

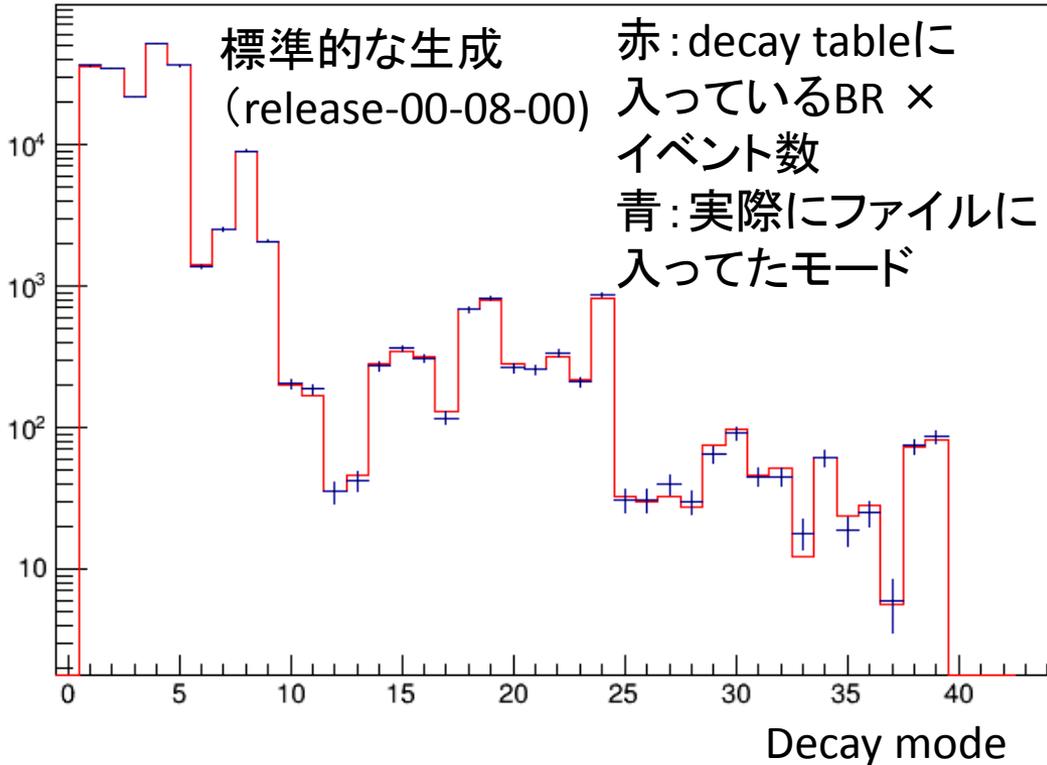
# tau generic MC (MC8)とbeam BG

早坂 圭司  
(新潟大)

# MC8の $\tau$ generic sample

- Decay tableがどうもおかしいようなので調べた

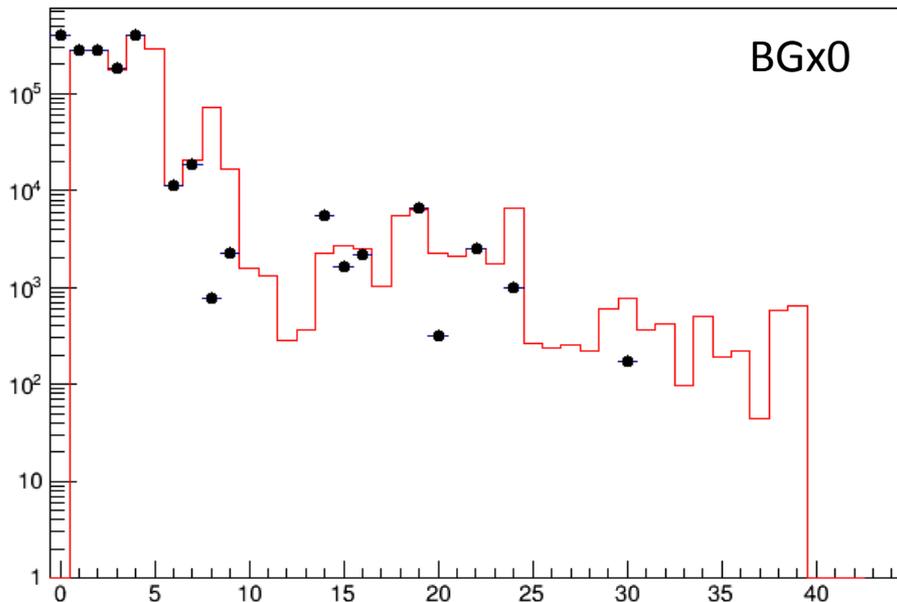
Decay modes



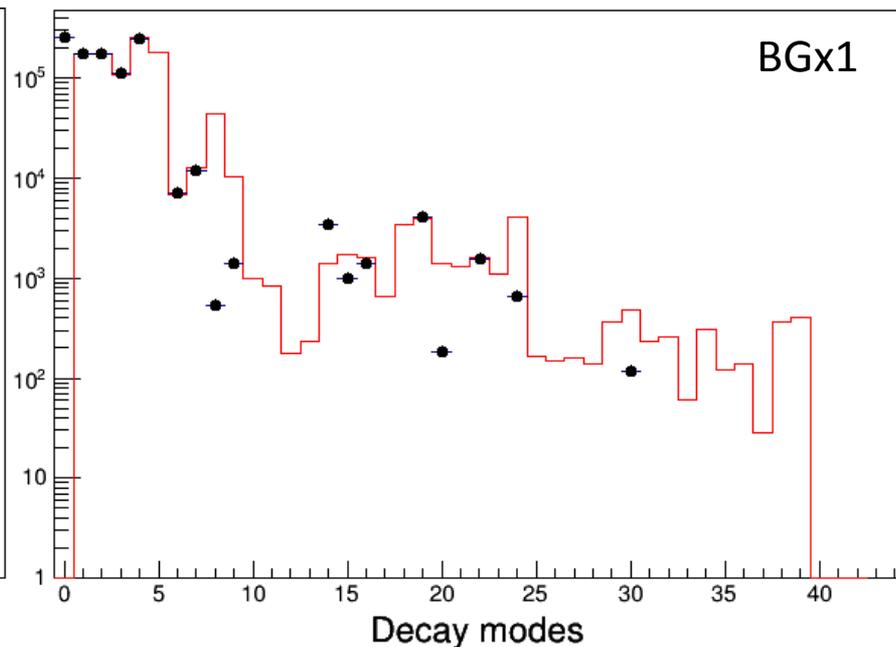
1	$e^- \nu \nu$	15	$K^0 \pi^- \bar{K}^0 \nu$	29	$K^- \pi^+ \pi^- \pi^0 \nu$
2	$\mu^- \nu \nu$	16	$K^- K^0 \pi^0 \nu$	30	$K^- \pi^0 \pi^0 \pi^0 \nu$
3	$\pi^- \nu$	17	$K^- \pi^0 \pi^0 \nu$	31	$K^0 \pi^- \pi^+ \pi^- \nu$
4	$\rho^- \nu$	18	$K^- \pi^- \pi^+ \nu$	32	$\pi^- \bar{K}^0 \pi^0 \pi^0 \nu$
5	$a_1^- \nu$	19	$\pi^- \bar{K}^0 \pi^0 \nu$	33	$\pi^- K^+ K^- \pi^0 \nu$
6	$K^- \nu$	20	$\eta \pi^- \pi^0 \nu$	34	$\pi^- K^0 \bar{K}^0 \pi^0 \nu$
7	$K^{*-} \nu$	21	$\pi^- \pi^0 \gamma \nu$	35	$\pi^- \omega \pi^+ \pi^- \nu$
8	$\pi^- \pi^- \pi^+ \pi^0 \nu$	22	$K^- K^0 \nu$	36	$\pi^- \omega \pi^0 \pi^0 \nu$
9	$\pi^- \pi^0 \pi^0 \pi^0 \nu$	23	$\pi^- 4\pi^0 \nu$	37	$e^- e^- e^+ \nu \nu$
10	$2\pi^- \pi^+ 2\pi^0 \nu$	24	$\pi^- \omega \pi^0 \nu$	38	$f_1 \pi^- \nu$
11	$3\pi^- 2\pi^+ \nu$	25	$\pi^- \pi^+ \pi^- \eta \nu$	39	$K^- \omega \nu$
12	$3\pi^- 2\pi^+ \pi^0 \nu$	26	$\pi^- \pi^0 \pi^0 \eta \nu$	40	$K^- K^0 \pi^+ \pi^- \nu$
13	$2\pi^- \pi^+ 3\pi^0 \nu$	27	$K^- \eta \nu$	41	$K^- K^0 \pi^0 \pi^0 \nu$
14	$K^- \pi^- K^+ \nu$	28	$K^{*-} \eta \nu$	42	$\pi^- K^+ \bar{K}^0 \pi^- \nu$

