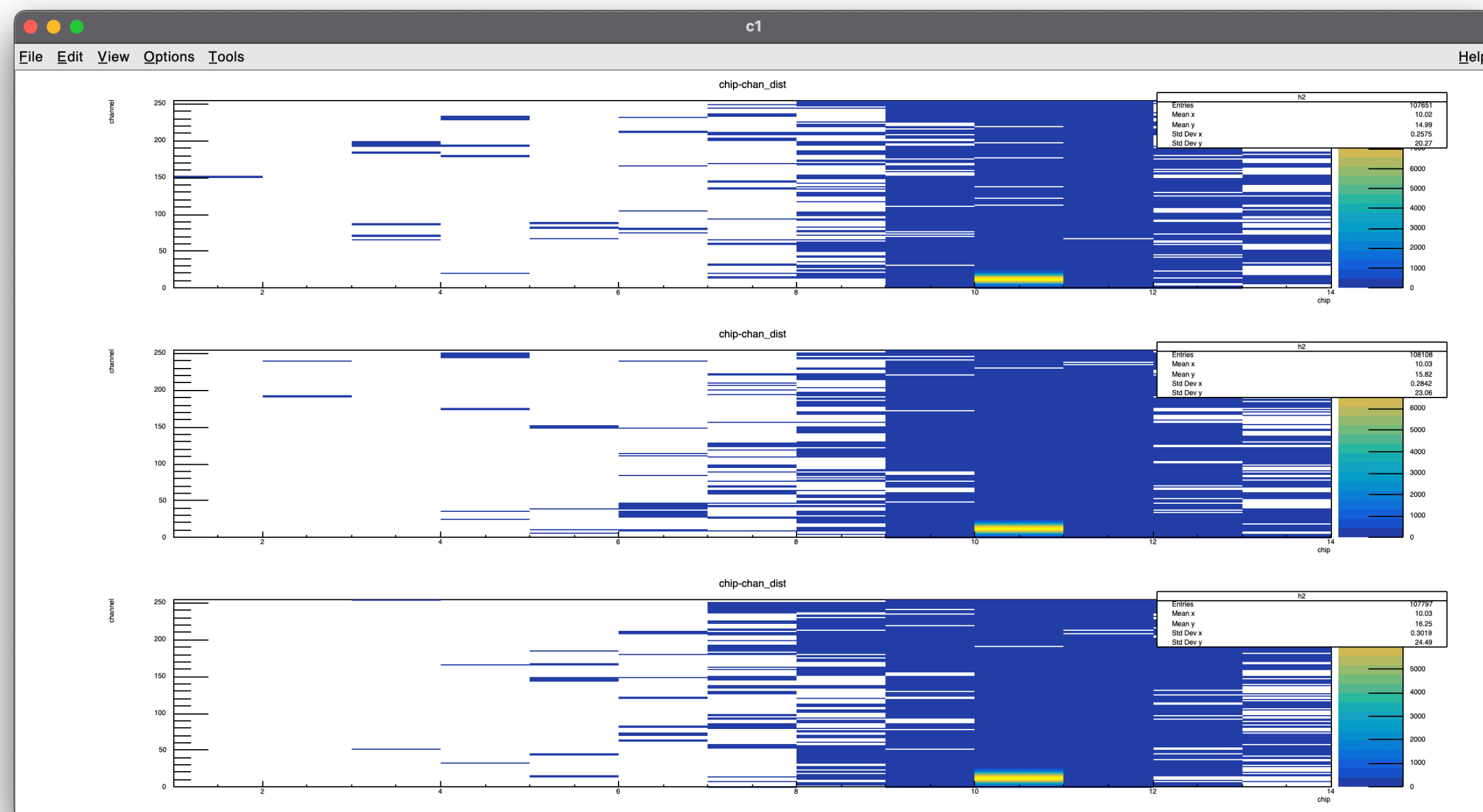
実際のhit位置を横軸：chip、縦軸：channelの分布として表したものの。



4本ラダー（空気）

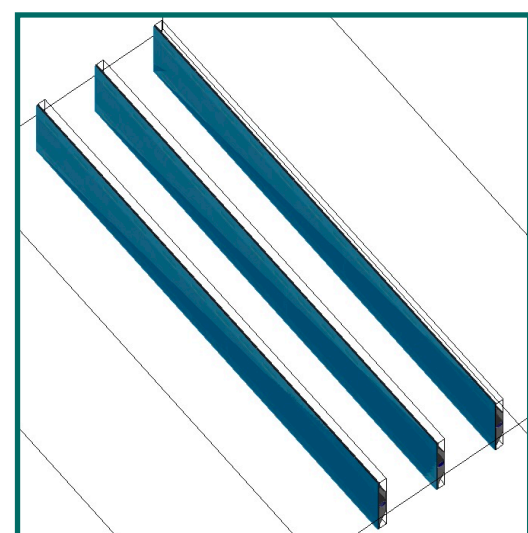


4本ラダー＋空気＋暗箱＋シンチレーター

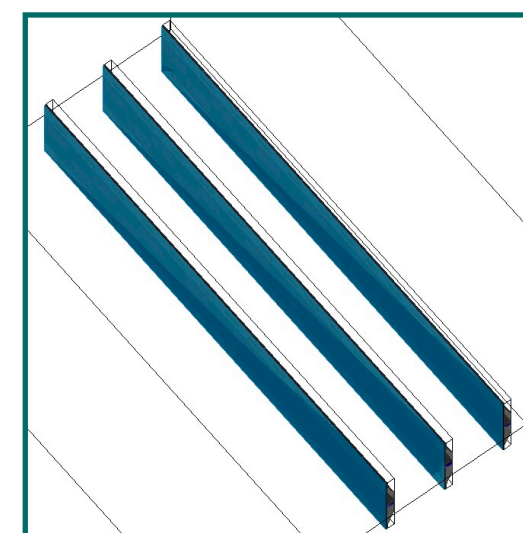


セットアップごとのchannel分布の比較1

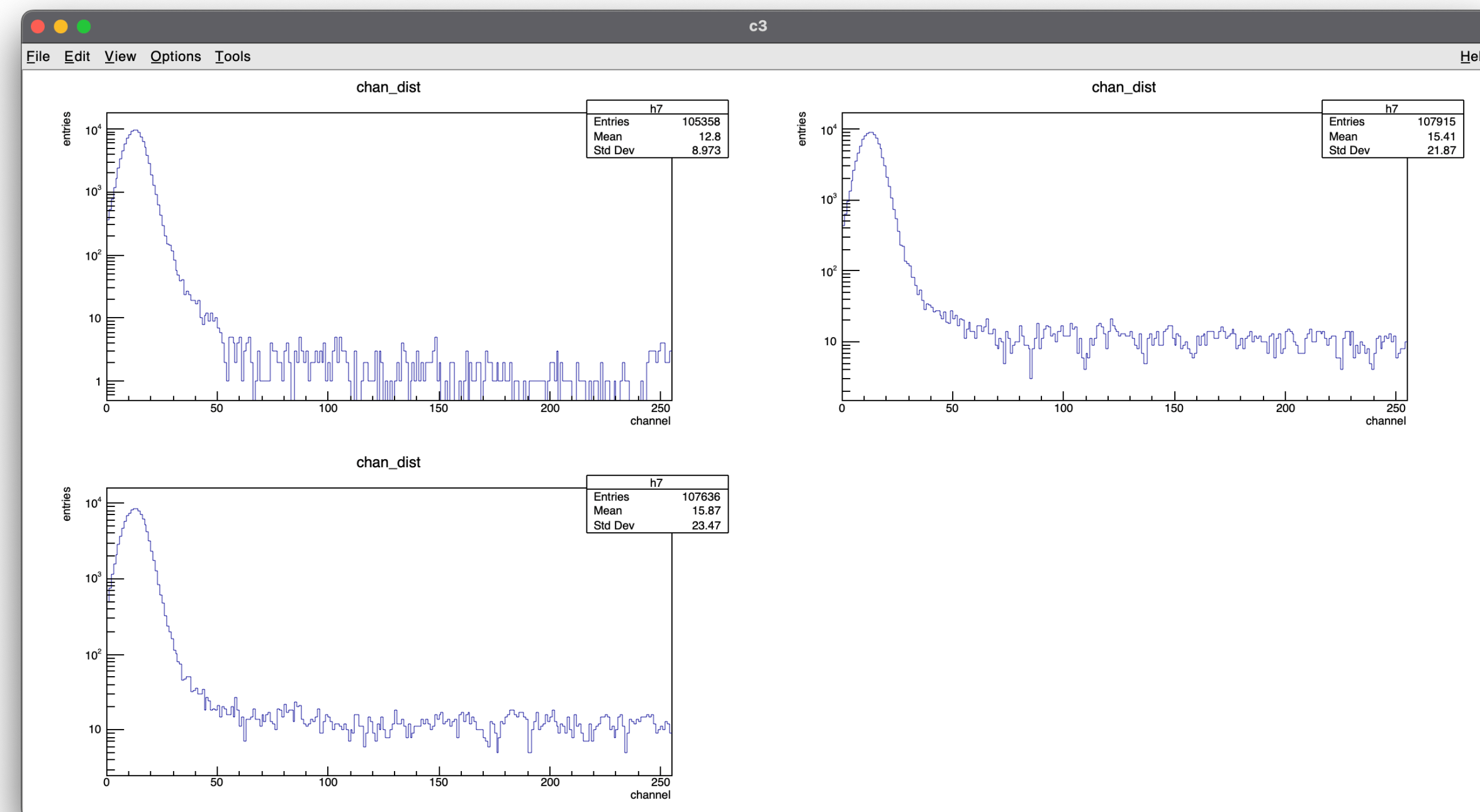
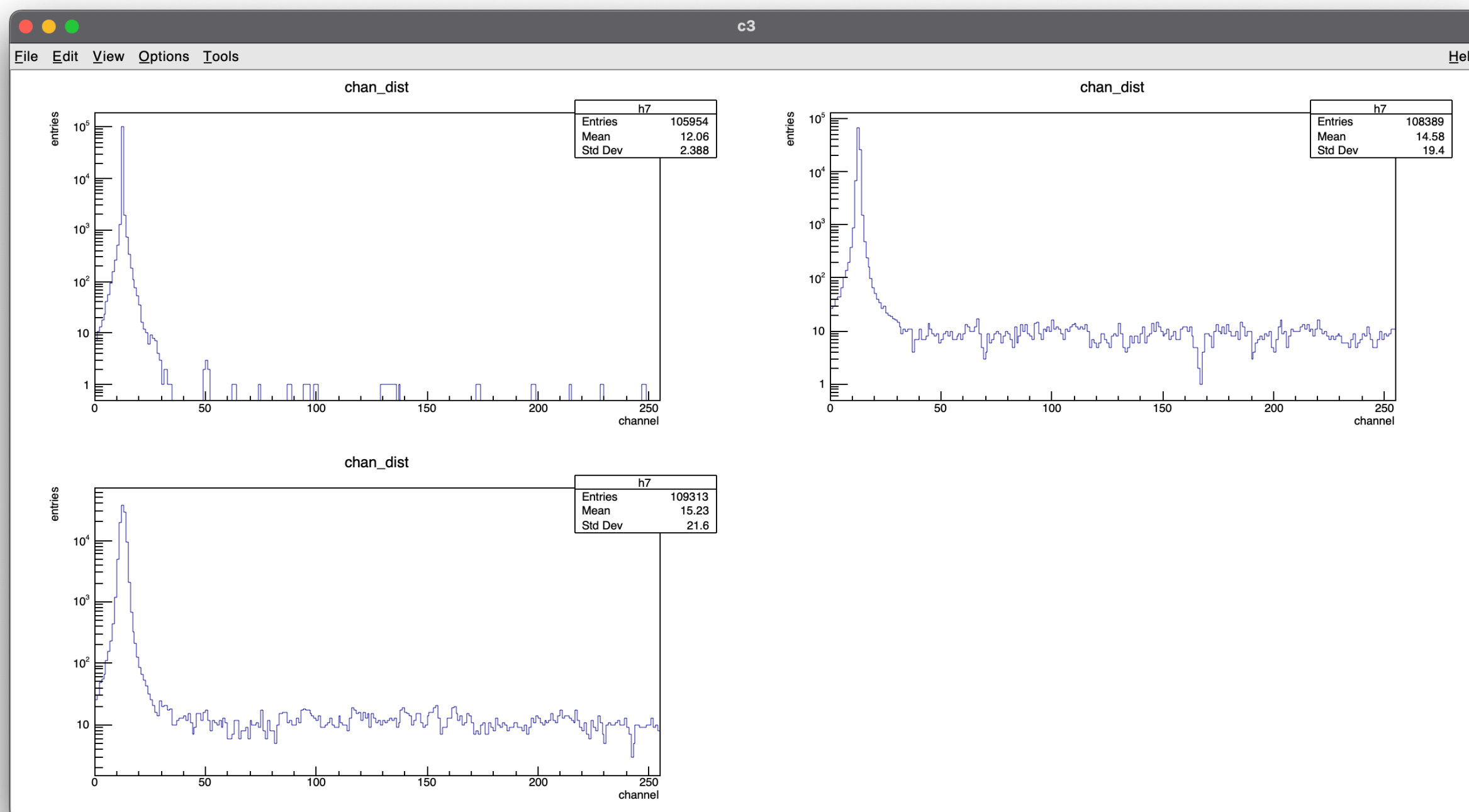
実際のhit位置を横軸：channel、縦軸：エントリー（log scale）の分布として表したものの。



