

ATLAS実験における VBF rapidity gapの実験的評価

(2008年3月26日 日本物理学会@近畿大学)

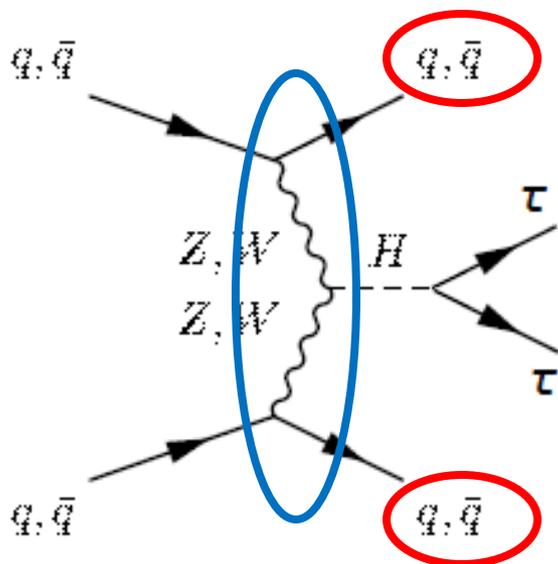
東大理、東大素セ^A、高エネ研^B

鈴木拓也、

田中純一^A、津野総司^B、浅井祥仁、小林富雄^A

VBF H $\rightarrow\tau\tau$ について

SM Higgs の質量が軽い場合、
VBF H $\rightarrow\tau\tau$ は有望なチャンネルとなる。



VBF Higgs は gluonic fusion より
生成断面積が小さいが、以上の
カットによって BG を十分抑えら
れる。

VBF H $\rightarrow\tau\tau$ のイベントポロジ

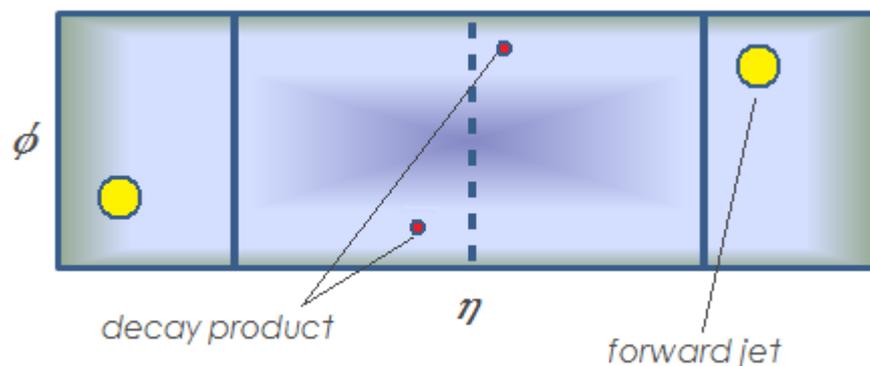
- at least 2 jets with high Pt
- forward & backward jet
- large jet separation (rapidity gap)
- small hadron activity in central region
- 2 τ in rapidity gap

VBF H $\rightarrow\tau\tau$ のイベントセレクション

- 2本の jet を要求
- $\eta_1 * \eta_2 < 0$
- $\Delta\eta_{12} > 4.4$
- 1st, 2nd jet 以外の jet が $|\eta| < 3.2$ に存在したら、vetoする
- $\eta_1 < \eta_\tau < \eta_2$
- di-jet mass $> 700\text{GeV}$
- Missing $E_T > 30\text{GeV}$