早坂の独自のdecay分類 module  
なので、上記以外は分類できない。

Decay modes



Decay modes



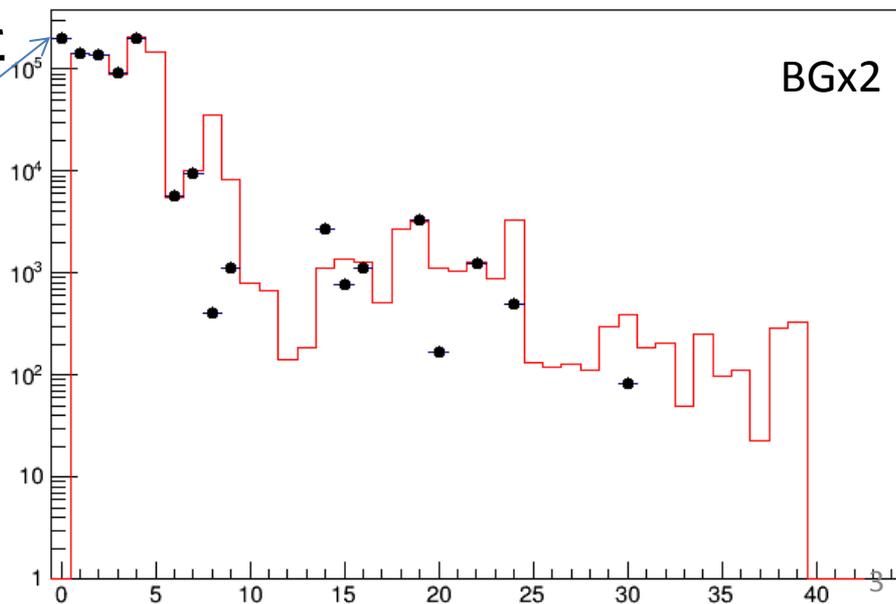
## MC8のgeneric sampleを見てみた

主要崩壊は合っている。

分類できない崩壊があった。  
BGx0, BGx1, BGx2の違いはない。

$\tau \rightarrow a_1 \nu$  がない。

分類できないものの量と  
 $\tau \rightarrow a_1 \nu$  はほぼ同量



# 0に分類されているイベント

- 全部見たわけではないが...

```
1 11 (e-) E: 7.004e+00 m: 5.110e-04 p:( 2.906e-01, 0.000e+00, 6.998e+00) v:( 0.000e+00, 0.000e+00, 0.000e+00), t: 0.000e+00, 0.000e+00, s:33, c:-1
4 22 (gamma) E: 6.577e-03 m: 0.000e+00 p:( 8.836e-04, -6.771e-04, -6.482e-03) v:(-7.913e-04, -3.103e-06, 3.057e-02), t: 0.000e+00, 3.223e-01, s:203, c:0
2 -11 (e+) E: 4.002e+00 m: 5.110e-04 p:( 1.660e-01, 0.000e+00, -3.999e+00) v:( 0.000e+00, 0.000e+00, 0.000e+00), t: 0.000e+00, inf, s:33, c:1
3 23 (Z0) E: 1.100e+01 m: 1.057e+01 p:( 4.557e-01, 6.771e-04, 3.006e+00) v:(-7.913e-04, -3.103e-06, 3.057e-02), t: 0.000e+00, 0.000e+00, s:17, c:0
5 15 (tau-) E: 6.424e+00 m: 1.777e+00 p:(-3.001e+00, -4.742e-01, 5.373e+00) v:(-7.913e-04, -3.103e-06, 3.057e-02), t: 0.000e+00, 1.538e-04, s:1, c:-1
7 16 (nu_tau) E: 2.439e-01 m: 0.000e+00 p:( 2.515e-02, -1.414e-01, 1.972e-01) v:(-2.945e-03, -3.434e-04, 3.443e-02), t: 1.538e-04, 3.301e+01, s:7, c:0
8 -213 (rho-) E: 4.952e+00 m: 7.749e-01 p:(-2.735e+00, -5.681e-01, 4.015e+00) v:(-2.945e-03, -3.434e-04, 3.443e-02), t: 1.538e-04, 1.538e-04, s:1, c:-1
13 -211 (pi-) E: 2.903e+00 m: 1.396e-01 p:(-1.657e+00, -6.776e-01, 2.281e+00) v:(-2.945e-03, -3.434e-04, 3.443e-02), t: 1.538e-04, 7.049e+00, s:11, c:-1
17 2112 (n0) E: 9.398e-01 m: 9.396e-01 p:( 1.105e-02, 1.808e-02, 3.516e-03) v:(-7.444e+01, -1.191e+02, 1.962e+02), t: 7.713e+01, 3.063e+03, s:8, c:0
18 11 (e-) E: 9.575e-04 m: 5.110e-04 p:( 5.809e-04, -4.550e-04, -3.336e-04) v:(-6.295e+01, -8.413e+01, 8.792e+01), t: 1.069e+01, 1.788e+01, s:8, c:-1
19 22 (gamma) E: 9.890e-02 m: 0.000e+00 p:( 9.108e-02, 3.673e-02, 1.164e-02) v:(-1.106e+02, -6.845e+01, 1.658e+02), t: 7.049e+00, 1.092e+01, s:8, c:0
20 22 (gamma) E: 5.161e-02 m: 0.000e+00 p:(-3.865e-02, -2.159e-02, 2.653e-02) v:(-1.106e+02, -6.845e+01, 1.658e+02), t: 7.049e+00, 7.218e+00, s:8, c:0
21 22 (gamma) E: 1.405e-04 m: 0.000e+00 p:(-2.717e-05, -4.084e-05, -1.316e-04) v:(-5.048e+01, 8.317e+00, 1.826e+02), t: 1.310e+03, 1.316e+03, s:8, c:0
14 111 (pi0) E: 2.050e+00 m: 1.350e-01 p:(-1.078e+00, 1.094e-01, 1.735e+00) v:(-2.945e-03, -3.434e-04, 3.443e-02), t: 1.538e-04, 1.549e-04, s:1, c:0
22 22 (gamma) E: 5.657e-01 m: 0.000e+00 p:(-2.627e-01, -1.384e-02, 5.008e-01) v:(-2.963e-03, -3.415e-04, 3.446e-02), t: 1.549e-04, 7.568e+00, s:11, c:0
23 22 (gamma) E: 1.484e+00 m: 0.000e+00 p:(-8.155e-01, 1.233e-01, 1.234e+00) v:(-2.963e-03, -3.415e-04, 3.446e-02), t: 1.549e-04, 6.826e+00, s:11, c:0
24 11 (e-) E: 1.039e-03 m: 5.110e-04 p:( 9.838e-05, 8.376e-04, -3.265e-04) v:(-8.906e+01, 6.686e+01, 1.579e+02), t: 9.979e+00, 1.114e+01, s:8, c:-1
9 111 (pi0) E: 1.226e+00 m: 1.350e-01 p:(-2.910e-01, 2.354e-01, 1.160e+00) v:(-2.945e-03, -3.434e-04, 3.443e-02), t: 1.538e-04, 1.550e-04, s:1, c:0
15 22 (gamma) E: 9.528e-01 m: 0.000e+00 p:(-2.788e-01, 1.643e-01, 8.961e-01) v:(-2.954e-03, -3.360e-04, 3.446e-02), t: 1.550e-04, 6.957e+00, s:11, c:0
16 22 (gamma) E: 2.736e-01 m: 0.000e+00 p:(-1.212e-02, 7.106e-02, 2.640e-01) v:(-2.954e-03, -3.360e-04, 3.446e-02), t: 1.550e-04, 7.934e-01, s:11, c:0
6 -15 (tau+) E: 4.576e+00 m: 1.777e+00 p:( 3.457e+00, 4.749e-01, -2.367e+00) v:(-7.913e-04, -3.103e-06, 3.057e-02), t: 0.000e+00, 1.787e-05, s:1, c:1
10 14 (nu_mu) E: 9.313e-01 m: 0.000e+00 p:( 5.686e-01, 5.466e-01, -4.951e-01) v:(-3.865e-04, 5.250e-05, 3.029e-02), t: 1.787e-05, 4.370e+01, s:7, c:0
11 -13 (mu+) E: 2.357e+00 m: 1.057e-01 p:( 1.851e+00, -6.027e-01, -1.325e+00) v:(-3.865e-04, 5.250e-05, 3.029e-02), t: 1.787e-05, 3.881e+01, s:7, c:1
12 -16 (anti-nu_tau) E: 1.287e+00 m: 0.000e+00 p:( 1.037e+00, 5.309e-01, -5.475e-01) v:(-3.865e-04, 5.250e-05, 3.029e-02), t: 1.787e-05, 3.312e+01, s:7, c:0
```