3本ラダー（真空）

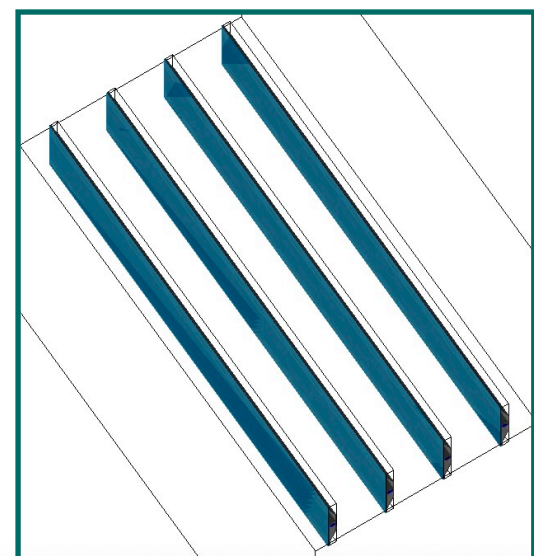


3本ラダー（空気）

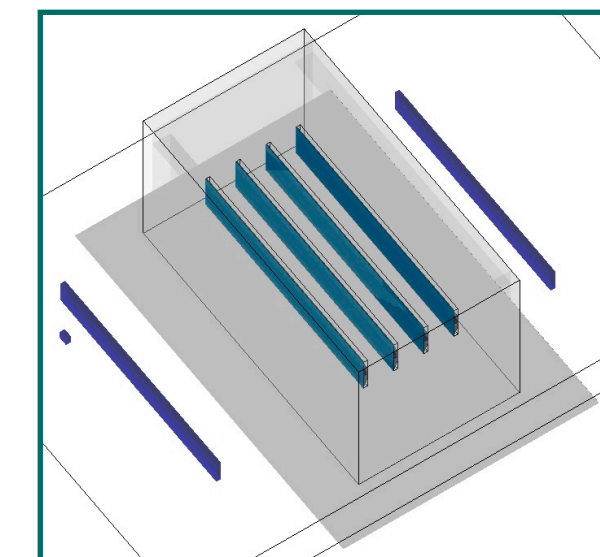


セットアップごとのchannel分布の比較1

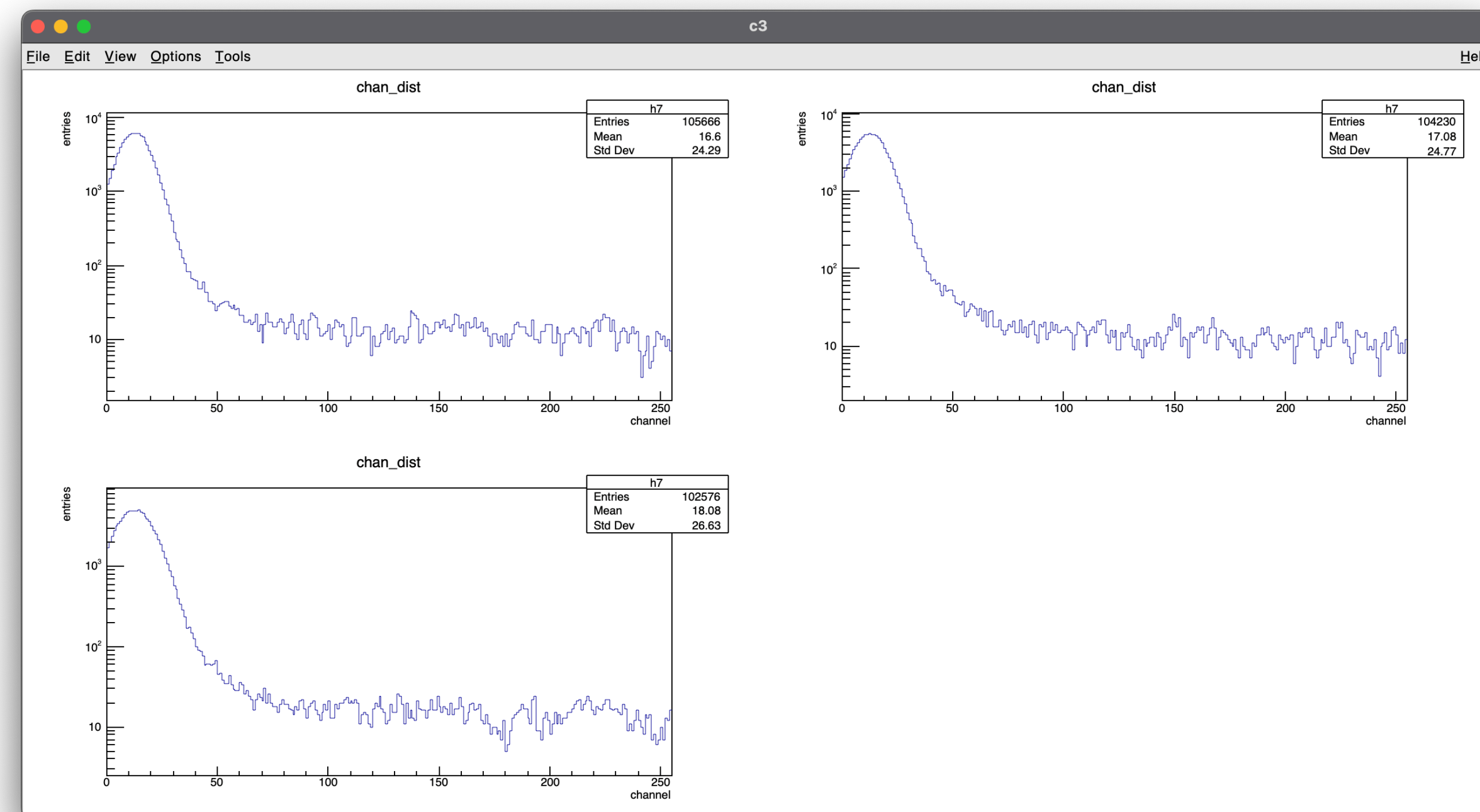
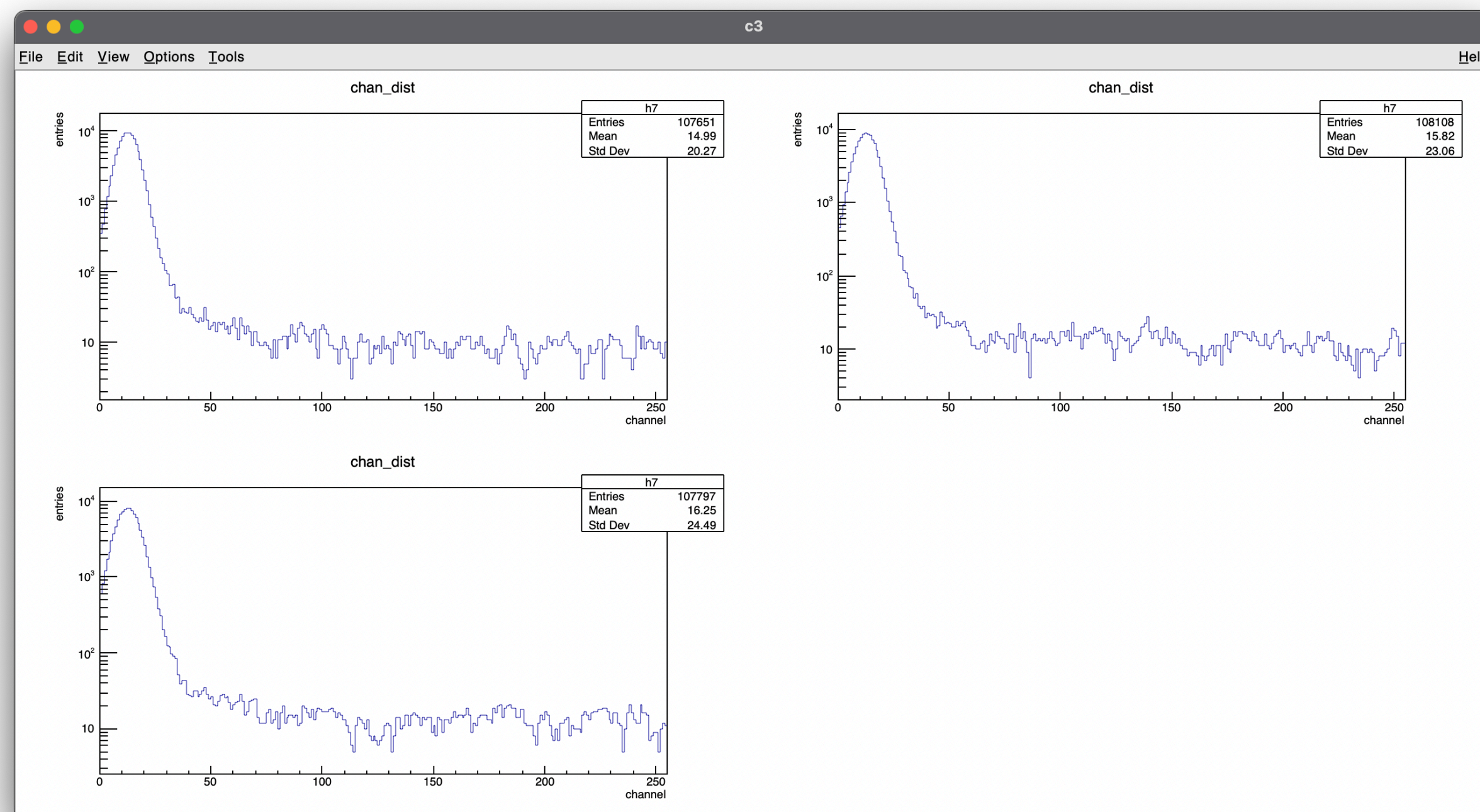
実際のhit位置を横軸：channel、縦軸：エントリー（log scale）の分布として表したものの。