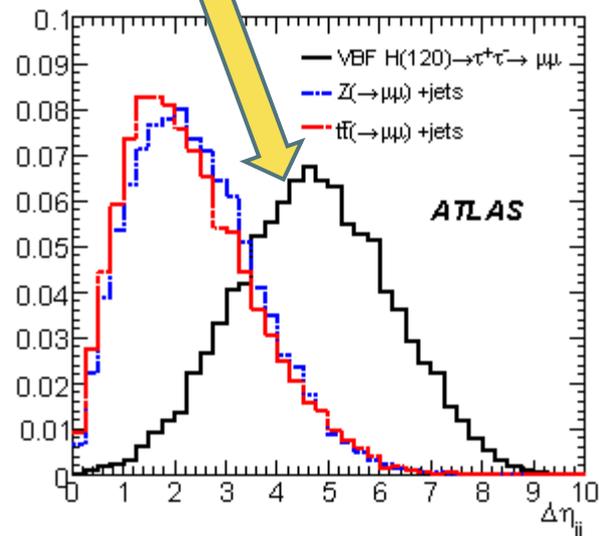
Rapidity Gap について



VBF では重いW、Z 粒子を交換するので、high P_T の forward と backward jet が大きな rapidity gap を持って観測される。またカラー交換がないため、gap 内にはハドロンの生成が抑制されている。そのため、Higgs から崩壊した τ のシグナルがきれいに見えることが期待される。



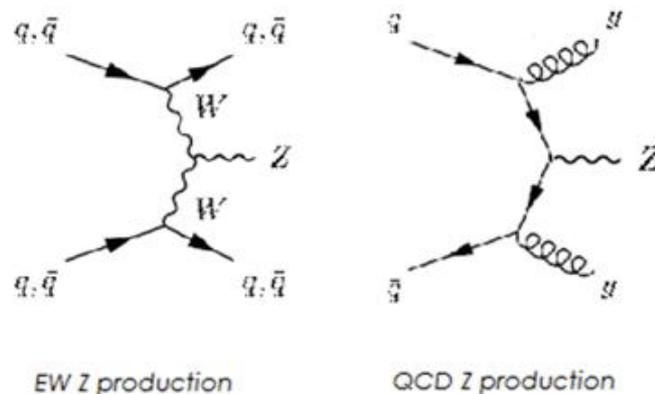
jet のrapidity の差が大きい



Rapidity gap 中の Jet (3rd jet) の存在確率を実験データに検証する必要がある。

本研究の目的と内容

- ◆ EW $Z \rightarrow \mu\mu + \geq 2$ jets においても、rapidity gap の観測が期待される(主な BG は QCD $Z \rightarrow \mu\mu + \geq 2$ jets となる)。これは良い control sample である。
 - EW Z の生成断面積を測定する。
 - ✓ VBF $H \rightarrow \tau\tau$ において BG となる。
 - VBF $H \rightarrow \tau\tau$ における rapidity gap 中の 3rd jet の存在確率を検証する。



- ◆ EW Z は VBF H と非常に類似している。
- ◆ 本講演では、(EW + QCD) $Z \rightarrow \mu\mu$ を control sample として、 η^* 分布 (後述) を用いた EW 成分と QCD 成分の分離に関する研究の報告をする。

Event Selection と結果 (1fb⁻¹の場合)

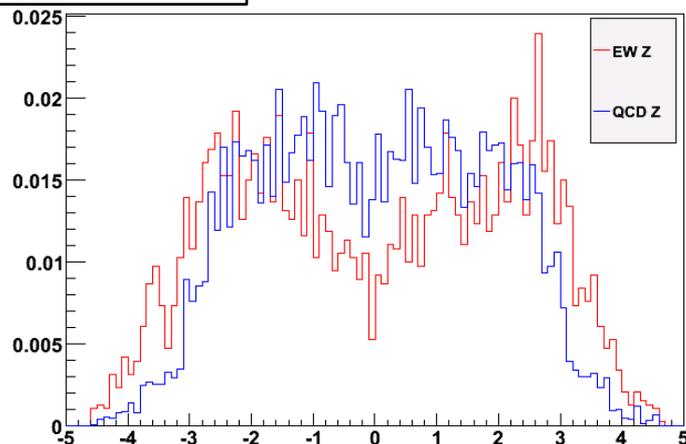
- ① 2 μ with $P_T > 20\text{GeV}$ & opposite charge
- ② Mass Window $\pm 15\text{GeV}$
- ③ 2 jets with $P_T > 50\text{GeV}$ & $\min(\eta_1, \eta_2) < \eta_{\mu_{1,2}} < \max(\eta_1, \eta_2)$
- ④ $\eta_1 \times \eta_2 < 0$
- ⑤ b-jet veto
- ⑥ Missing $E_T < 50\text{GeV}$
- ⑦ Number of jet ≥ 3