$\tau^- \rightarrow \rho^- (\rightarrow \pi^- \pi^0) \pi^0 \nu$ ,  $\tau^+ \rightarrow \mu^+ \nu \nu$ という事象。

$a_1^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0$ ,  $\tau^- \rightarrow a_1^- \nu$ なので、一応同じ崩壊とみなせる。

# なんで？

```
from basf2 import *
from ROOT import Belle2
from beamparameters import add_beamparameters

set_log_level(LogLevel.INFO)

# main path
main = create_path()

# event info setter
main.add_module("EventInfoSetter", expList=1, runList=1, evtNumList=100000)

# beam parameters
beamparameters = add_beamparameters(main, "Y4S")
# beamparameters.param("generateCMS", True)
# beamparameters.param("smearVertex", False)

# to run the framework the used modules need to be registered
kkgeninput = register_module('KKGenInput')
kkgeninput.param('tauinputFile', Belle2.FileSystem.findFile('data/generators/kkmc/tau.input.dat'))
kkgeninput.param('KKdefaultFile', Belle2.FileSystem.findFile('data/generators/kkmc/KK2f_defaults.dat'))
kkgeninput.param('taudecaytableFile', Belle2.FileSystem.findFile('data/generators/kkmc/tau_decaytable.dat'))
kkgeninput.param('kkmcoutputfilename', 'kkmc_tautau.txt')

# run
main.add_module("Progress")
main.add_module(kkgeninput)
main.add_module("RootOutput", outputFileName="kkmc_tautau_abnorm.root")
# main.add_module("PrintTauTauMCParticles", logLevel=LogLevel.INFO, onlyPrimaries=False)
main.add_module("PrintMCParticles", logLevel=LogLevel.INFO, onlyPrimaries=False)

# generate events
process(main)

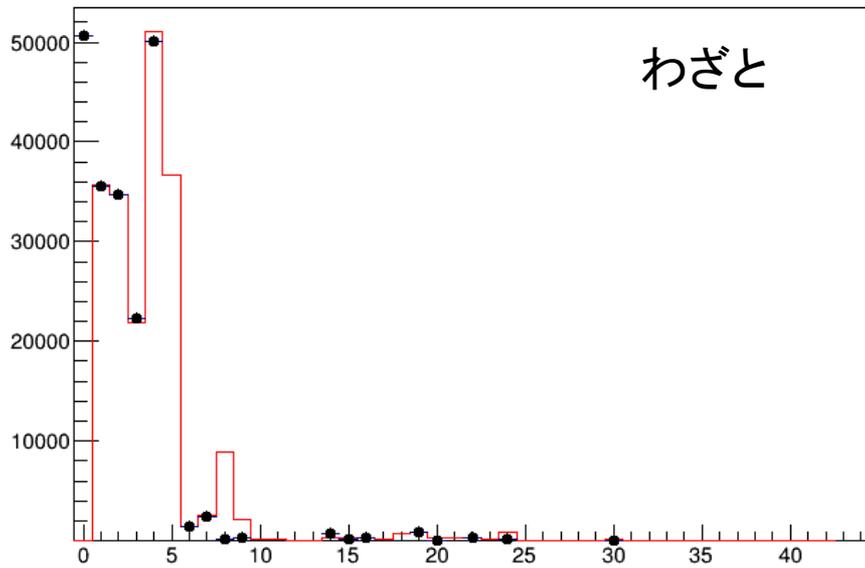
# show call statistics
print(statistics)
```