4本ラダー（空気）

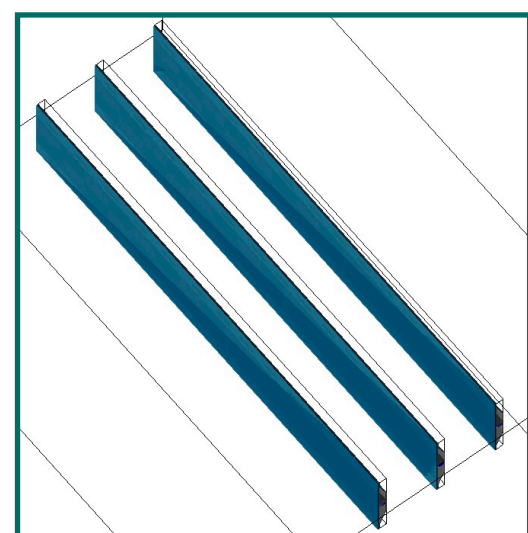


4本ラダー＋空気＋暗箱＋シンチレーター

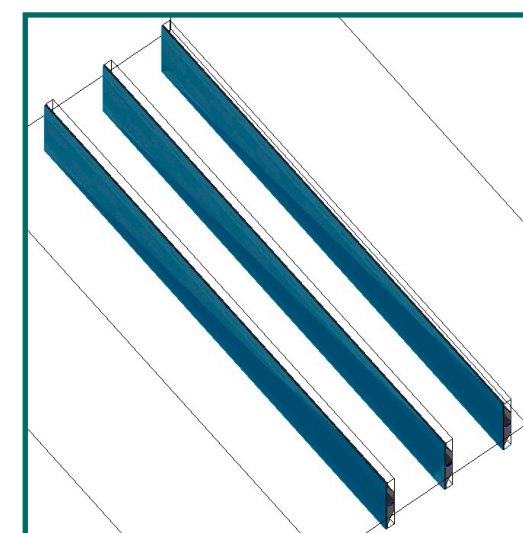


セットアップごとのchannel分布の比較1

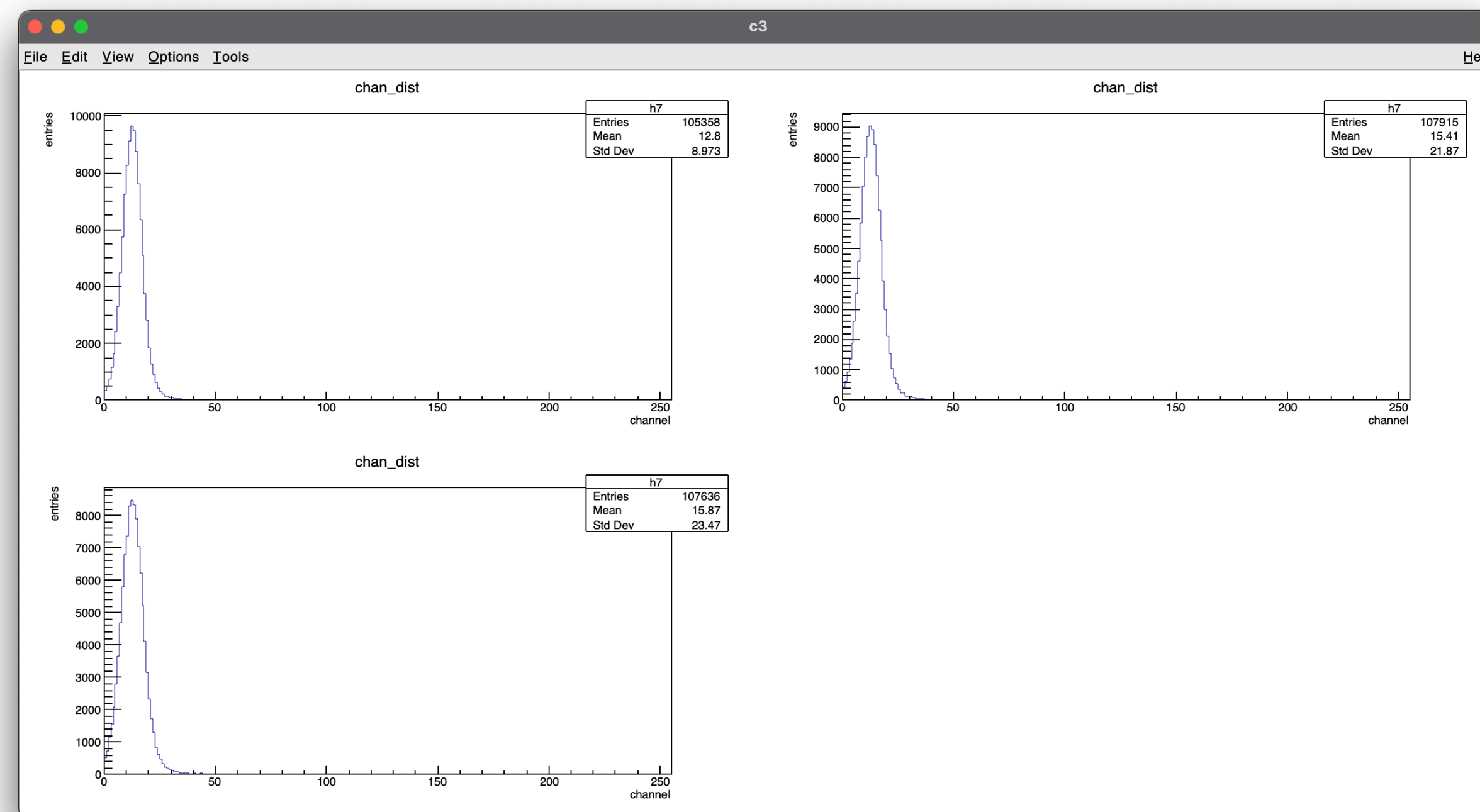
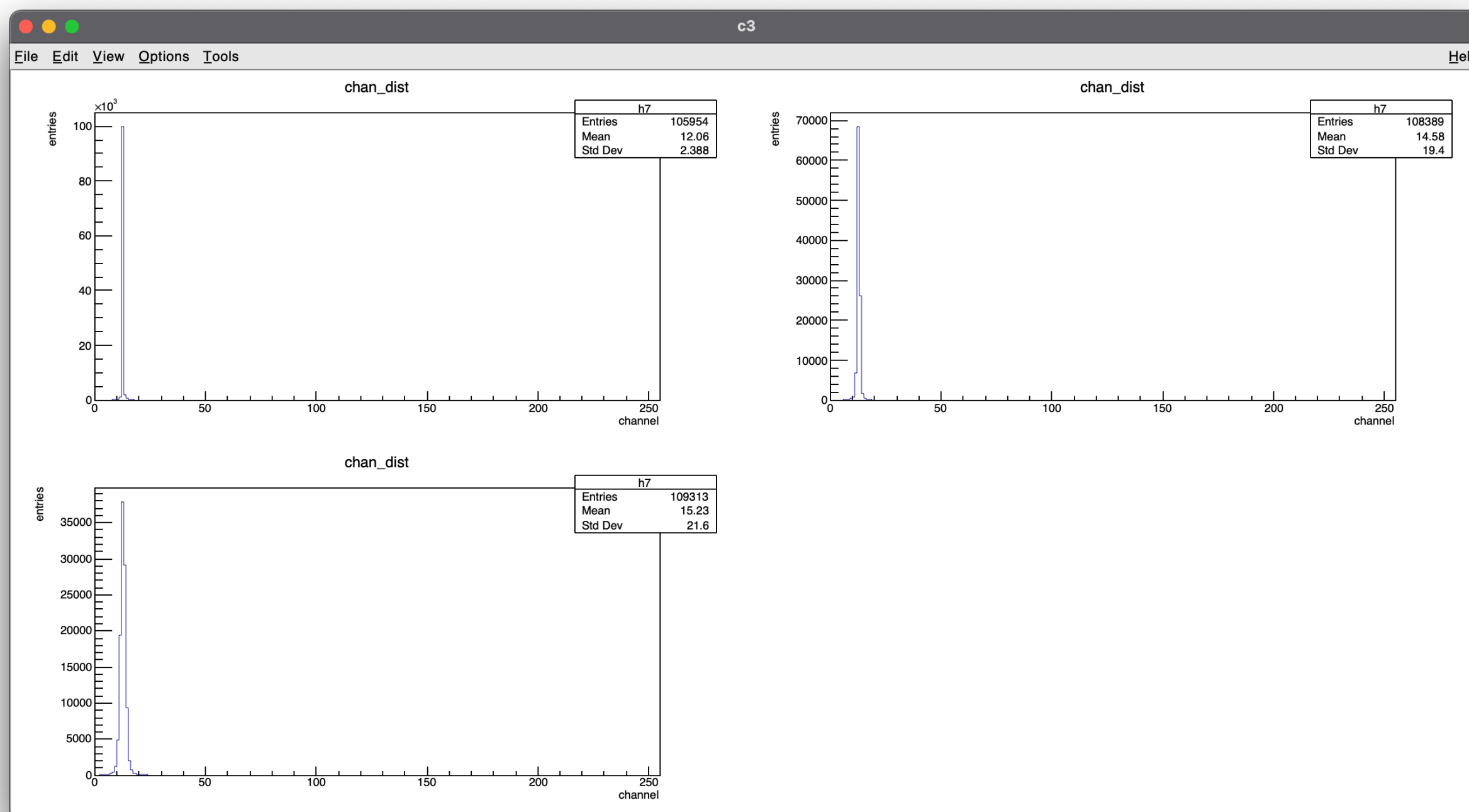
実際のhit位置を横軸：channel、縦軸：エントリーの分布として表したものの。