	EW Z	QCD Z	ttbar
2 μ	556.1	29943.4	4969.7
Mass Window	513.2	27318.1	1085.3
Jet P_T & Centrality	110.0	1574.1	132.9
$\eta_1 \times \eta_2 < 0$	89.5	1017.6	80.2
B-jet veto	77.9	903.8	29.5
$mE_T < 50\text{GeV}$	75.6	877.5	12.7
At least 3 jets	34.7	561.3	10.5

本講演では
ttbar を無視する。

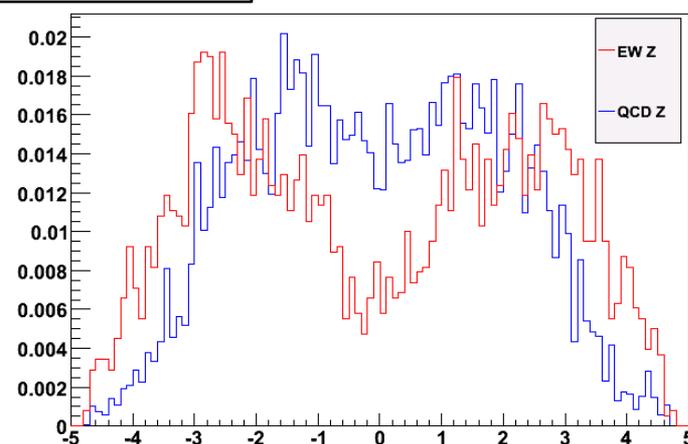
EW VS QCD $Z \rightarrow \mu\mu$ (1^{st} と 2^{nd} jet の η 分布)

$\eta_{1^{\text{st}} \text{ jet}}$ 分布

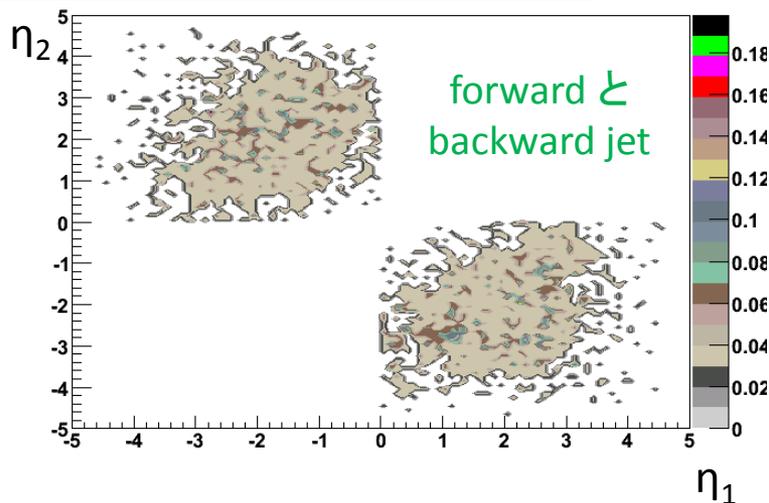


$\eta_{2^{\text{nd}} \text{ jet}}$ 分布

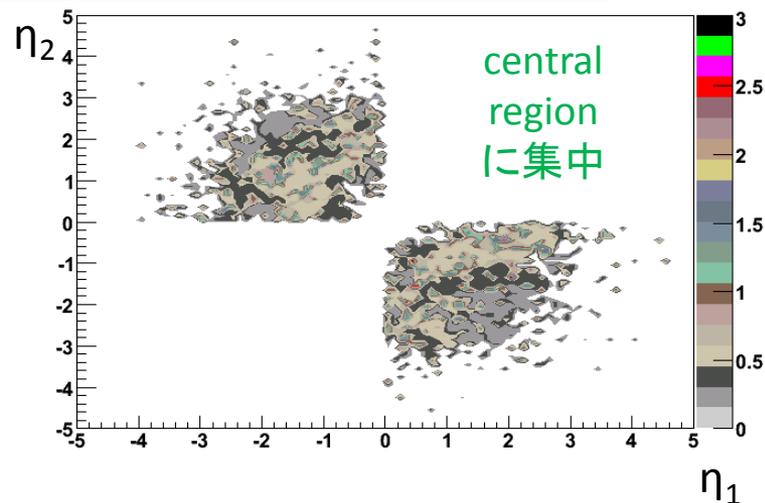
Normalized to 1



EW Z の $\eta_{1^{\text{st}} \text{ jet}}$ VS $\eta_{2^{\text{nd}} \text{ jet}}$ 分布

