

LHC-ATLAS実験における二光子に崩壊するヒッグス粒子の探索(2)

山口洋平, 山村大樹, 田中純一,
増渕達也, 中村浩二, 浅井祥仁
第67回年次大会 関西学院大学
2012年3月27日

introduction

H \rightarrow $\gamma\gamma$ での夏に向けての光子に関するimprovementの中から3つ

1. 光子identification

Neural Net導入によってidentification効率向上

2. isolationの改善

系統誤差軽減

3. 光子のenergy較正

126.5 GeVに見えているexcessはこの位置で正しいか
CMS (124 GeV) とのずれが存在

本talkではこれらの評価を行う

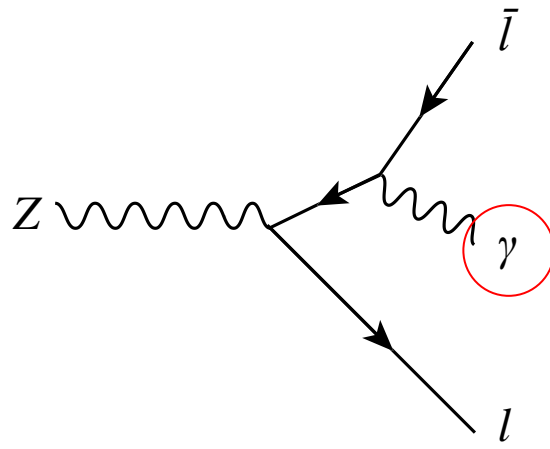
real光子を得る方法: $Z \rightarrow ll\gamma$

$H \rightarrow \gamma\gamma$ では扱うのは光子 (とjet) だけなので、光子に対する測定器の性能を最大限に引き上げること、**性能を正しく評価することが重要**

- 当然、光子に対する性能は、real光子を使って評価したい
→ 今まではelectronからのextrapolateで評価

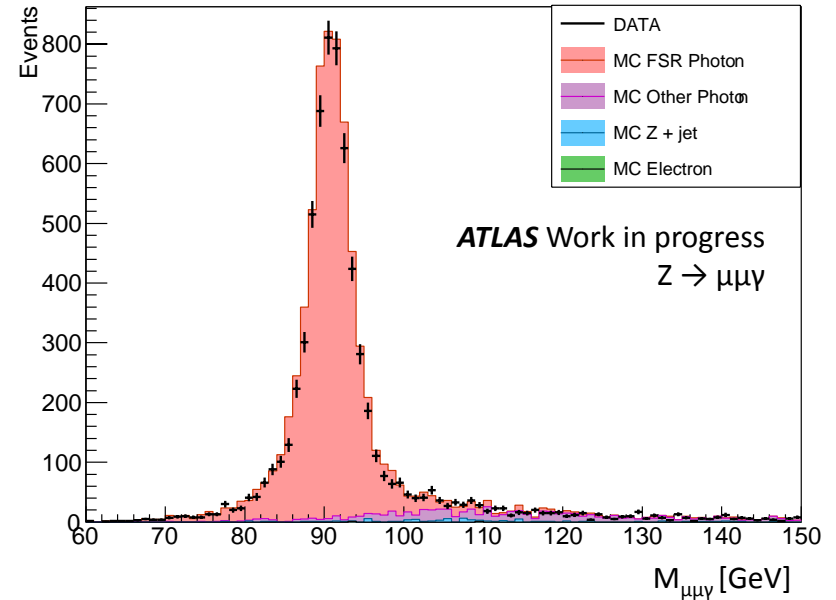
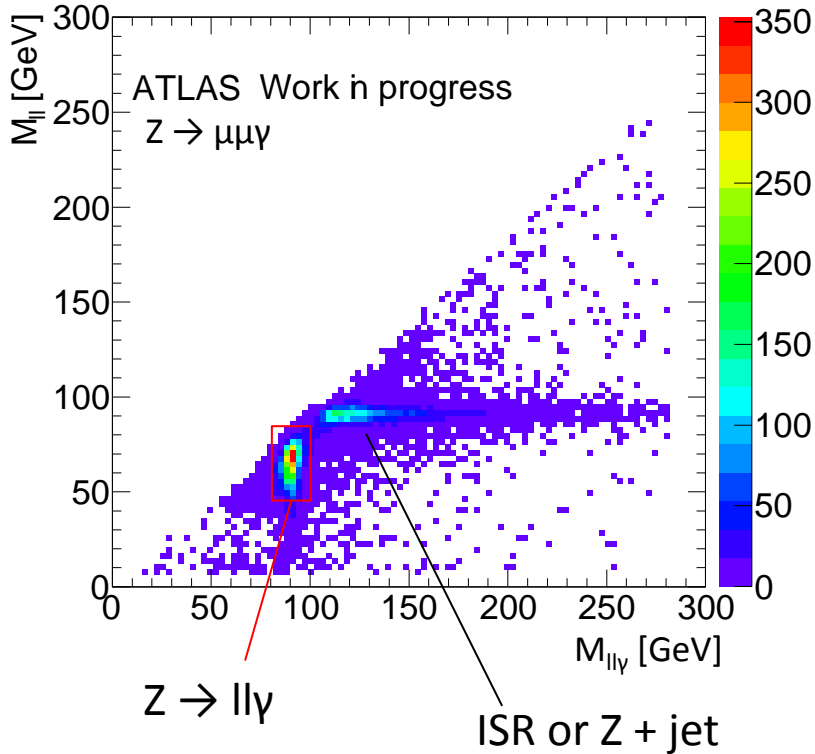
- $Z \rightarrow ll\gamma$ によってreal光子を扱えるようになった
統計が増えたことで可能になった