datなのだが、  
わざとtを落として  
みた。

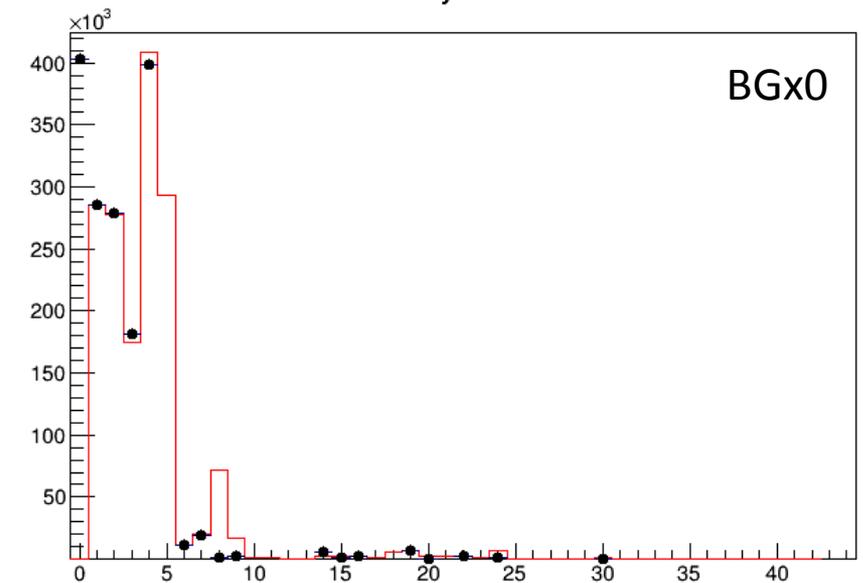


元々KKMCは、  
Decay tableが  
見れない場合は  
自分で持ってる  
Tableに基づいて  
事象生成する。

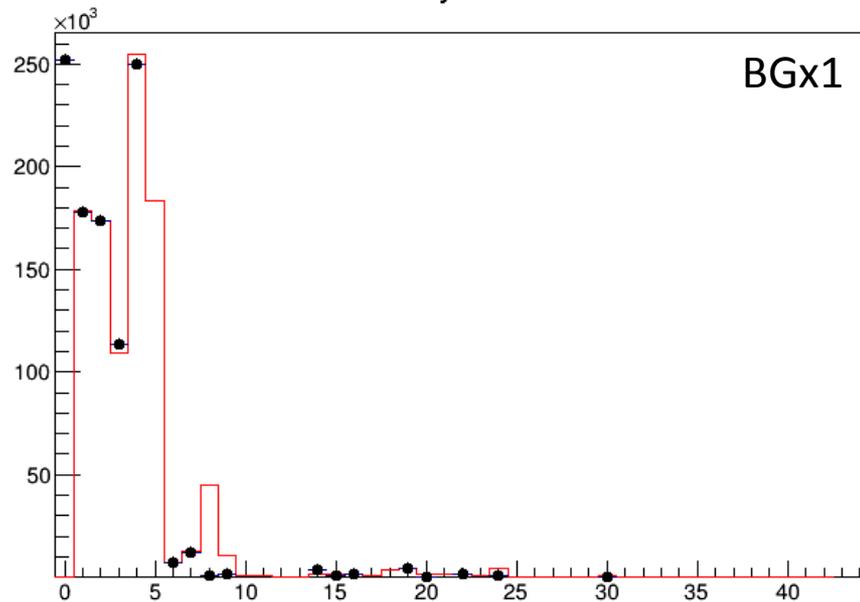
Decay modes



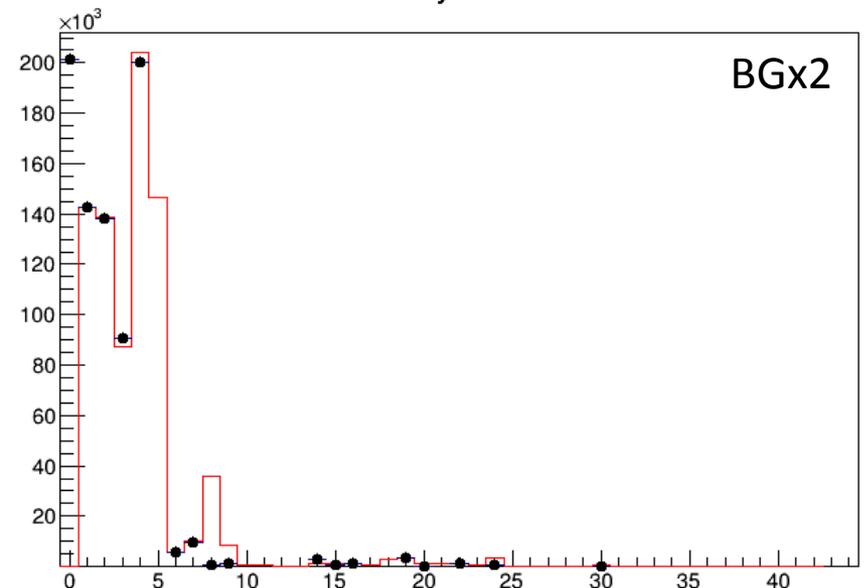
Decay modes



Decay modes



Decay modes



多分、MC8のtau generic生成では正しくdecay tableが読まれなかった

# MC8のtau generic MC sampleの注意

- Decay tableが正しくない
  - 主要モードはよさげ
  - $\tau \rightarrow e\nu\nu, \mu\nu\nu, \pi\nu, \rho\nu, K\nu, K^*\nu, 3\text{meson}+\nu$
  - 分布は未チェック
  - $\tau^- \rightarrow \rho^- (\rightarrow \pi^- \pi^0) \pi^0 \nu$  or  $\tau^- \rightarrow \rho^0 (\rightarrow \pi^- \pi^+) \pi^- \nu$  以外の過程があるか調べる
- @MC9
  - Release-00-09-0X では、存在ファイルを指定すると止まるように変更されていた。(いろいろな人がイロイロ触るので、もう追い切れていない)
  - 多分、大丈夫だが、要チェック

# $\pi^0$ study

- Belle 1のstudyで $\tau \rightarrow \pi\pi^0\nu$ はかなりcleanであることがわかっている。
  - $\pi^0$  mass distributionのサイドバンドから Beam BGの量が見積もれる(かも)
  - $\pi^0$  mass distributionの広がりから、g energy resolution のBeam BGによる影響が見える(かも)

# $\tau \rightarrow \pi\pi 0 \nu / \tau \rightarrow \ell \nu \nu$ 選別条件

1. 性質のよい荷電飛跡2本、性質のよい光子2本以上、荷電飛跡の電荷量相和=0

性質のよい荷電飛跡:  $|dr| < 0.5 \text{ cm}$ ,  $|dz| < 3.0 \text{ cm}$ ,  $pt > 0.1$ ,  $-0.8660 < \cos\theta < 0.9563$

性質のよい光子:  $E_\nu > 50 \text{ MeV}$ ,  $-0.8660 < \cos\theta < 0.9563$

2. カロリメータで測定されたエネルギーの総量 9GeV未満

3. 欠損運動量 1GeV/c以上、7GeV/c未満

4. 欠損運動量の仰角30度~150度

5. thrustの大きさ0.9以上

6. thrust軸との開き角が90度以内の荷電飛跡1本、90度以上の荷電飛跡1本

7. 片方の荷電飛跡はミューオンか電子

8. もう片方の荷電飛跡はパイオン

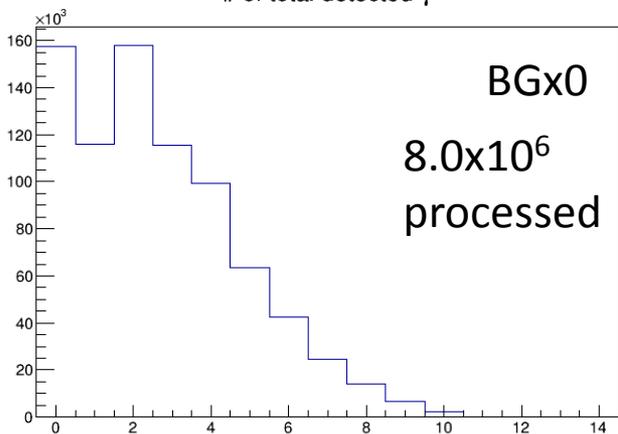
9. thrust軸の向きをパイオンの方向に近い方と再定義。

thrust軸との開き角が90度以内の光子 2本

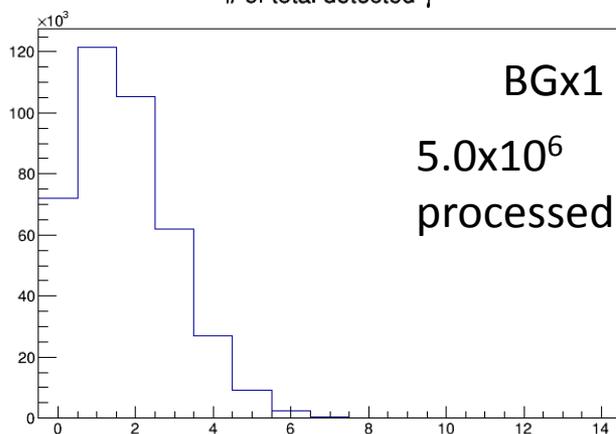
# 性質のよい光子の様子

- とりあえず、“よい光子”だけ選んだ状態で...

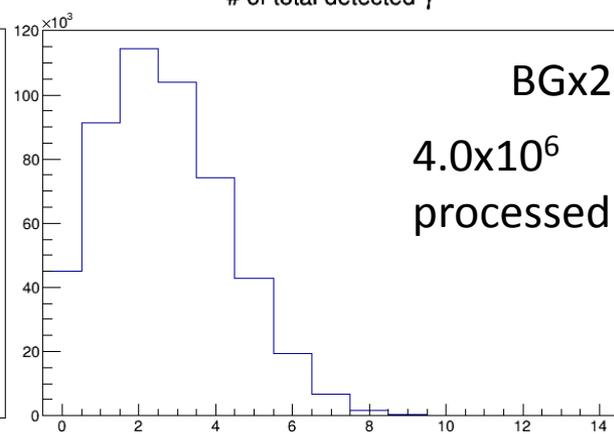
# of total detected  $\gamma$



# of total detected  $\gamma$



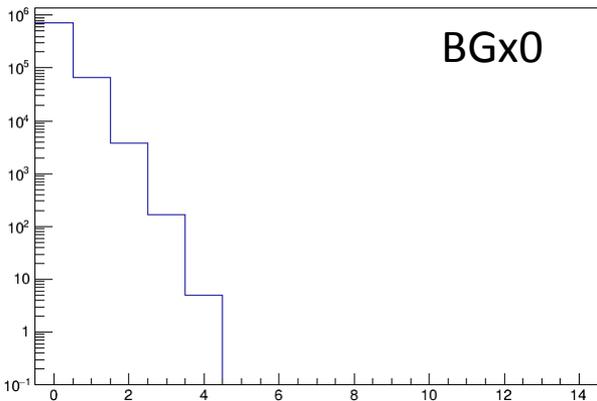
# of total detected  $\gamma$



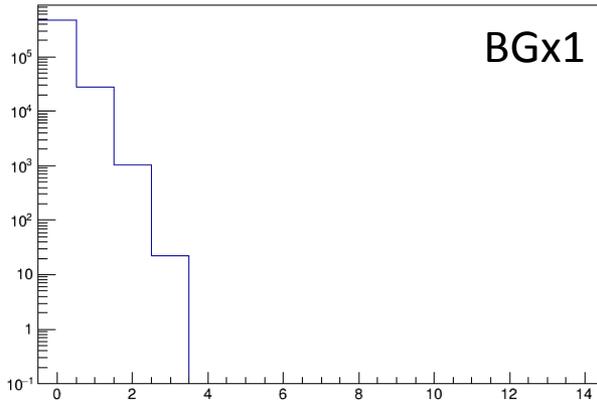
確度別の分析はまだ。 $\#$  of gamma = 2の選別条件は efficiency 下げそう