3本ラダー（真空）

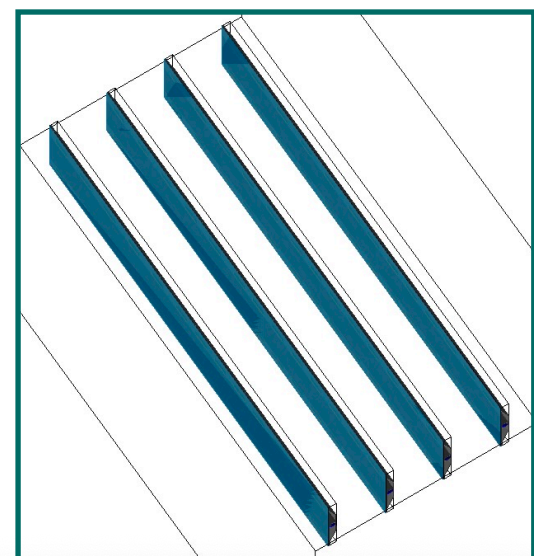


3本ラダー（空気）

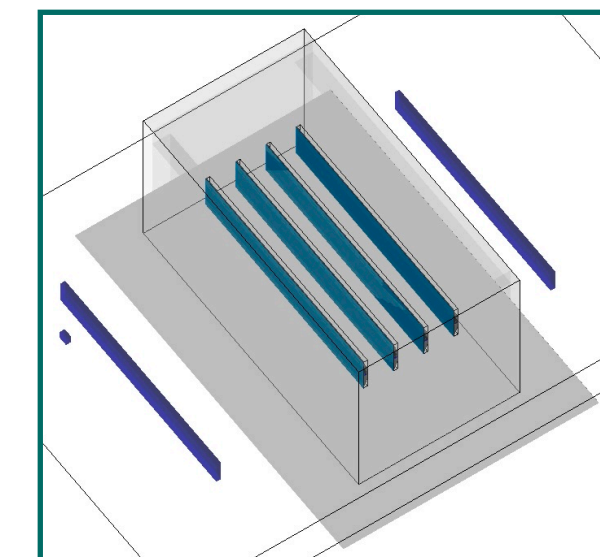


セットアップごとのchannel分布の比較1

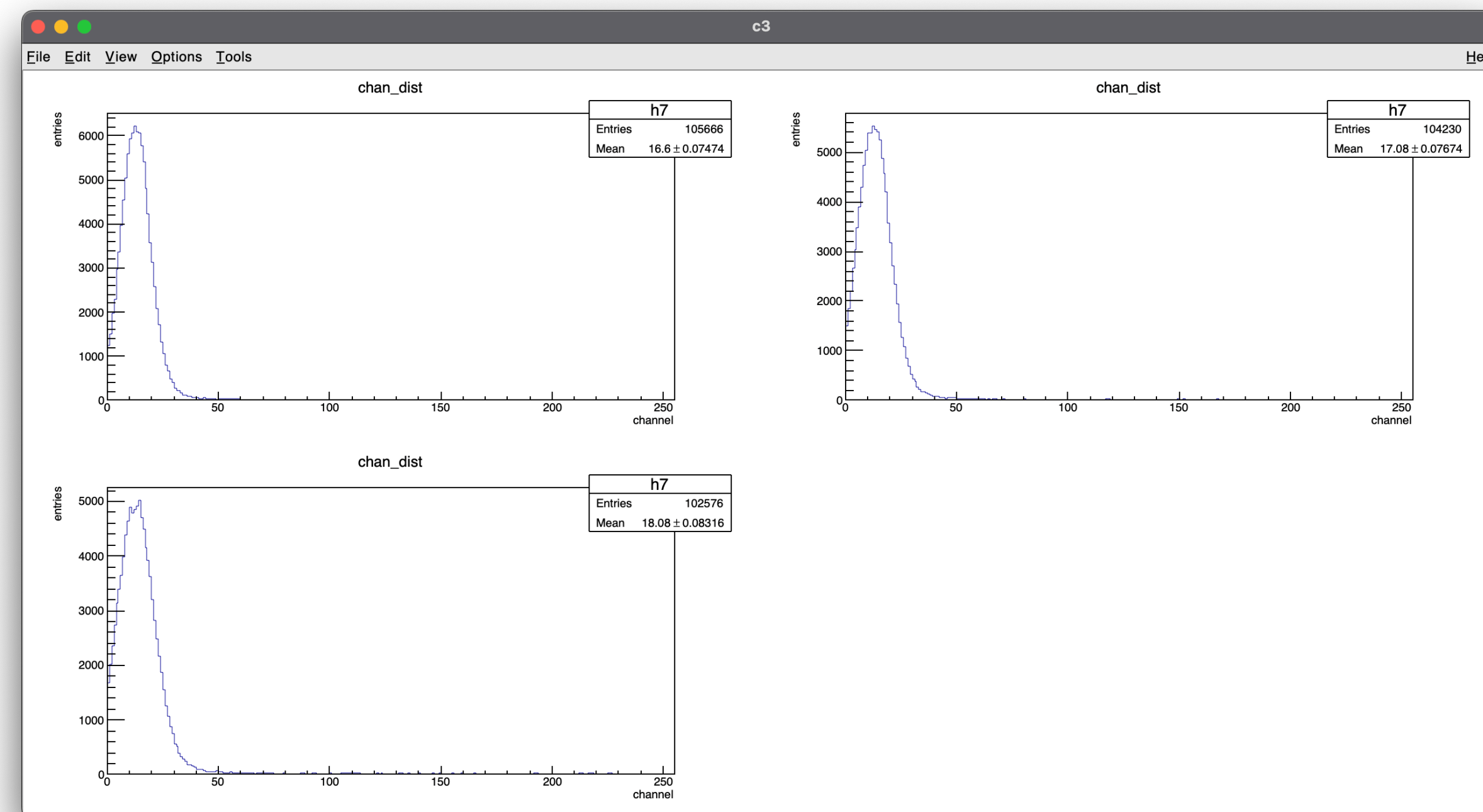
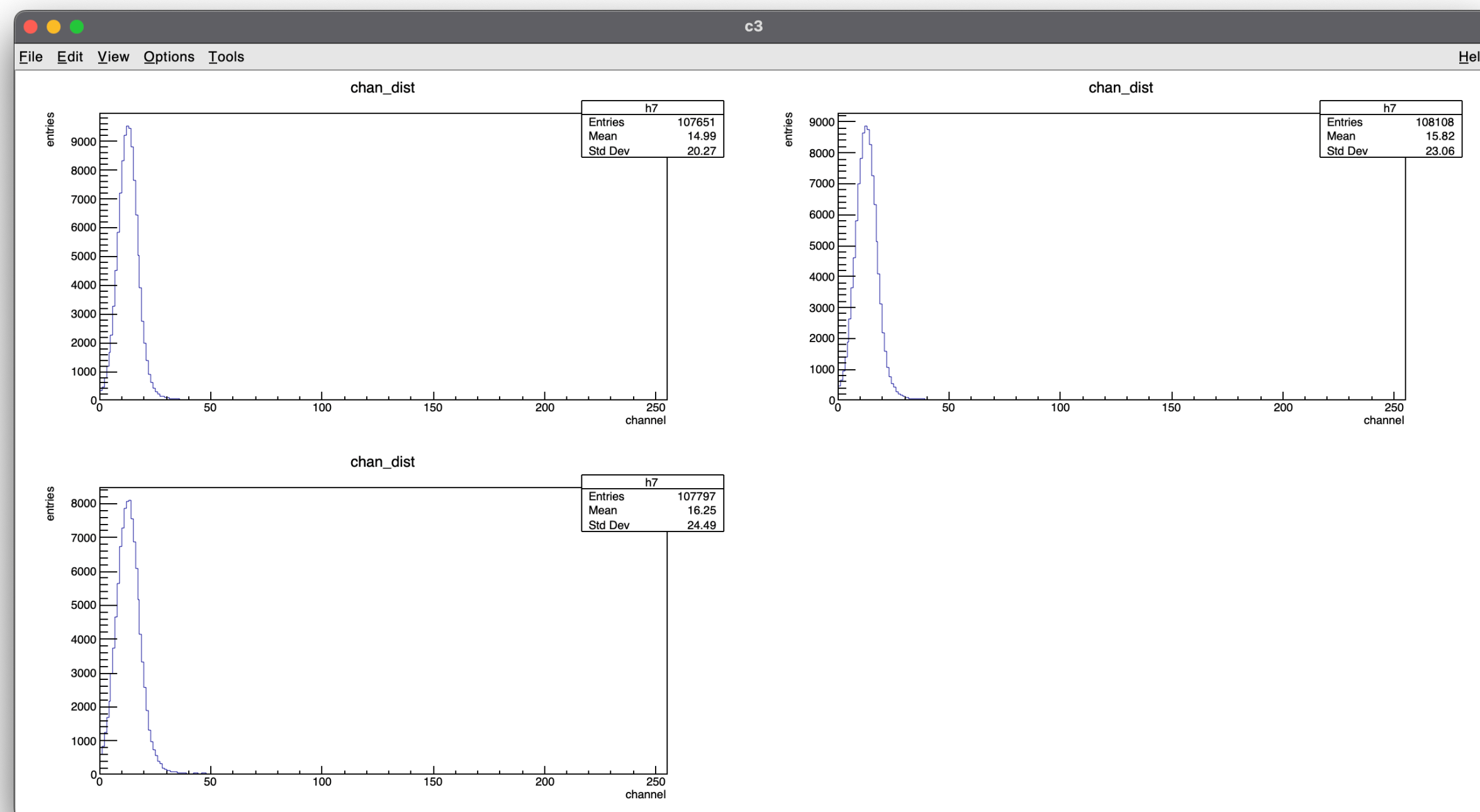
実際のhit位置を横軸：channel、縦軸：エントリーの分布として表したものの。