x-sec = 36 pb ($Z \rightarrow ll, M_{ll} > 60$ GeV, FSR photon ($p_T > 15$ GeV, $|\eta| < 2.37$))



終状態輻射 (FSR) で光子を放出

$Z \rightarrow l\bar{l}\gamma$



$M_{ll\gamma}$ で M_Z が再構成される: $Z \rightarrow l\bar{l}\gamma$
 対して、
 M_{ll} で M_Z が再構成される: ISR γ or Z + jet

selection:

$80 < M_{ll\gamma} < 100$ GeV

$45 < M_{ll} < 85$ GeV

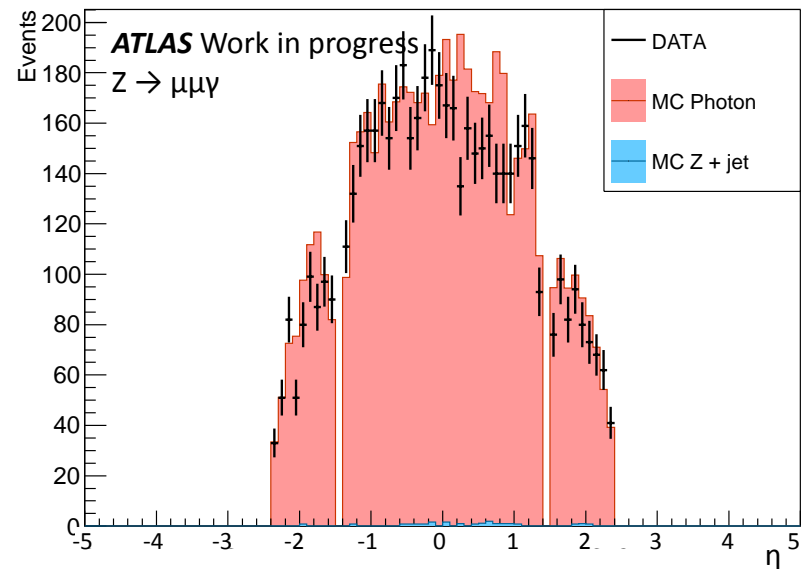
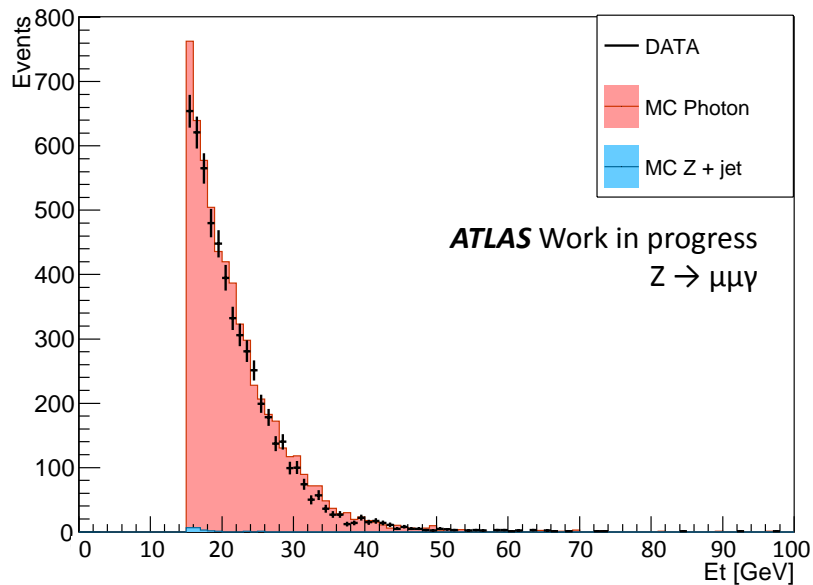
photon $E_t > 15$ GeV