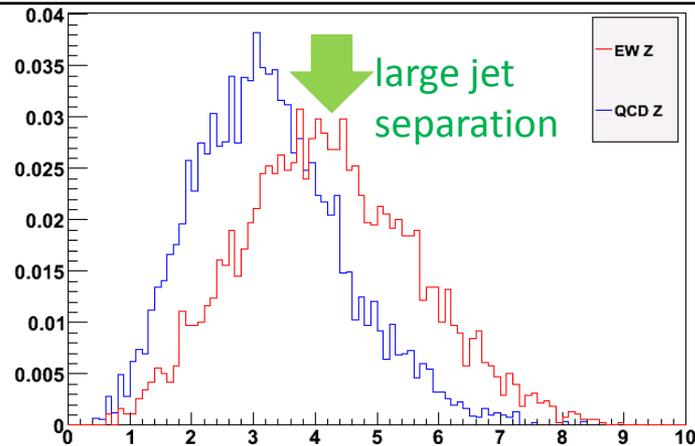


QCD Z の $\eta_{1^{\text{st}} \text{ jet}}$ VS $\eta_{2^{\text{nd}} \text{ jet}}$ 分布

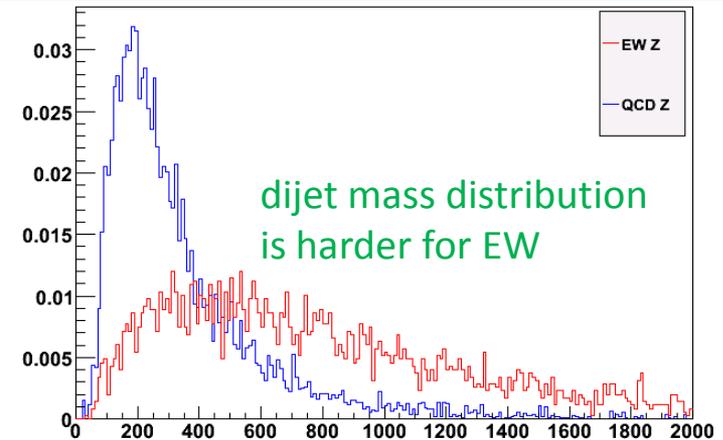


EW VS QCD $Z \rightarrow \mu\mu$ (その他の分布)

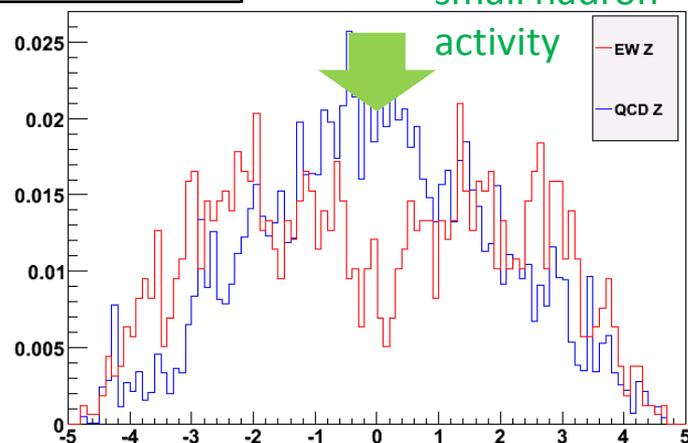
$\Delta\eta_{12}$ 分布 (1st と 2nd jet の rapidity の差)