4本ラダー（空気）

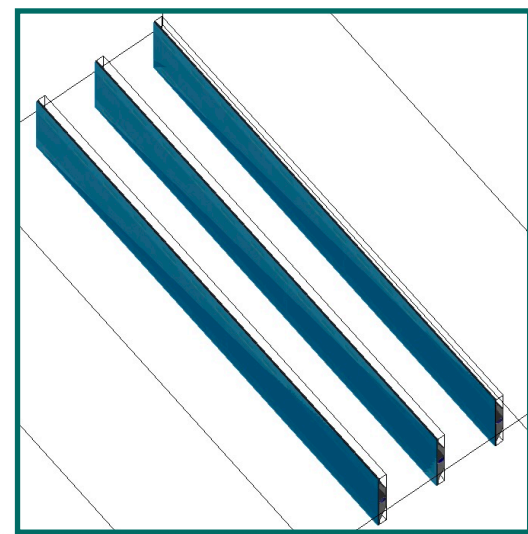


4本ラダー＋空気＋暗箱＋シンチレーター

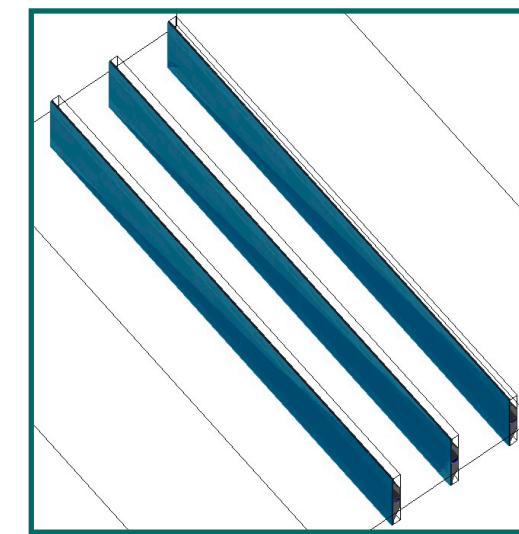


セットアップごとのラダー別のhit多重度分布1

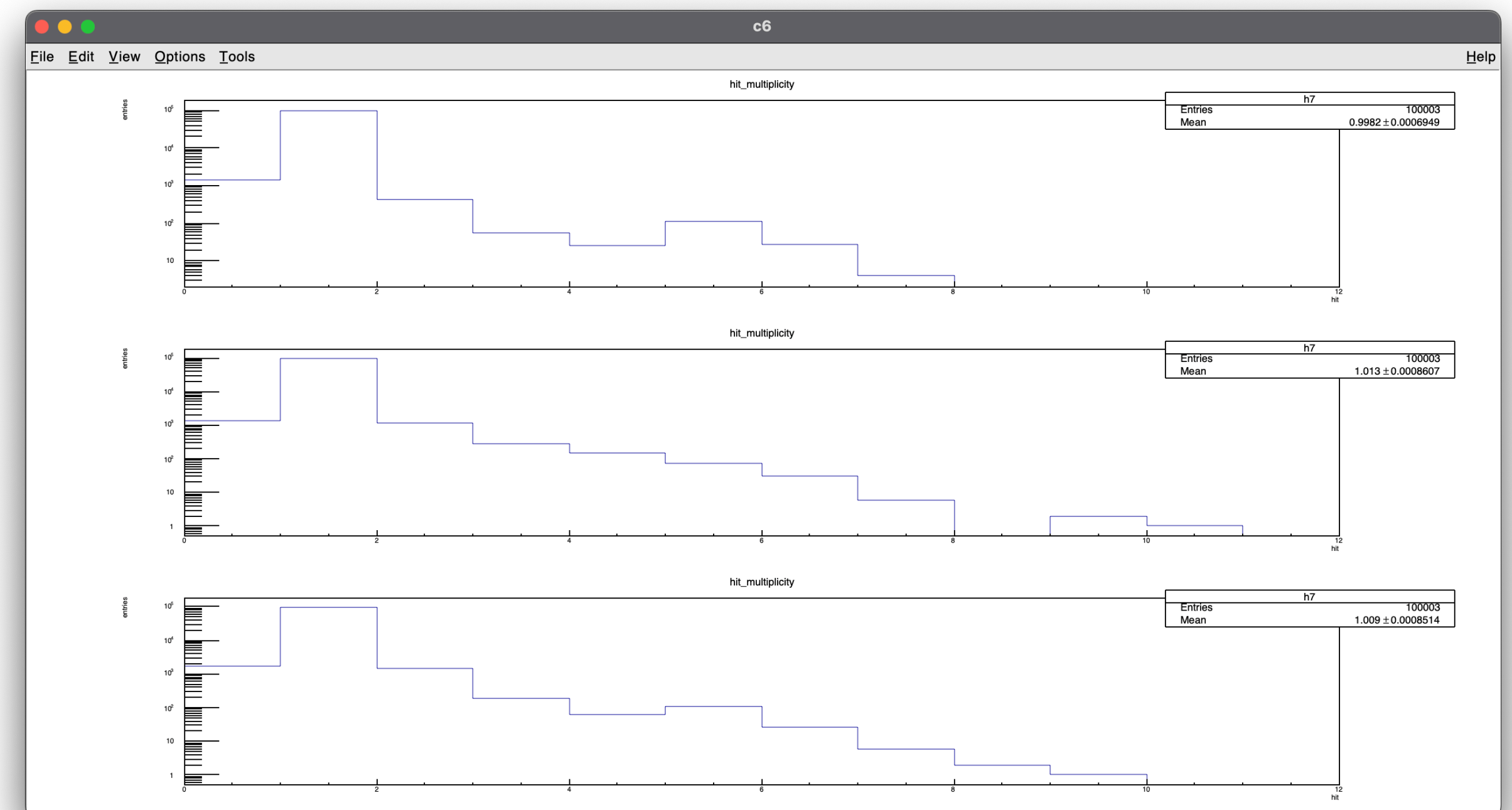
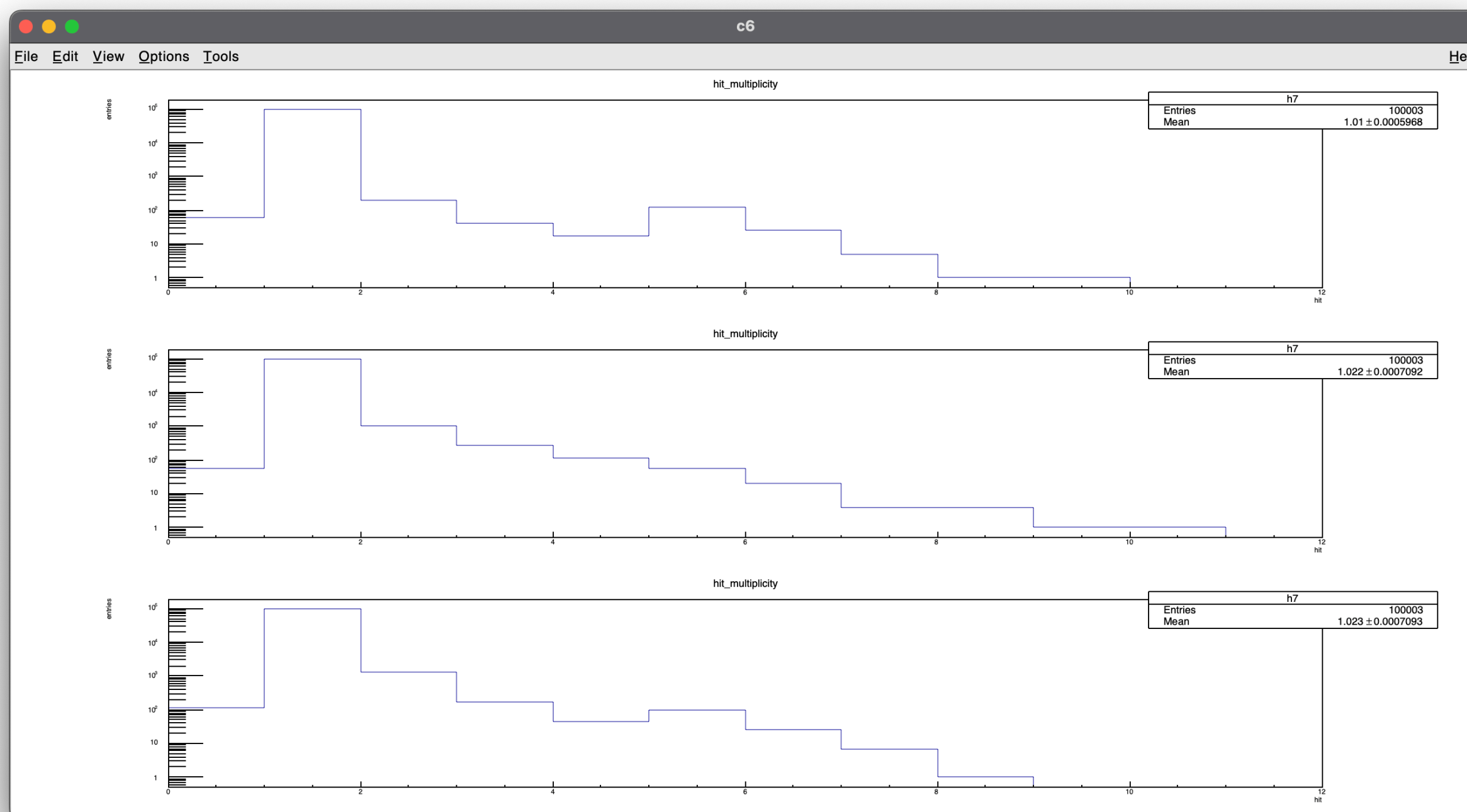
ラダー別の1イベント中のhit回数を横軸：hit回数、縦軸：エントリーの分布として表したものの。