photon $|\eta| < 2.37$

photonとleptonが $\Delta R = 0.4$ 以上離れている

得られたphotonのパラメータ

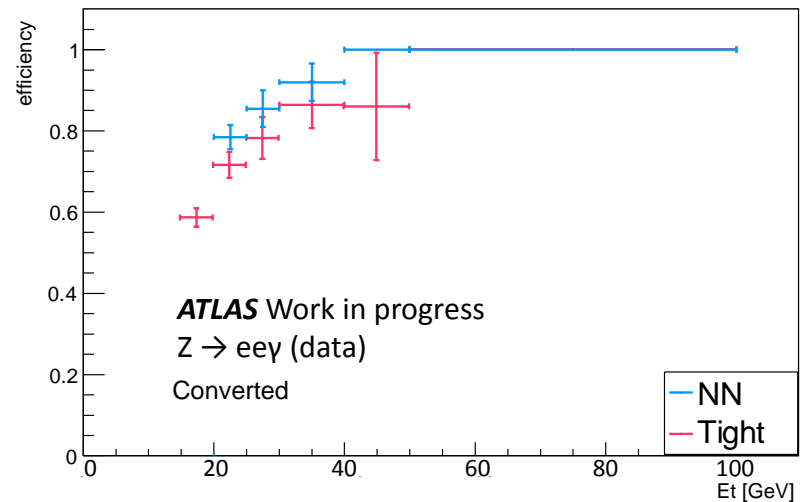
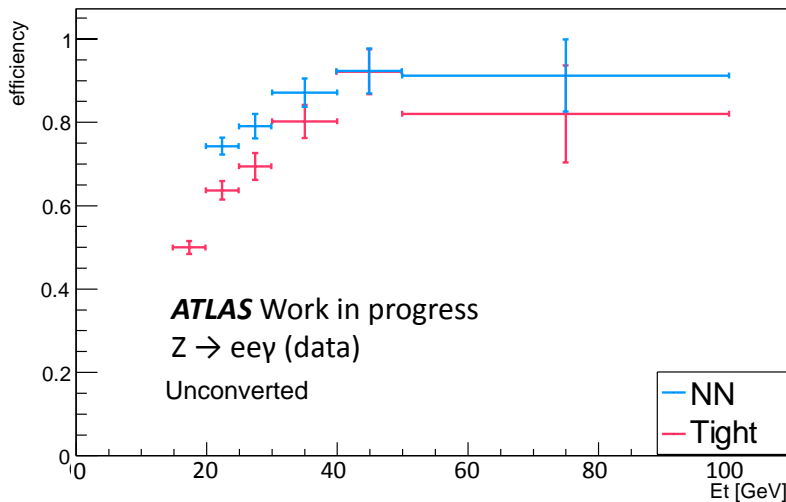
- luminosity: 4.7 fb^{-1}
- # of selected events
 - $Z \rightarrow e e \gamma$: 2665 (unconverted), 1072 (converted)
 - $Z \rightarrow \mu \mu \gamma$: 3904 (unconverted), 1729 (converted)
 - converted / unconverted: $1+1$ 対に convert した / していない
- **purity 98 % 達成!!**
 - 2 % は $Z + \text{jet}$ (control region, MC から評価)



光子検出効率

光子Identification効率

- Neural Net (NN) でIdentification効率
 - background rejectionの性能はそのままに
 - カットベースの再構成で使っている変数をNeural Netにインプット
 - 例えば電磁カロリメータでのシャワーの形状
- そのIdentification効率を $Z \rightarrow ll\gamma$ で評価
 - cut baseから11%向上