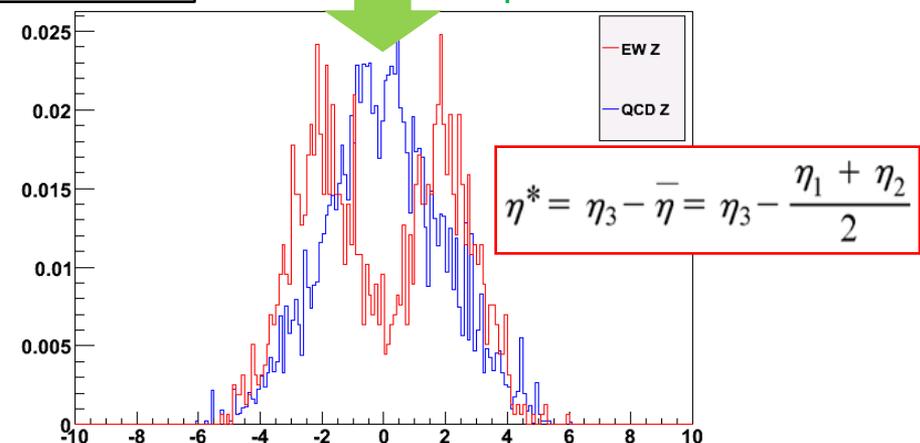
di-jet mass 分布 (1st と 2nd jet の不変質量)