# 性質のよい光子のうちISRの数

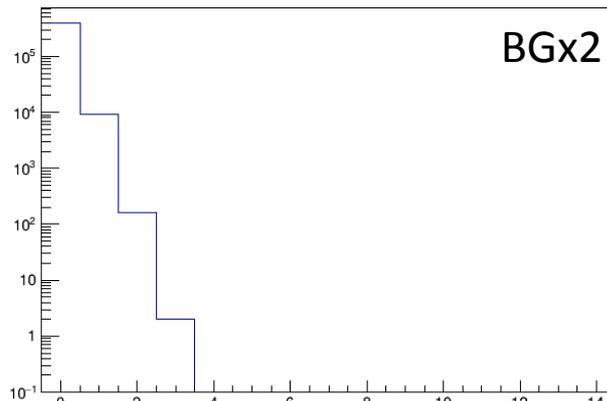
# of detected ISR  $\gamma$



# of detected ISR  $\gamma$

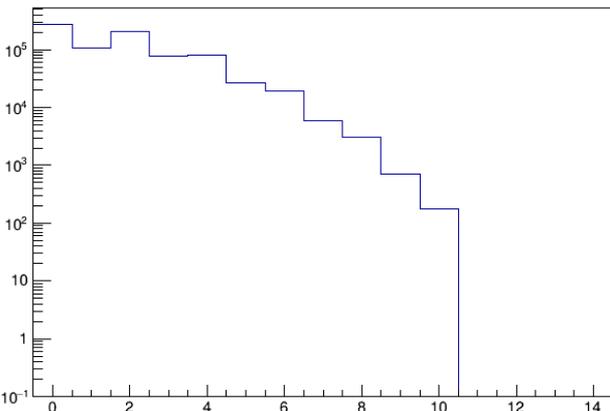


# of detected ISR  $\gamma$

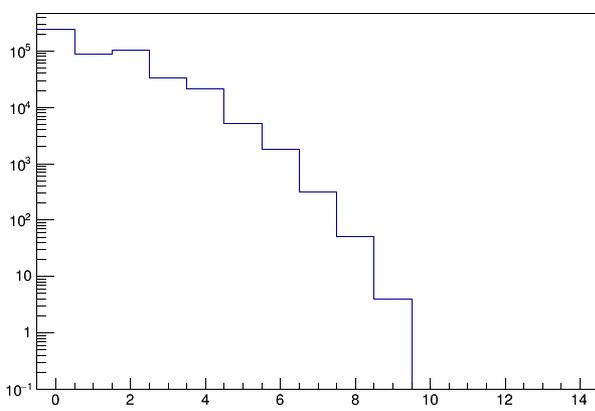


# 性質のよい光子のうち物理過程の光子数

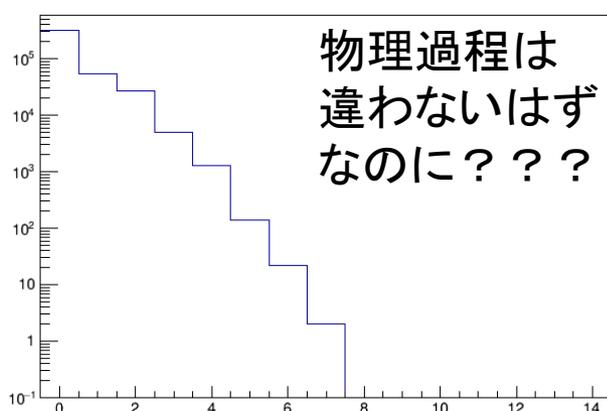
# of detected physical process  $\gamma$



# of detected physical process  $\gamma$



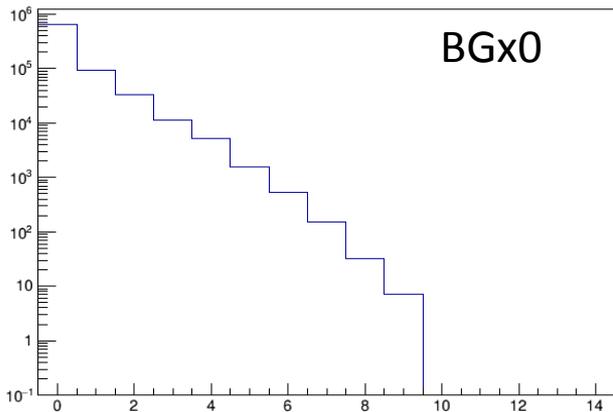
# of detected physical process  $\gamma$



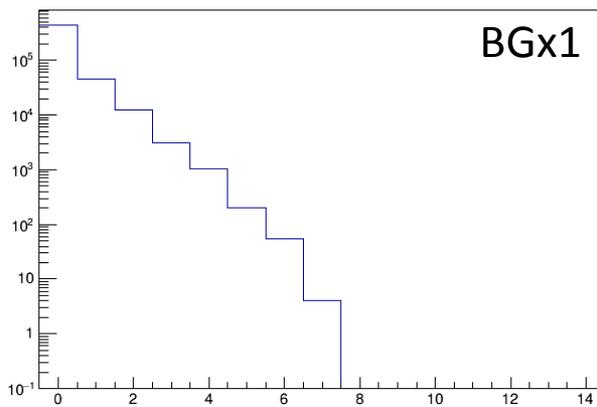
物理過程は  
変わらないはず  
なのに???