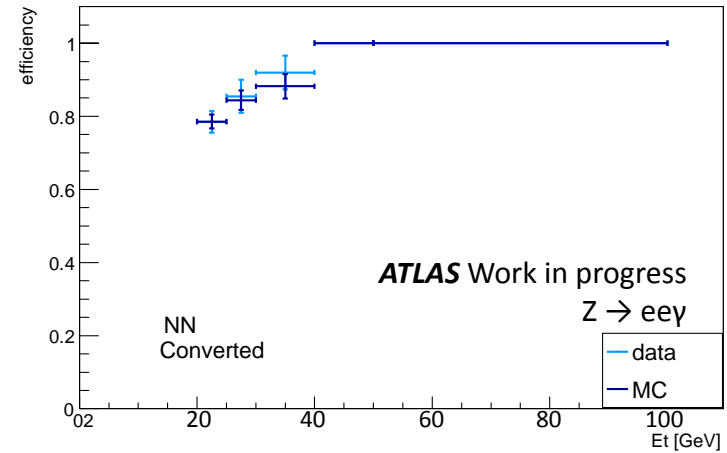
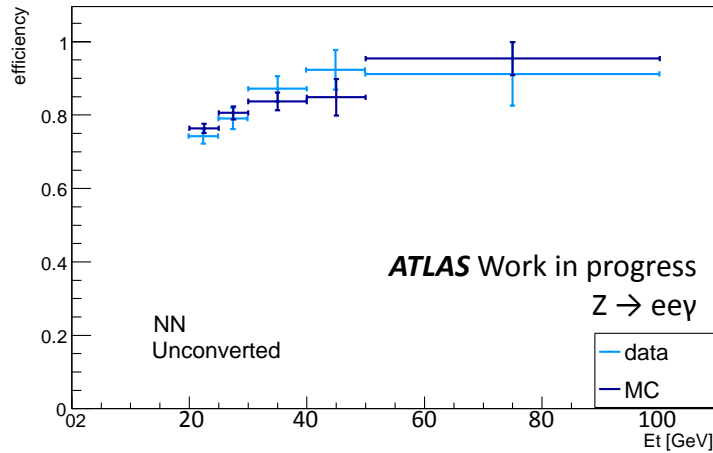
検出効率系統誤差

系統誤差: データとMCの差

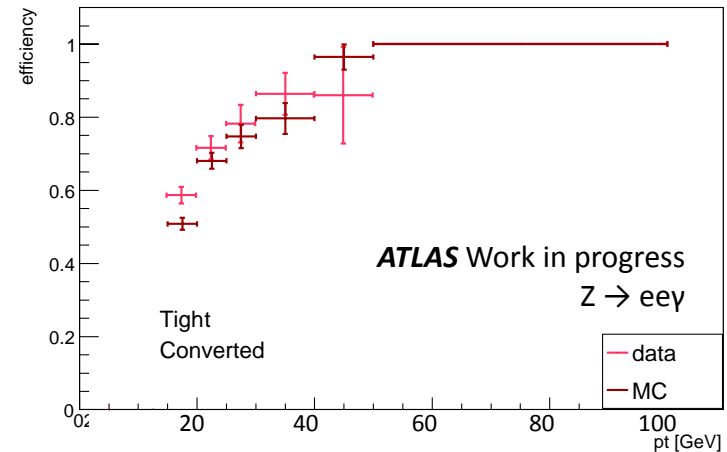
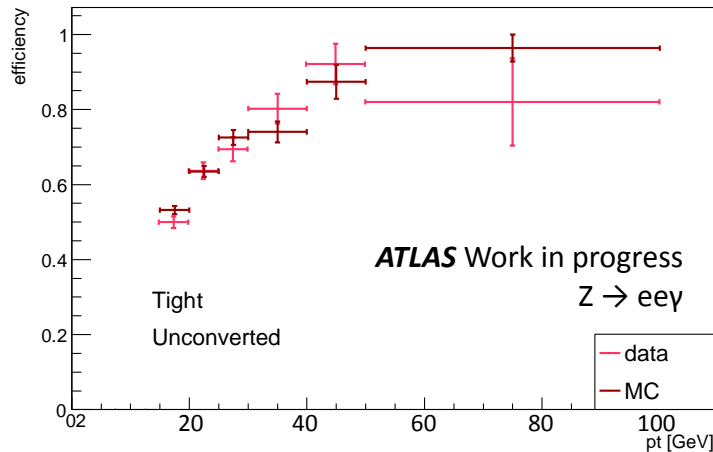
NNでは5%以下 → 論文 (cut base) と同程度

Phys. Rev. Lett. 108, 111803 (2012)