3本ラダー（真空）

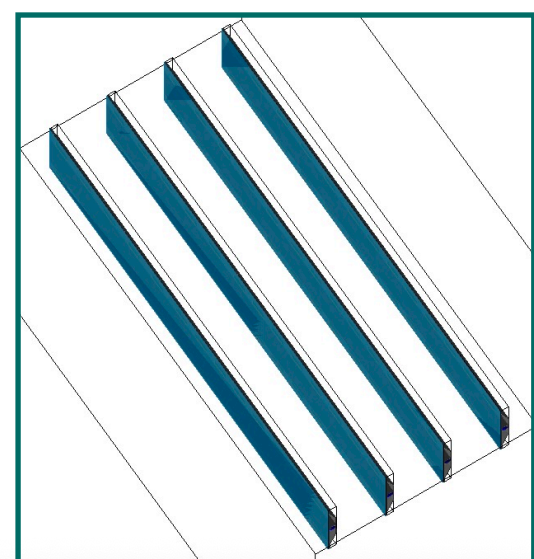


3本ラダー（空気）

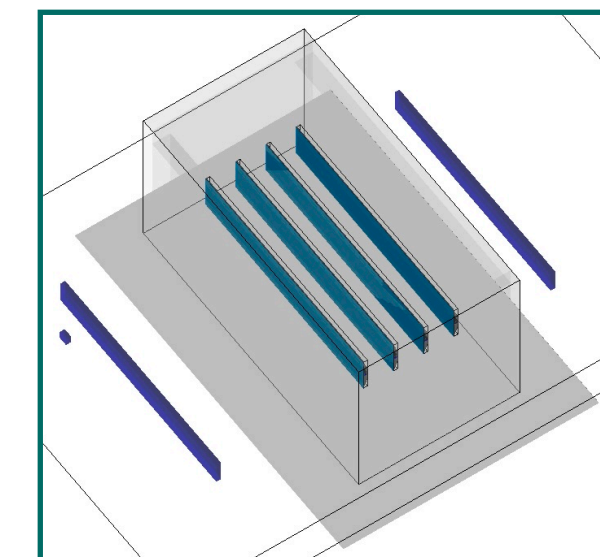


セットアップごとのラダー別のhit多重度分布1

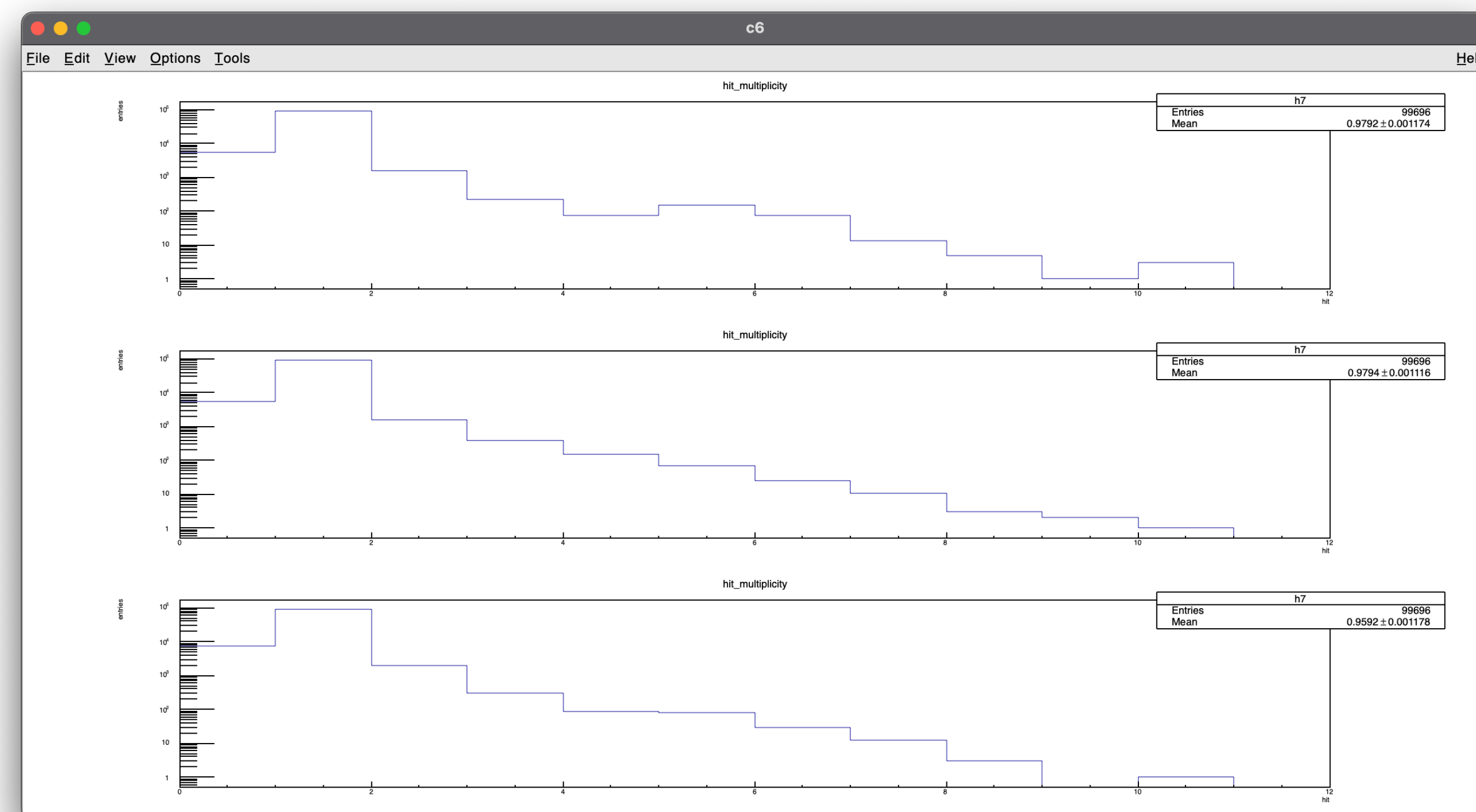
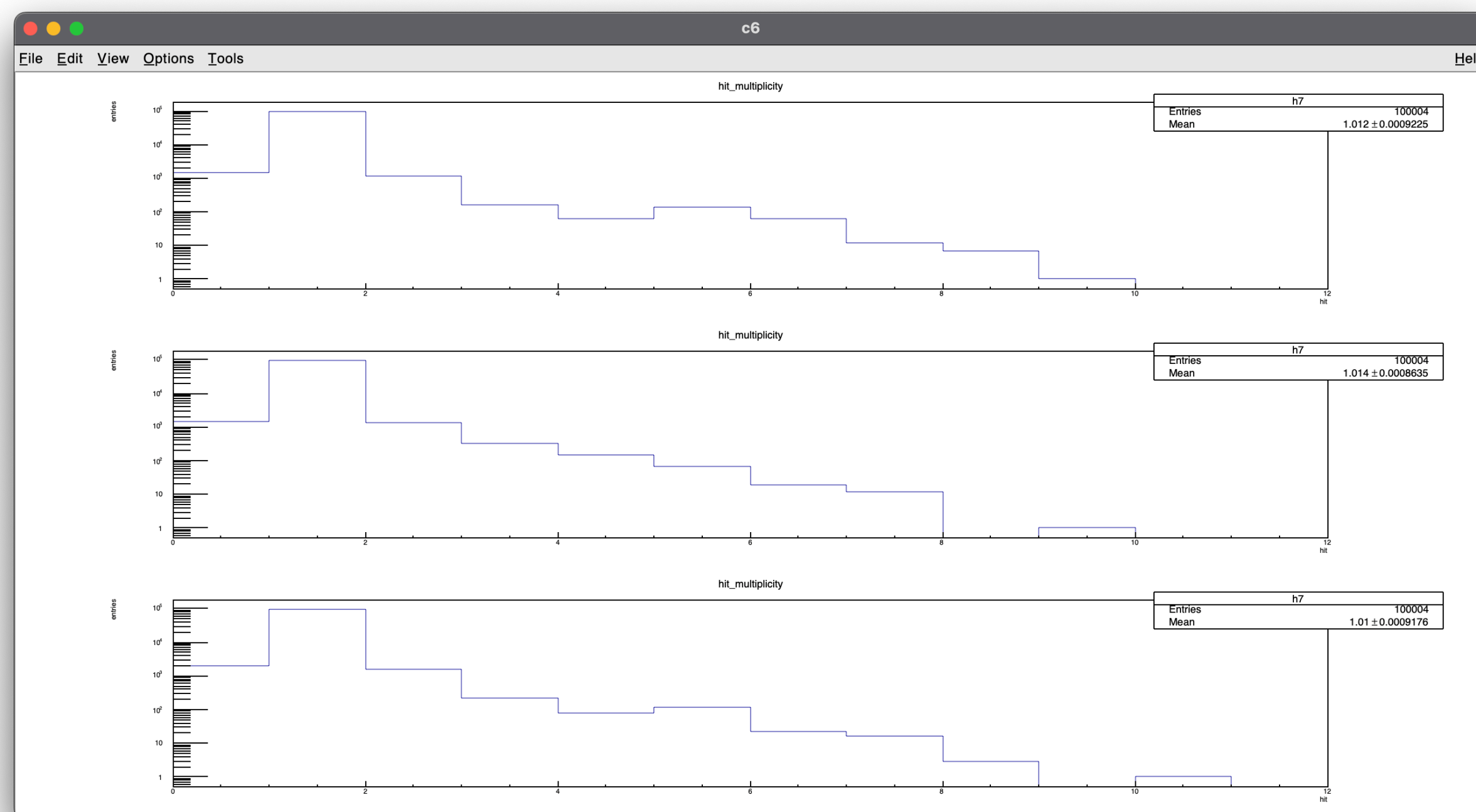
ラダー別の1イベント中のhit回数を横軸：hit回数、縦軸：エントリーの分布として表したものの。