# 性質のよい光子のうちFake $\gamma$ の数

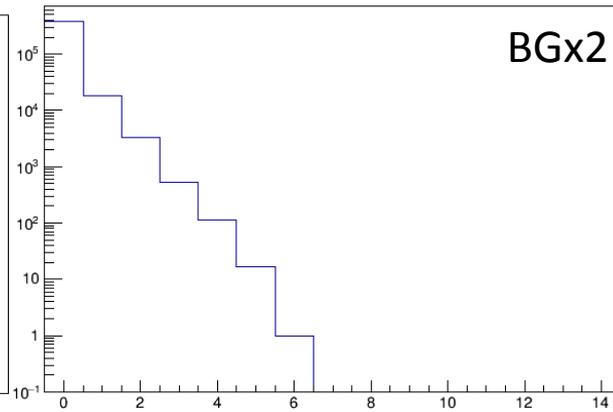
# of detected fake  $\gamma$



# of detected fake  $\gamma$

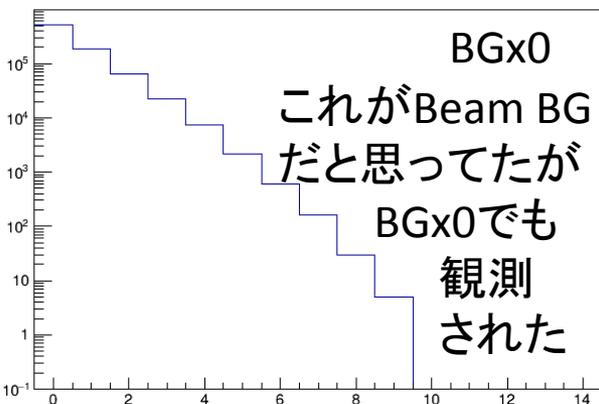


# of detected fake  $\gamma$

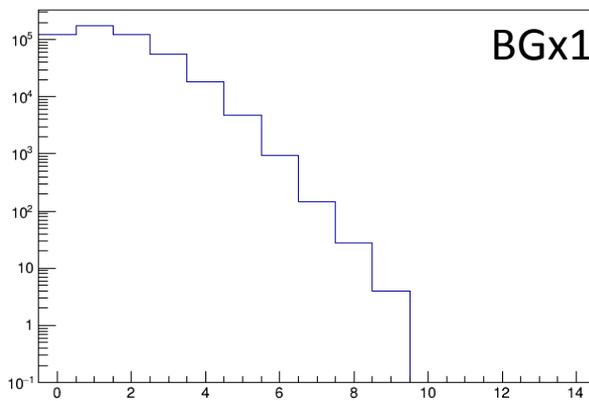


## 性質のよい光子のうちMC 情報が取れなかった光子数

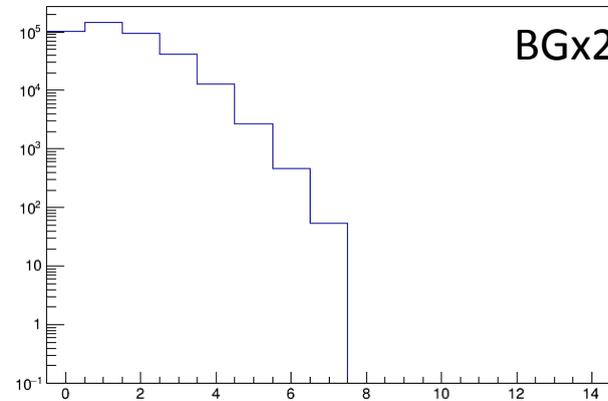
# of detected beamBG-originated  $\gamma$



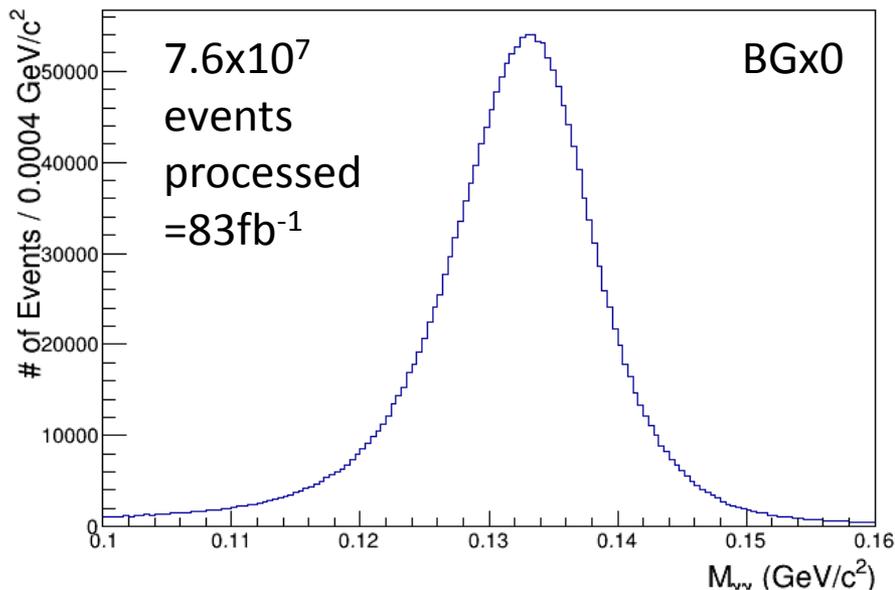
# of detected beamBG-originated  $\gamma$



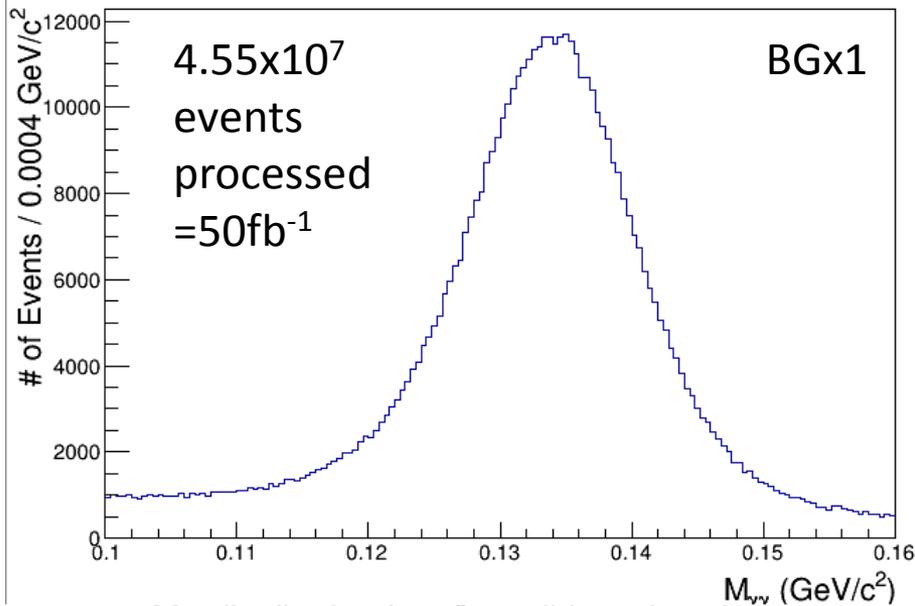
# of detected beamBG-originated  $\gamma$



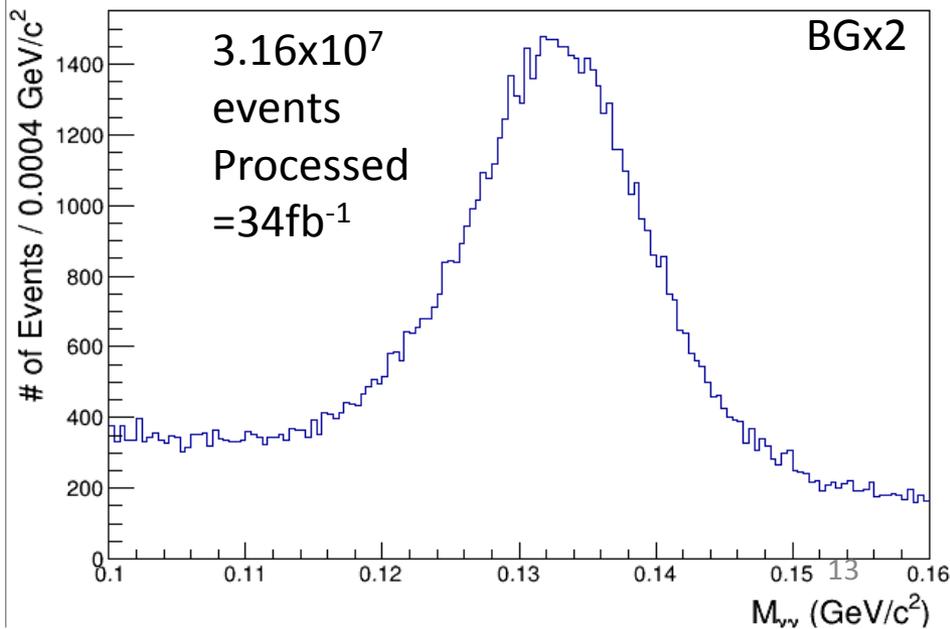
$M_{\gamma\gamma}$  distribution for  $\pi^0$  candidates in  $\tau$  decays