Neural Net



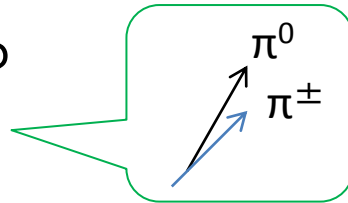
Cut base



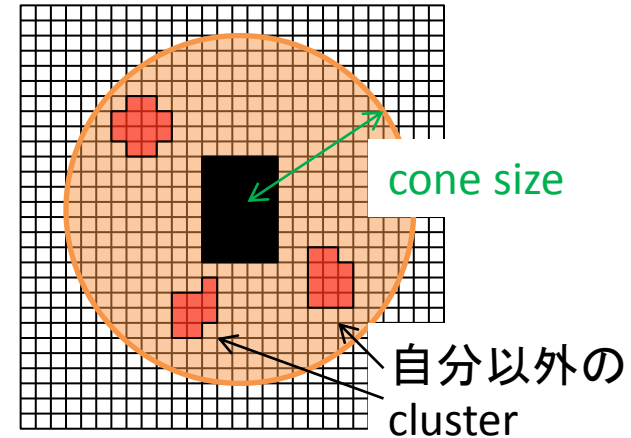
isolation

Photon isolation

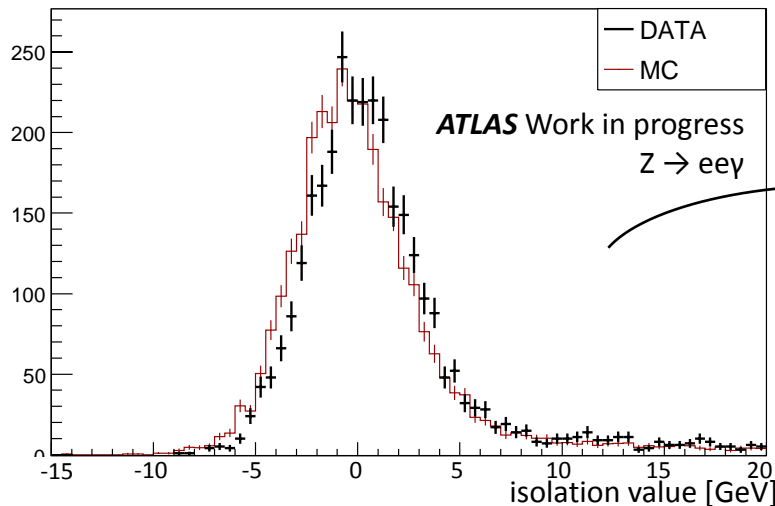
- 光子 → isolateされる
- π^0 → されていない
- EM-calorimeter内のclusterの自分以外のenergy deposit
- 他のactivityと離れているかの指標
- ノイズのsuppressionを改善
- Clustering手法を変えたisolation variableの導入



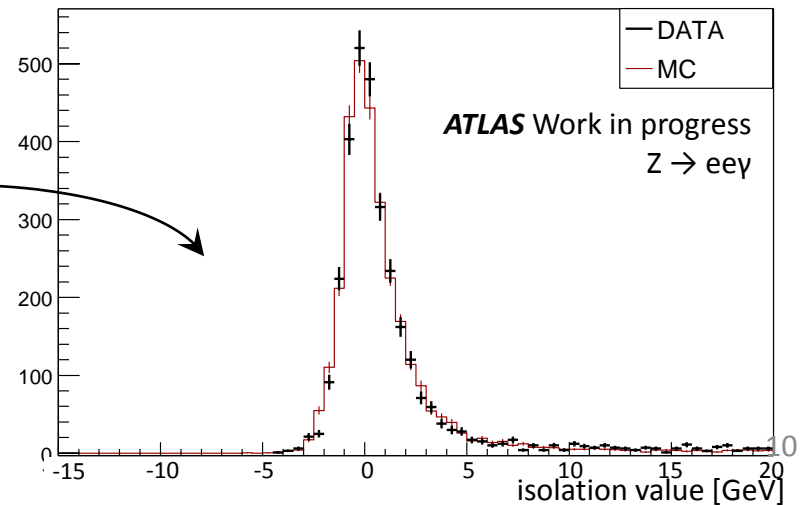
EM-calorimeter isolation variable:
ドーナツの部分のenergy