4本ラダー（空気）

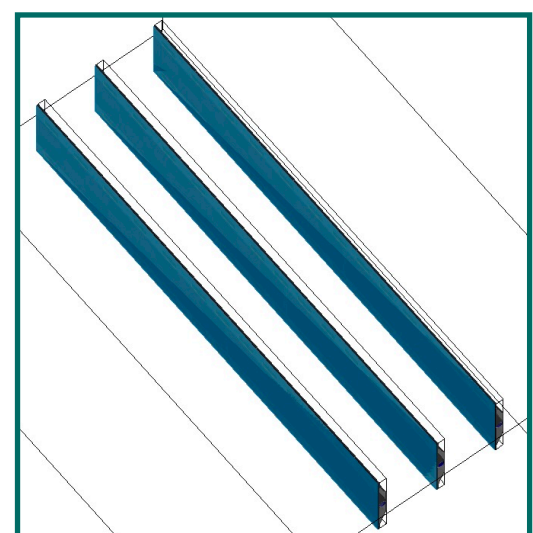


4本ラダー＋空気＋暗箱＋シンチレーター

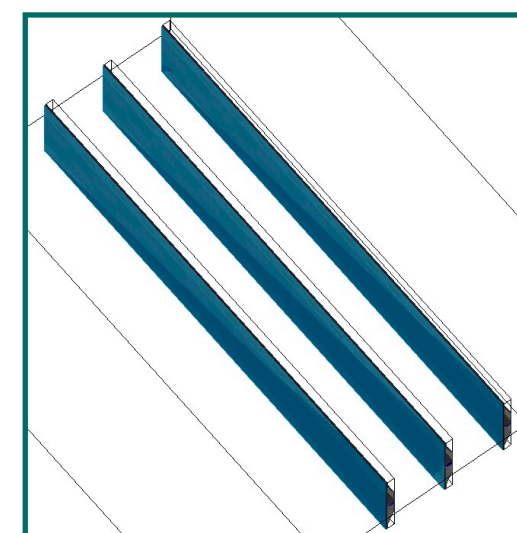


上下ラダーのhit数1の場合のセットアップごとの真ん中ラダーのhit多重度分布1

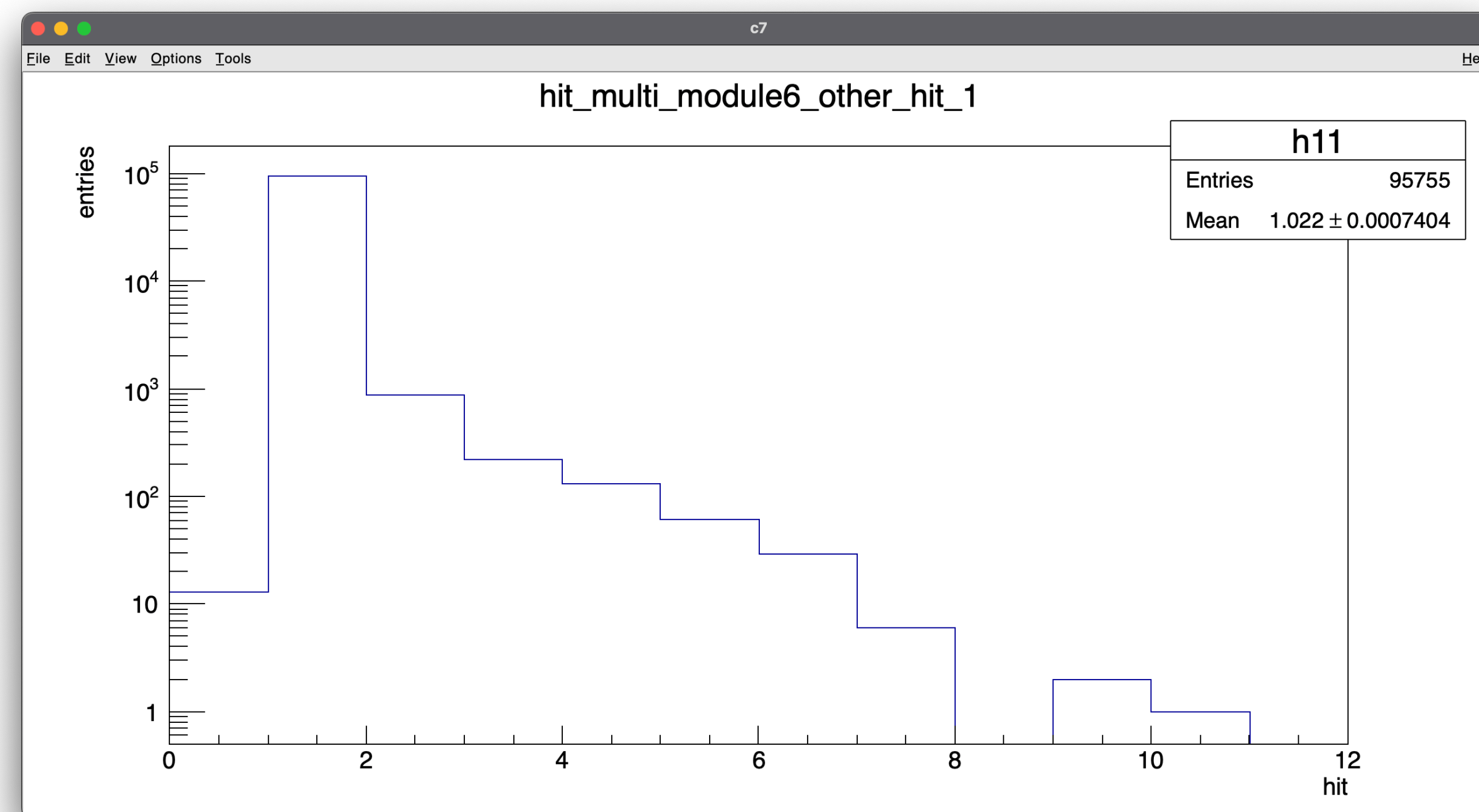
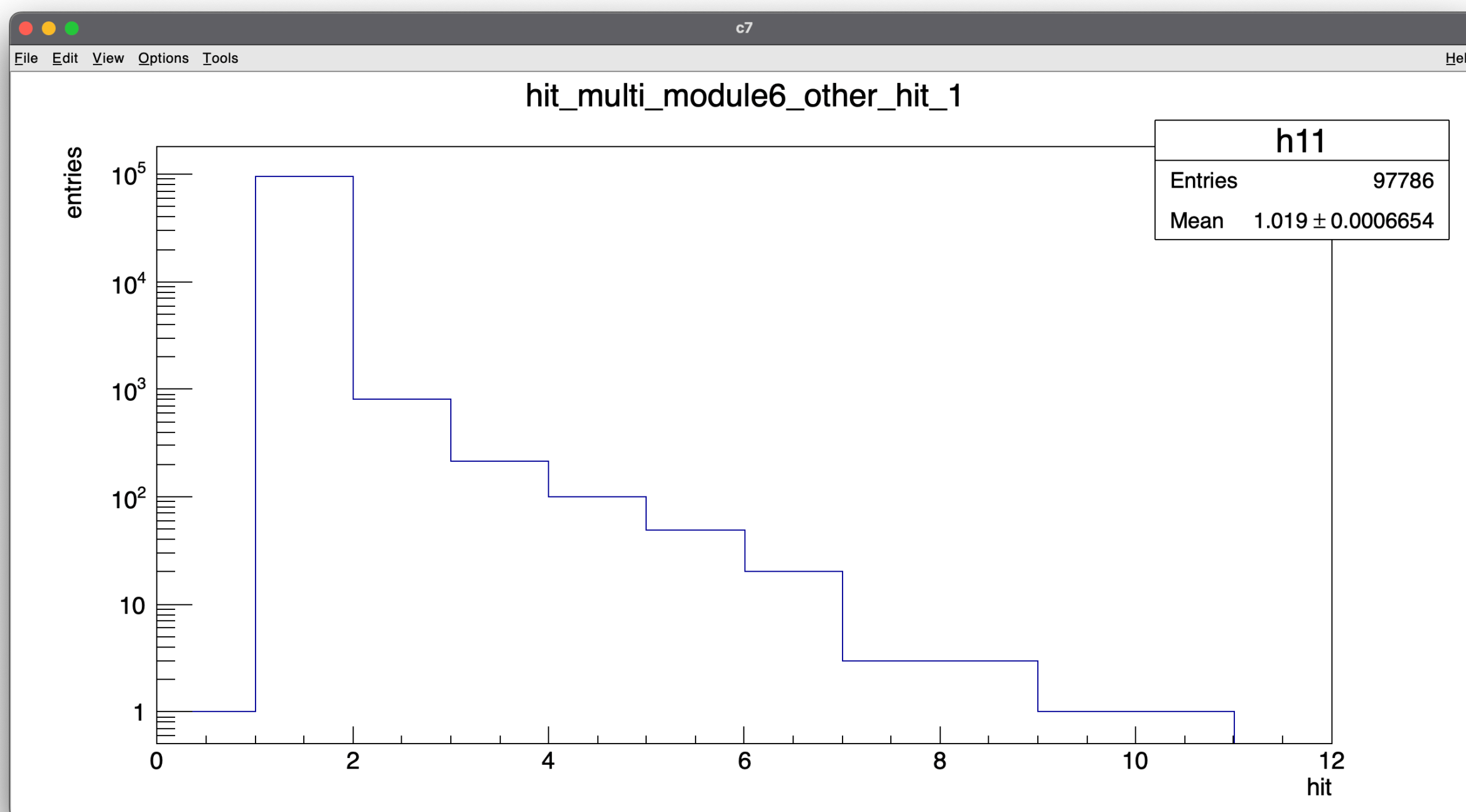
上下ラダーのhit数1の場合のセットアップごとの真ん中ラダーの1イベント中のhit回数を横軸：hit回数、縦軸：エントリーの分布として表したものの。