$M_{\gamma\gamma}$  distribution for  $\pi^0$  candidates in  $\tau$  decays

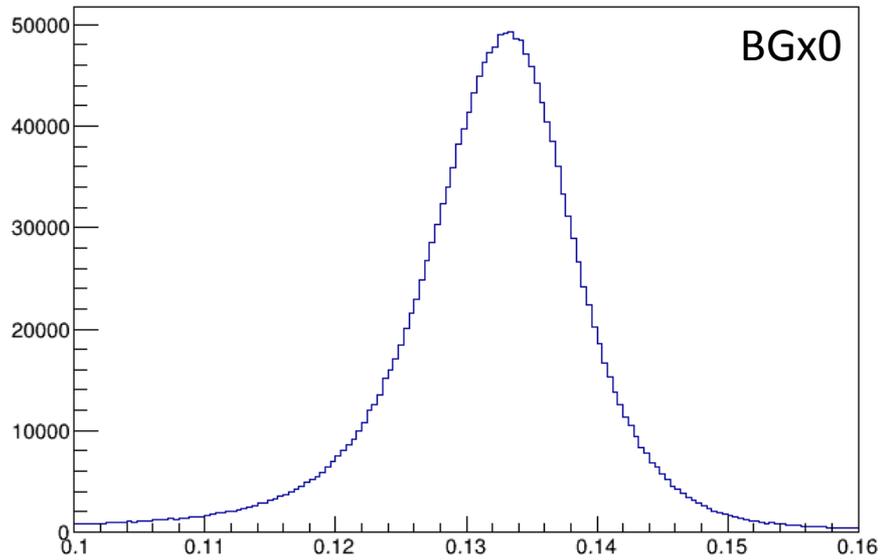


$M_{\gamma\gamma}$  distribution for  $\pi^0$  candidates in  $\tau$  decays



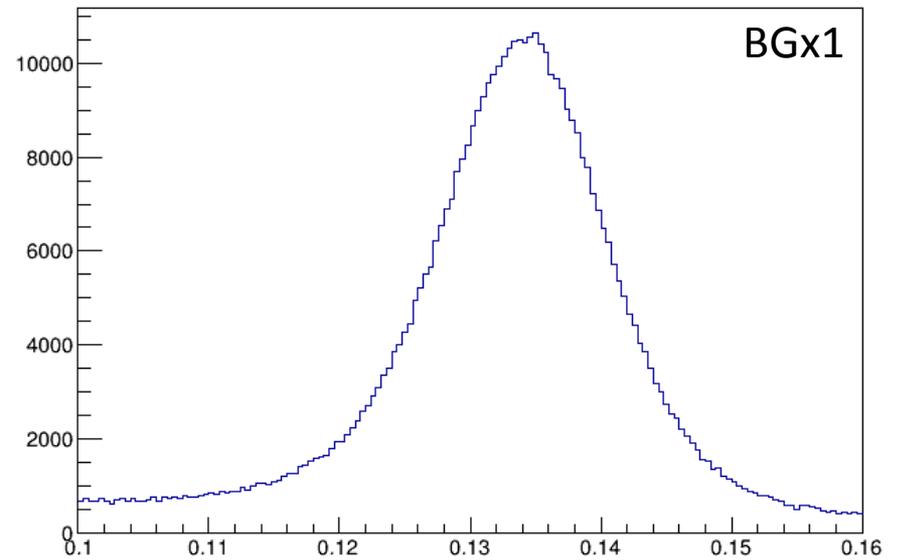
ちゃんと測ってないが  
EfficiencyがBGx1, BGx2で  
かなり悪くなっている

$M_{\gamma\gamma}$  (GeV/c<sup>2</sup>) (Barrel)



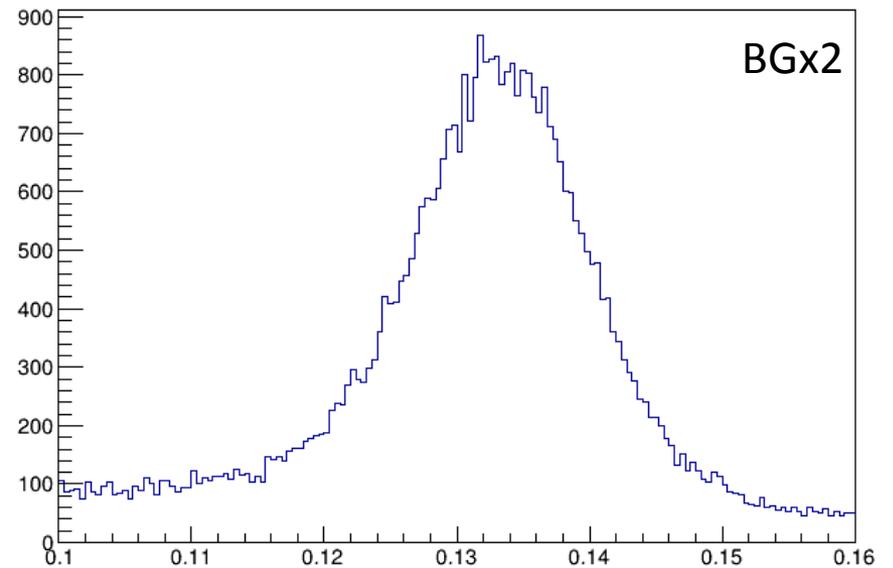
BGx0

$M_{\gamma\gamma}$  (GeV/c<sup>2</sup>) (Barrel)



BGx1

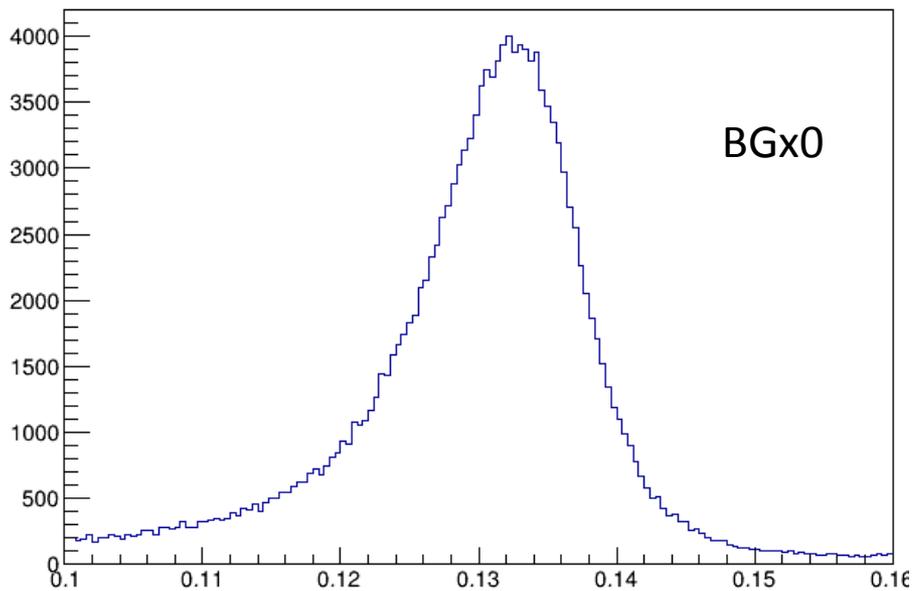
$M_{\gamma\gamma}$  (GeV/c<sup>2</sup>) (Barrel)



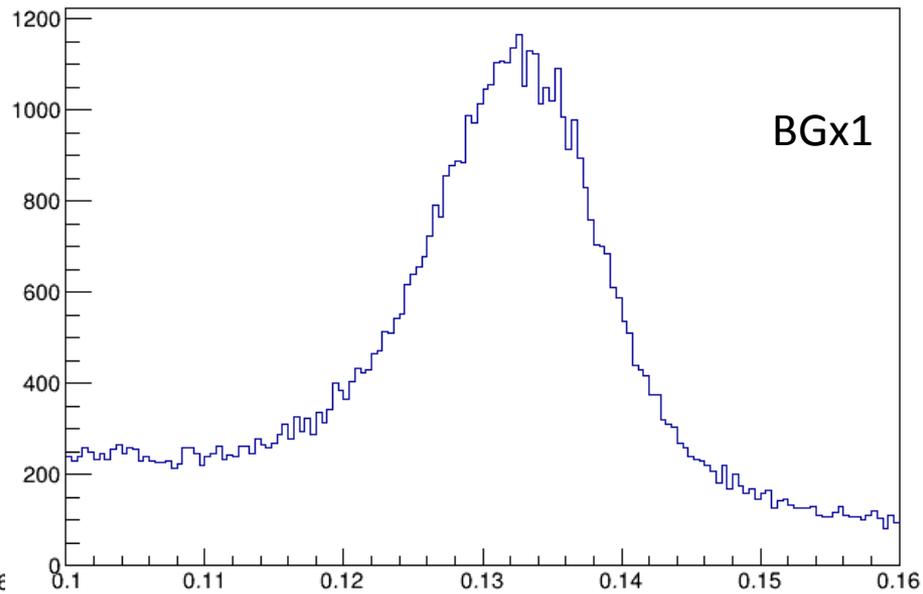
BGx2

$\theta$ で33.6度～132.5度を  
Barrelと定義

$M_{\gamma\gamma}$  (GeV/c<sup>2</sup>) (Forward)