論文でのvariable

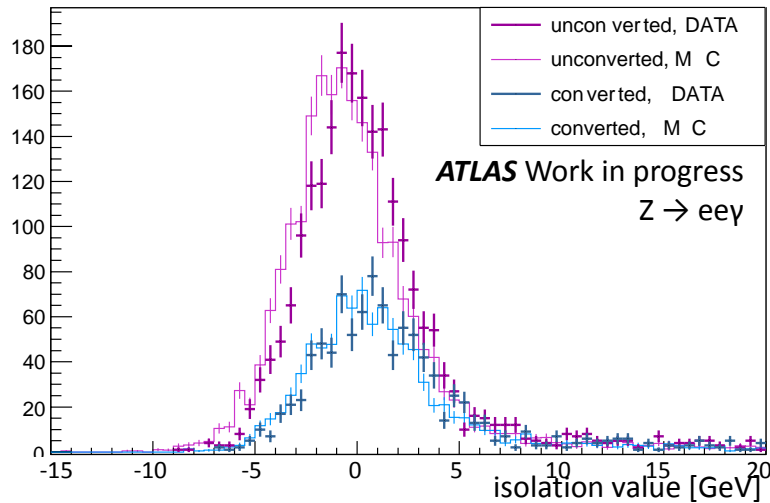


夏に向けての新variable

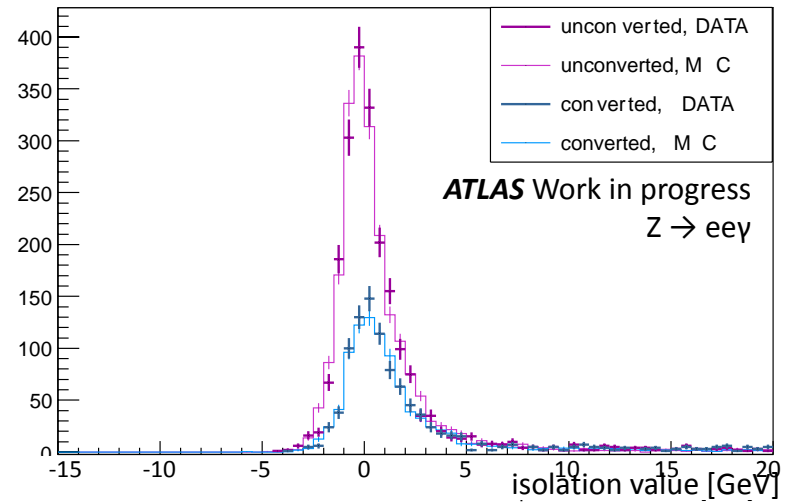


Isolation variable

旧



新

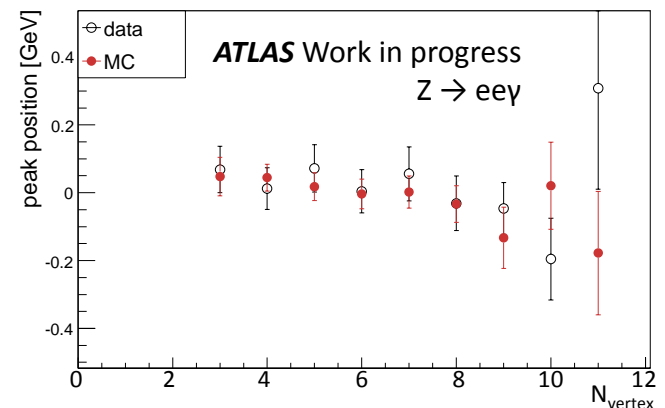


$Z \rightarrow l\bar{l}$ によってデータとMCの一致が確認
 converted/unconverted での差が小さい
 pileupの影響を補正できている
 各 E_T でデータとMCが一致

Isolation cut efficiencyの系統誤差が軽減
 signal yieldに与える系統誤差:

5% \rightarrow 0.4% ($M_H = 125$ GeV)

pileup依存性なし



光子energy較正

Energy較正

- Energyの較正が不十分だとHiggs mass resolutionが低下、Higgs発見能力に影響
- また当然、excessの位置の精度にも重要
- Higgsのmassは光子のenergyとdirectionから測定される