3本ラダー（真空）

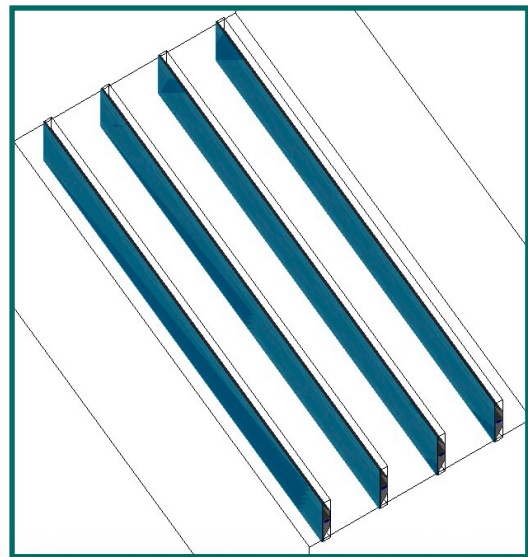


3本ラダー（空気）

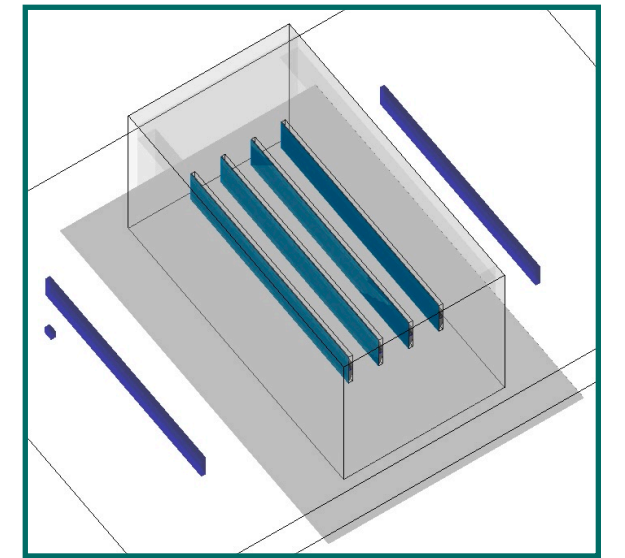


上下ラダーのhit数1の場合のセットアップごとの真ん中ラダーのhit多重度分布1

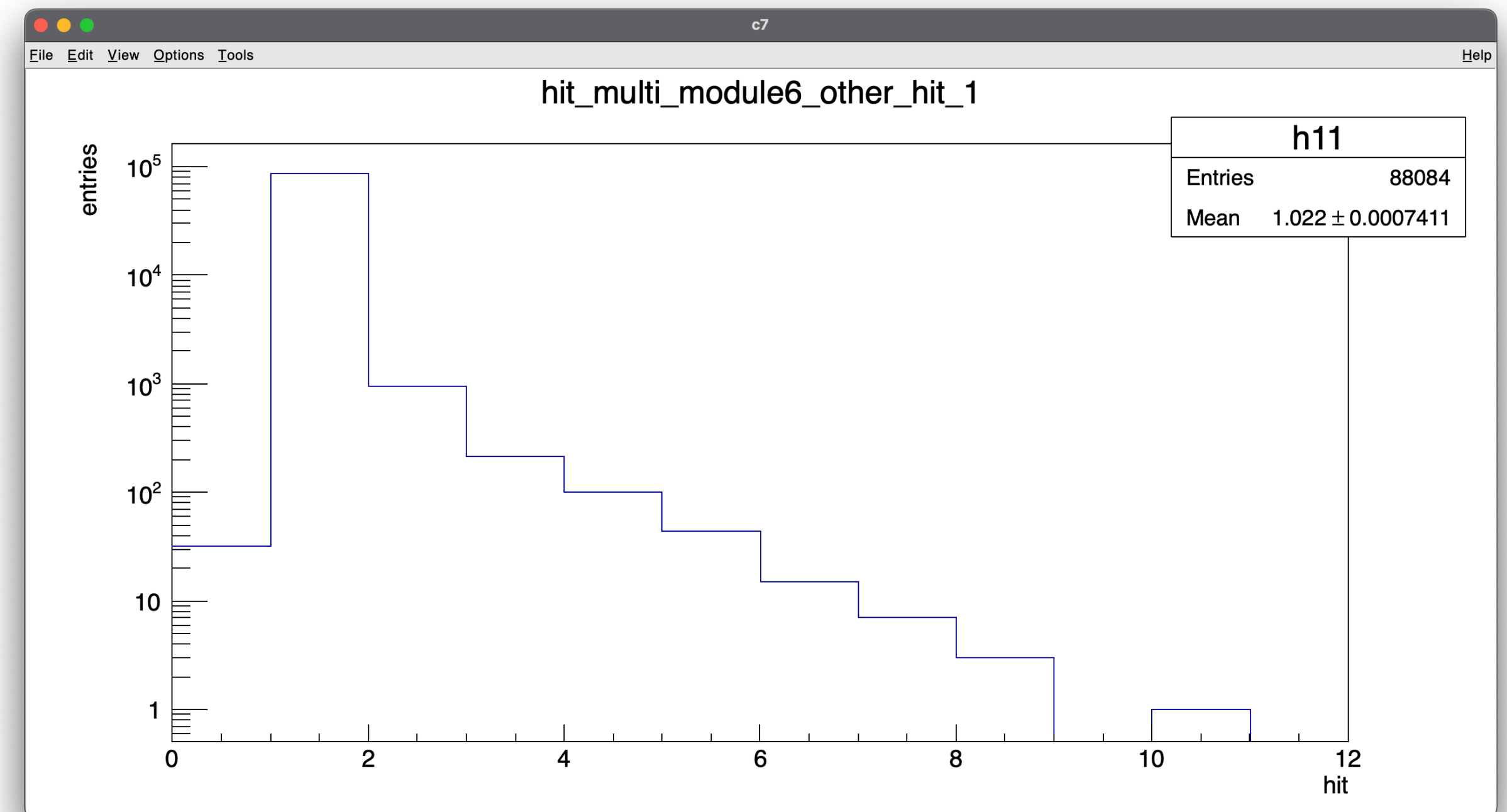
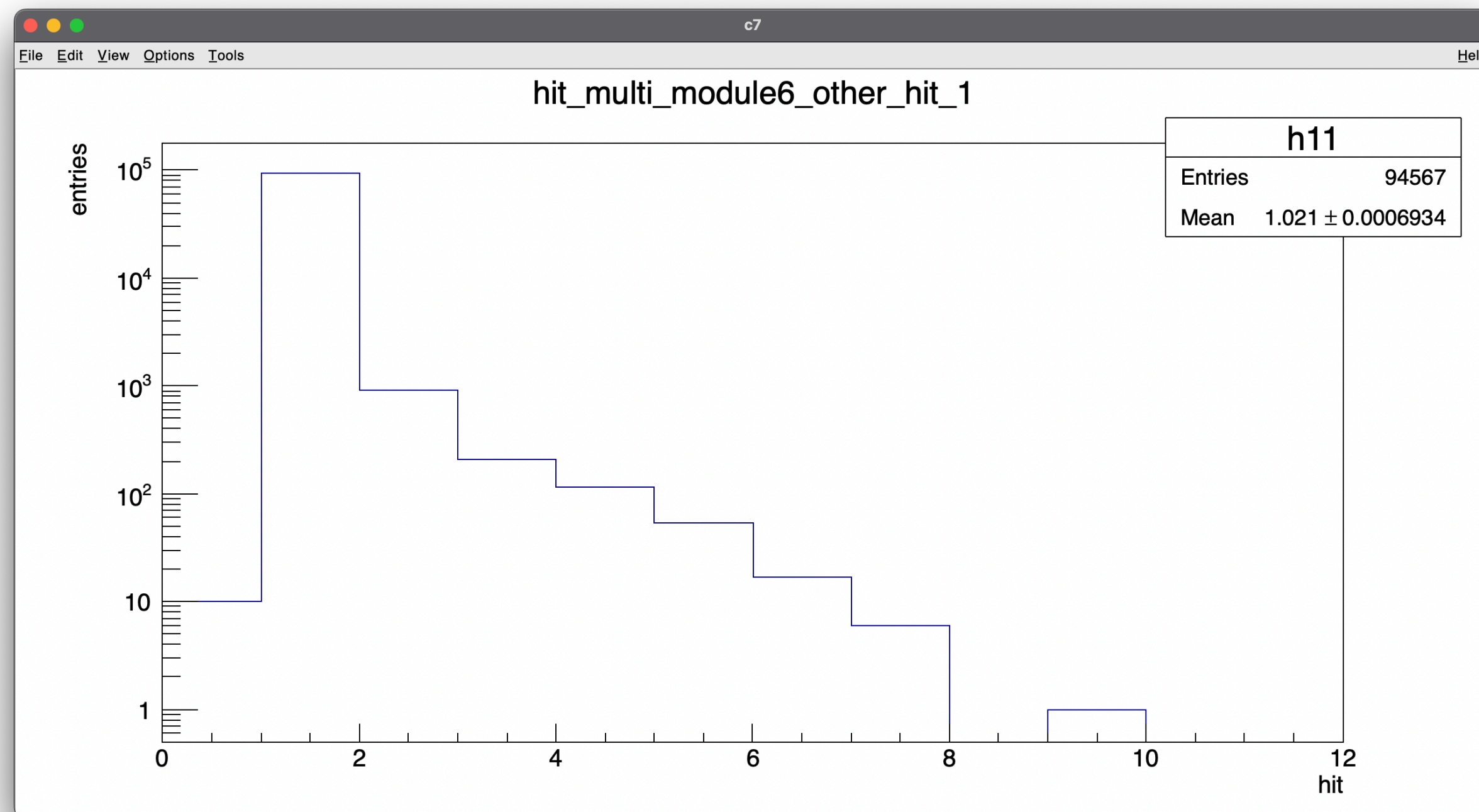
上下ラダーのhit数1の場合のセットアップごとの真ん中ラダーの1イベント中のhit回数を横軸：hit回数、縦軸：エントリーの分布として表したものの。



4本ラダー（空気）



4本ラダー＋空気＋暗箱＋シンチレーター



ELPHテストビーム実験

- ELPH（東北大学電子光物理学研究センター）
- 2021年12月
- セットアップ
- 目的：検出効率の決定、ラダーの性能評価など
- 1GeVの e^+
- chip10,11,23,24に照射

DAC値とエネルギーデポジットの関係

EDEventAction.ccより

$dac = 0.65 * (energy * 100 * 1.6 * gain / 3.6 + offset - 210.) / 4.$

gain=100.0, offset=200.0

係数0.65 : バイアス電圧 100 V に対する 50 V 時の補正項

run.mac

```
6 /run/initialize
7
8 # Limit thread output to 1 thread
9 #/control/cout/ignoreThreadsExcept 0
10
11 # Set particle production thresholds (cuts)
12 /run/setCut 1 mm
13 /run/setCutForAGivenParticle e- 0.1 mm
14 /run/setCutForAGivenParticle e+ 0.2 mm
15 /run/setCutForAGivenParticle gamma 0.3 mm
16
17 # following parameters give no difference but consume huge amount of memory and takes longer time
18 # /run/setCutForAGivenParticle e- 40 um
19 # /run/setCutForAGivenParticle e+ 40 um
20 # /run/setCutForAGivenParticle gamma 40 um
21
22 #####
23 # Debugging commands #
24 #####
25 /run/verbose 0
26 /hits/verbose 0 # for HitsCollection and SensitiveDetector
27 /event/verbose 0 # for event and step
28 /tracking/verbose 0 # for tracking action
29 # /random/setSeeds 200
30
31 #####
32 # Run processing #
33 #####
34 /gun/particle e+ # it's necesary anyway
35 /gun/energy 934 MeV # it works if the beam is not smeared
36
37 #/process/inactivate msc e+
38 #/process/inactivate eIoni e+
```

```
39 #/process/inactivate eBrem e+
40 #/process/inactivate annihil e+
41 #/process/inactivate CoulombScat e+
42
43 #/process/inactivate msc e-
44 #/process/inactivate eIoni e-
45 #/process/inactivate eBrem e-
46 #/process/inactivate annihil e-
47 #/process/inactivate CoulombScat e-
48
49 #/process/activate CoulombScat e+
50 #/process/activate CoulombScat e-
51
52 # Dump particle processes
53 # /particle/select e+
54 # /particle/process/dump
55
56 # /particle/select e-
57 # /particle/process/dump
58
59 #/process/msc/EnergyLimit 1 GeV
60
61 #####
62 # Start the run #
63 #####
64 /run/printProgress 1000
65 /run/beamOn 100000
```

post_process_id

TypeName	ProcessType	SubType
Transportation	1	91
CoupleTrans	1	92
CoulombScat	2	1
<u>Ionisation</u>	2	2
<u>Brems</u>	2	3
PairProdCharged	2	4
<u>Annih</u>	2	5
<u>AnnihToMuMu</u>	2	6
<u>AnnihToHad</u>	2	7
NuclearStopp	2	8
ElectronSuper	2	9
Msc	2	10
Rayleigh	2	11
PhotoElectric	2	12
Compton	2	13
Conv	2	14
ConvToMuMu	2	15
GammaSuper	2	16
PositronSuper	2	17
Cerenkov	2	21
Scintillation	2	22
SynchRad	2	23
TransRad	2	24
SurfaceRefl	2	25
OpAbsorb	3	31
OpBoundary	3	32
OpRayleigh	3	33
OpWLS	3	34
OpMieHG	3	35
OpWLS2	3	36
DNAElastic	2	51
<u>DNAExcit</u>	2	52

// <u>DNAIonisation</u>	2	53
// <u>DNAVibExcit</u>	2	54
// <u>DNAAttachment</u>	2	55
// <u>DNAChargeDec</u>	2	56
// <u>DNAChargeInc</u>	2	57
// <u>DNAElecSolv</u>	2	58
// <u>DNAMolecDecay</u>	6	59
// <u>ITTransport</u>	1	60
// <u>DNABrownTrans</u>	1	61
// <u>DNADoubleIoni</u>	2	62
// <u>DNADoubleCap</u>	2	63
// <u>DNAIoniTransfer</u>	2	64
// HadElastic	4	111
// HadInelastic	4	121
// HadCapture	4	131
// MuAtomCapture	4	132
// HadFission	4	141
// HadAtRest	4	151
// HadCEX	4	161
// Decay	6	201
// DecayWSpin	6	202
// DecayPiSpin	6	203
// DecayRadio	6	210
// DecayUnKnown	6	211
// DecayMuAtom	6	221
// DecayExt	6	231
// StepLimiter	7	401
// <u>UsrSepcCuts</u>	7	402
// NeutronKiller	7	403
// ParallelWorld	10	491

- SubTypeの番号が event_particleの post_process_idに対応している？

- Coulomb Scatteringは少しだけ起こってはいるが、統計的に分布に影響を与えるほど起こっているわけではない？
- GEANT4の多重散乱を全てCoulomb Scatteringで計算する（現実と同様に。シミュレーション的には計算量が増えすぎるため、近似的に多重散乱を使用）と違いが見えるかも、らしい