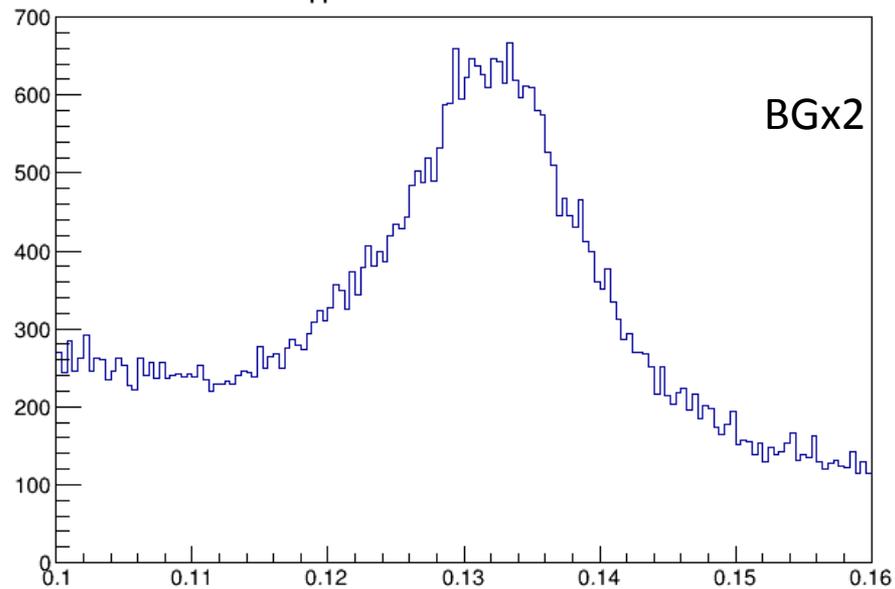


$M_{\gamma\gamma}$  (GeV/c<sup>2</sup>) (Forward)

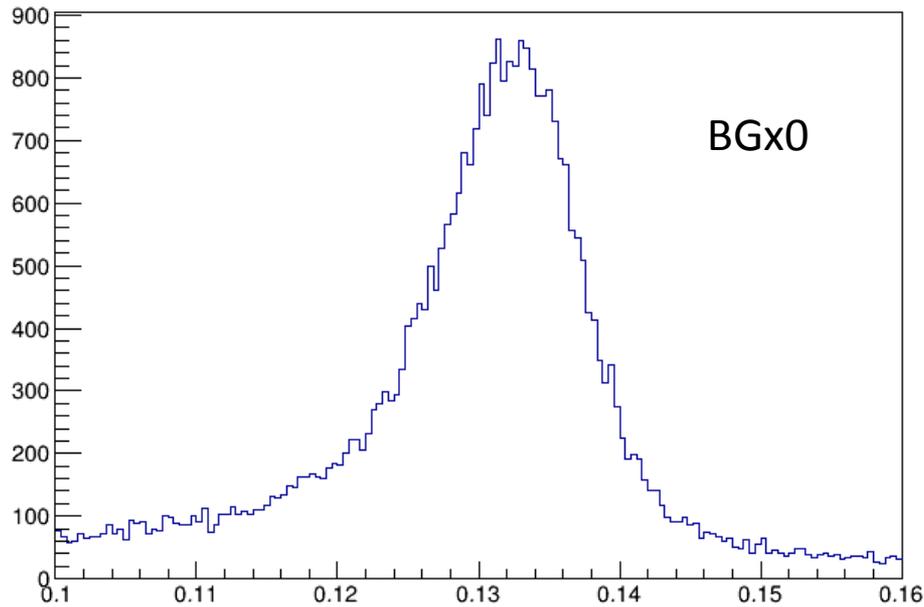


θで33.6度以下を  
Forwardと定義

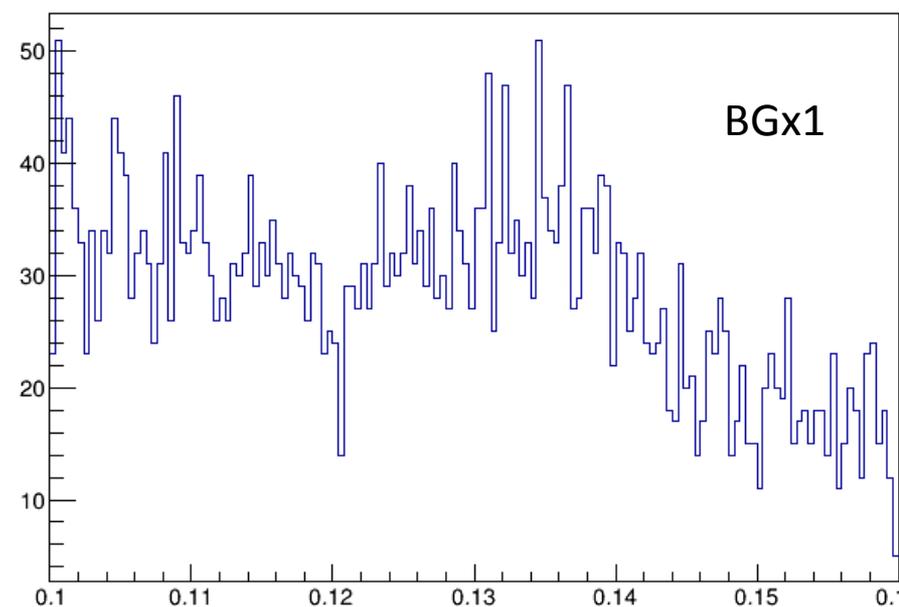
$M_{\gamma\gamma}$  (GeV/c<sup>2</sup>) (Forward)



$M_{\gamma\gamma}$  (GeV/c<sup>2</sup>) (Backward)

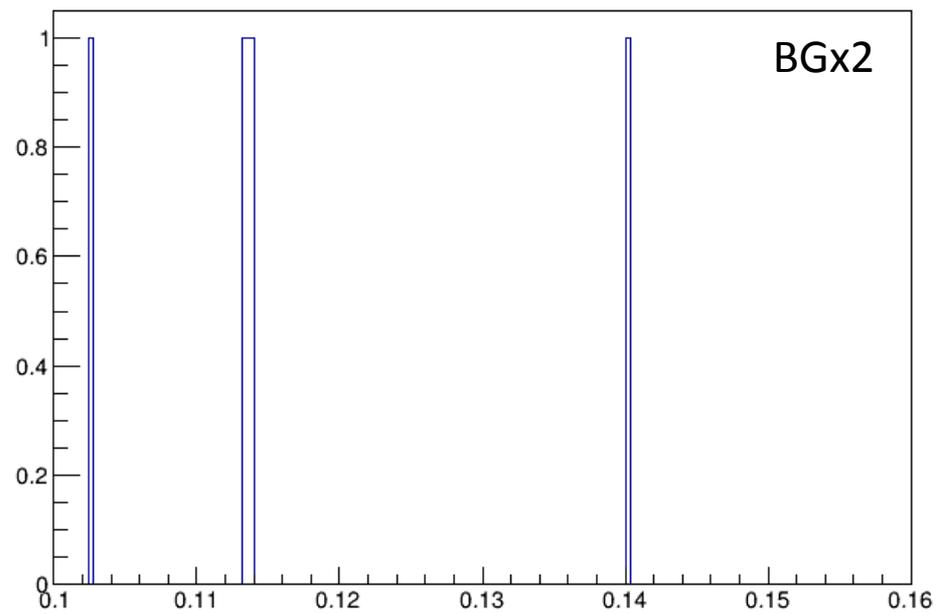


$M_{\gamma\gamma}$  (GeV/c<sup>2</sup>) (Backward)



$\theta$ で132.5度以上を  
Backwardと定義

$M_{\gamma\gamma}$  (GeV/c<sup>2</sup>) (Backward)



# まとめ

- MC8のtau generic MCを使うときは注意が必要
  - ただ主要モードの分岐比はだいたい合ってるので、rough estimationにはそんなに問題なさそう
  - MC9では直ってそう(要チェック)
- Pi0 massのサイドバンドはイベントが増えている。
  - Resolutionも悪くなってそう
  - 定量的な評価を今後します。