$$M_H = \sqrt{E_1 E_2 (1 - \cos \phi_{12})}$$

- E_i : 光子のenergy
- ϕ_{12} : 2光子のなす角度

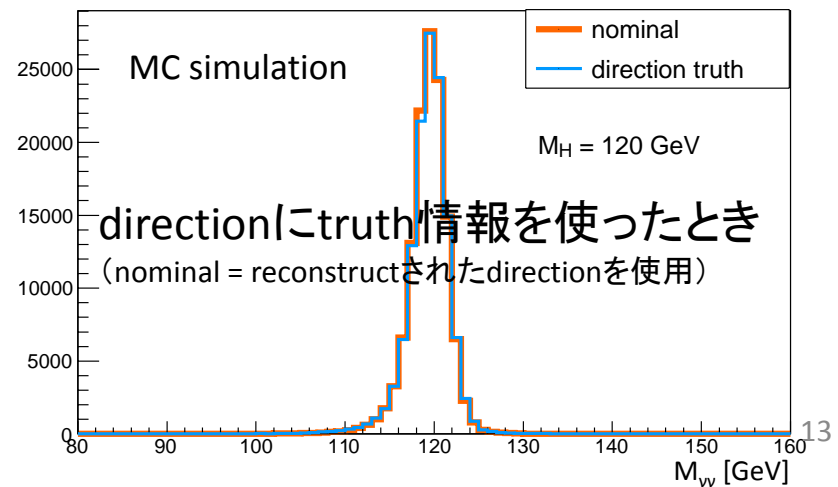
- 現在、direction (ϕ_{12}) よりenergy (E_i) がmass resolutionに効いている

- そこで、、
- $Z \rightarrow \ell\ell$ を用いたenergy補正

$$E \rightarrow E' = E (1 + \alpha)$$

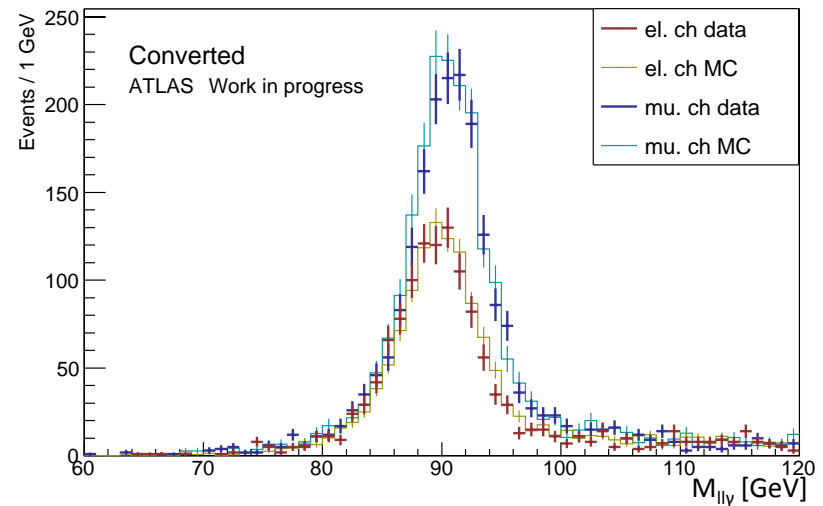
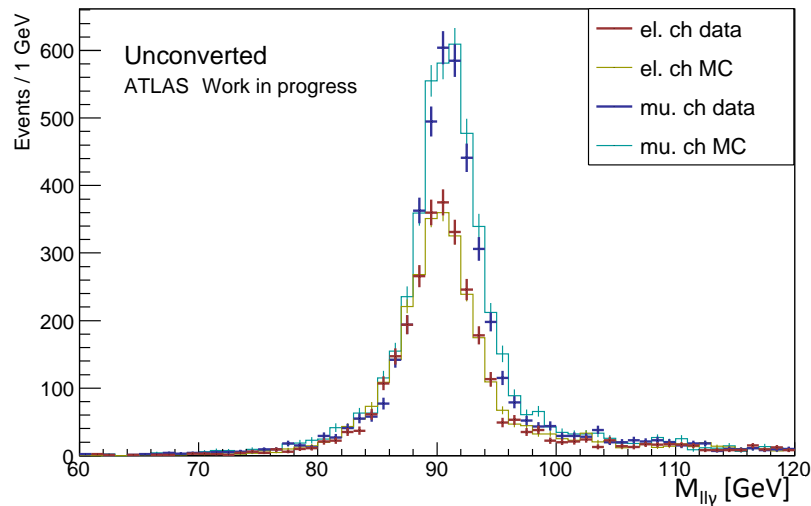
α :補正factor

本来なら η , E_t でbinningしたいが、統計が足りないのでglobalな補正



$Z \rightarrow l\bar{l}\gamma$ を用いたEnergy較正

- α をスキャンし、 $M_{l\bar{l}\gamma}$ 分布がデータとMCで一致する点を探す



$$\alpha_{\text{unconv}} = \begin{cases} 0.002 \pm 0.004 (\text{sts.}) \pm 0.005 (\text{sys.}), & (Z \rightarrow ee\gamma) \\ -0.001 \pm 0.003 (\text{sts.}) \pm 0.003 (\text{sys.}), & (Z \rightarrow \mu\mu\gamma) \end{cases}$$

convertedについては、調査中

* 系統誤差はleptonのenergy uncertainty

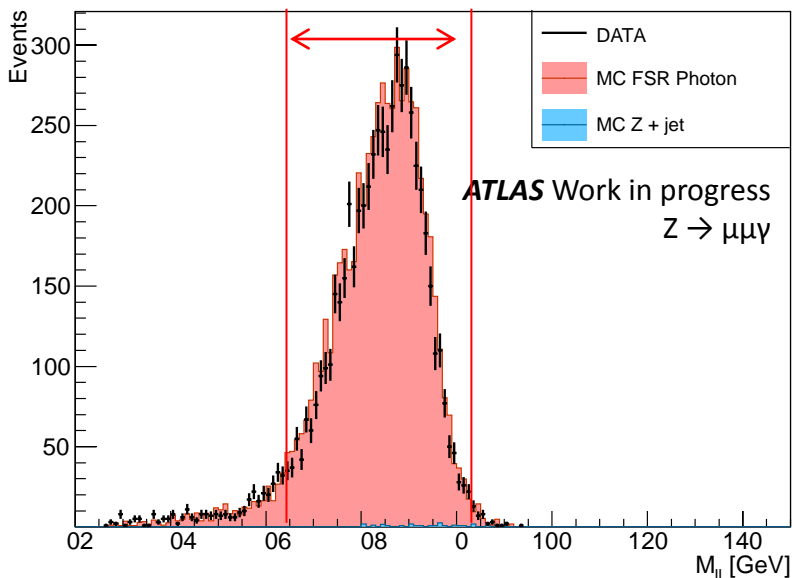
結論

- 夏に向けて光子に対する性能を向上させている
- それを $Z \rightarrow ll\gamma$ を使って評価
 - real光子を用いての評価は始まったばかり

- identification効率
Neural Netで効率 11 % 向上
- isolationを改善
系統誤差 5 % \rightarrow 0.4 %
- Energy較正
unconverted photonに対しては \sim 0.6 %の精度

backup

Background study



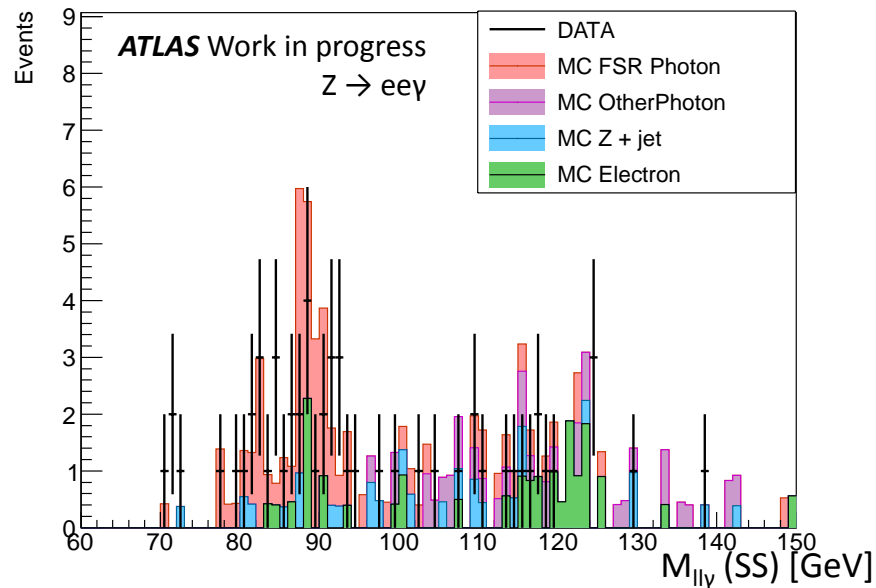
M_{II} :

low M_{II} 領域にはわずかにアップシロン + γ
とQCDのイベントが残る

→ $M_{II} > 45$ GeVで落とす

↓
purity 98%達成!!

(2%はZ + jet)



Same Sign (SS) leptonペア:

SSをleptonペアに要求すると、以下が残る

1. QCD
2. charge flipping lepton
3. lepton-photon confusion

MCでよく再現されていること、イベント数が十分少ないことから、これらが無視できると確かめられた