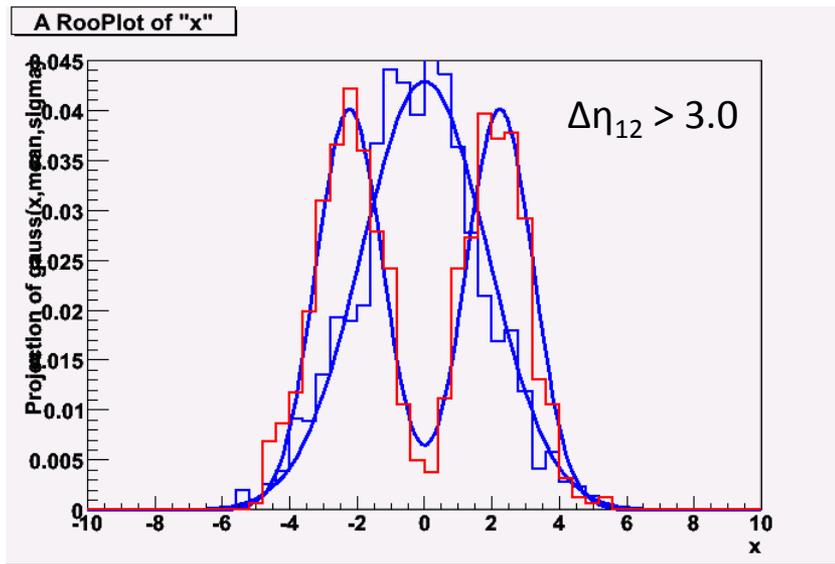
$\eta_{3rd\ jet}$ 分布



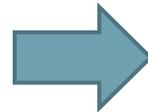
η^* 分布



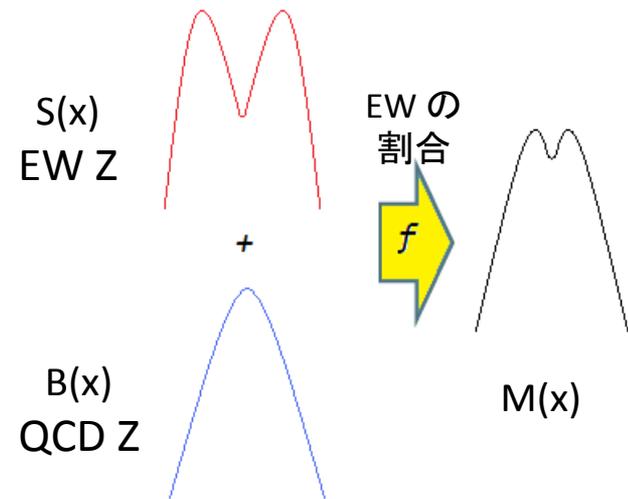
η^* 分布を用いた方法



$S(x)$ と $B(x)$ の形をそれぞれ MC から求める。



$$M(x) = f \cdot S(x) + (1 - f) \cdot B(x)$$



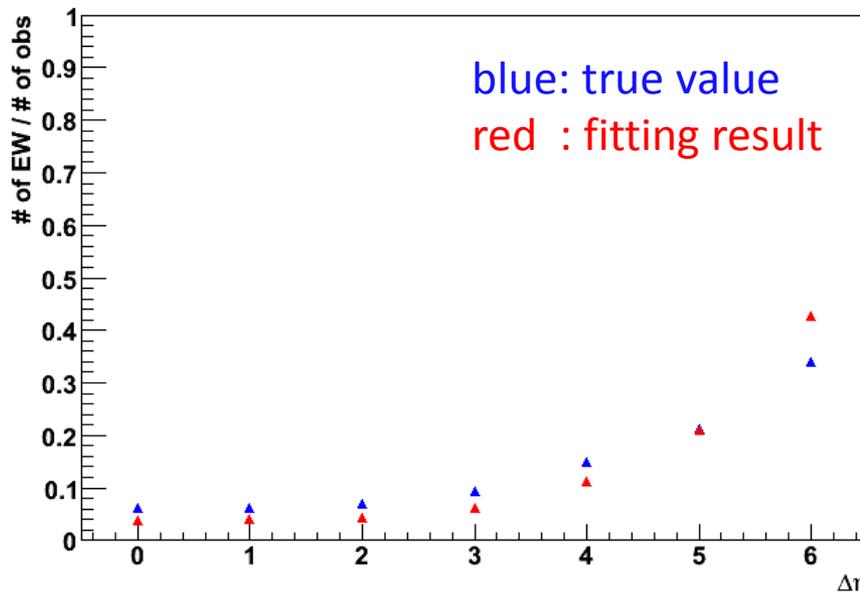
$S(x)$ と $B(x)$ を固定し、全体の観測量から割合 f を求める。

$\Delta\eta$ VS fraction f

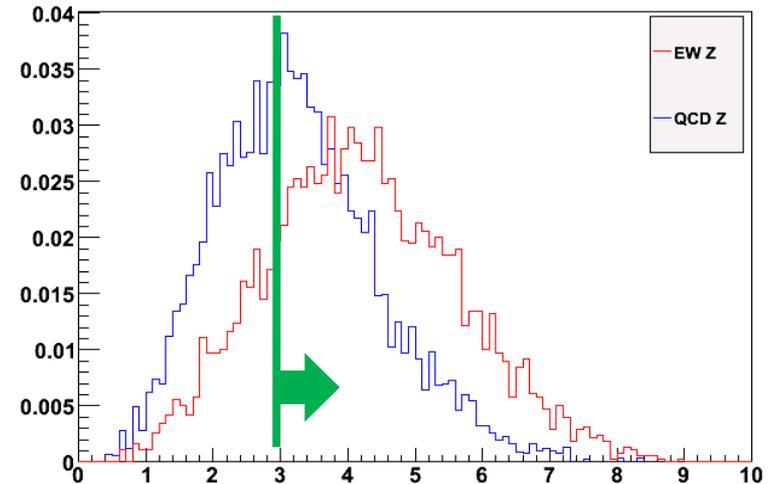
η^* 分布の $\Delta\eta$ 依存性を調べる。 $\Delta\eta$ を大きくすることにより、EW成分の割合も大きくなる。

$\Delta\eta$ VS signal / (signal + BG)

at 1fb^{-1}



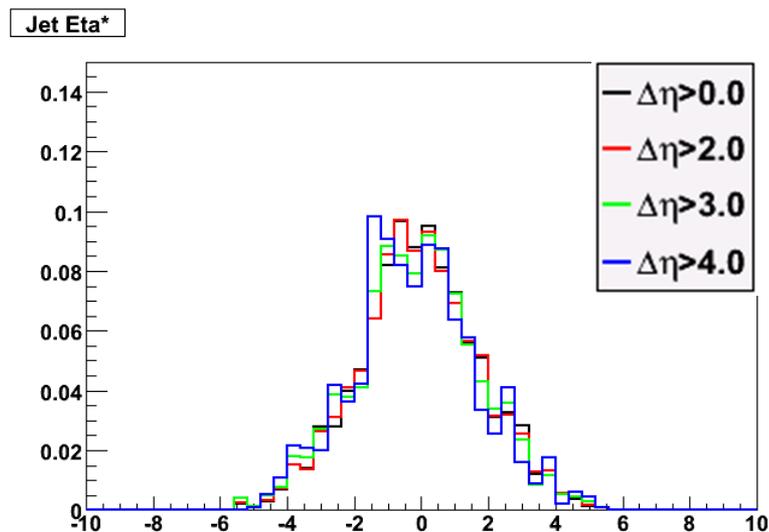
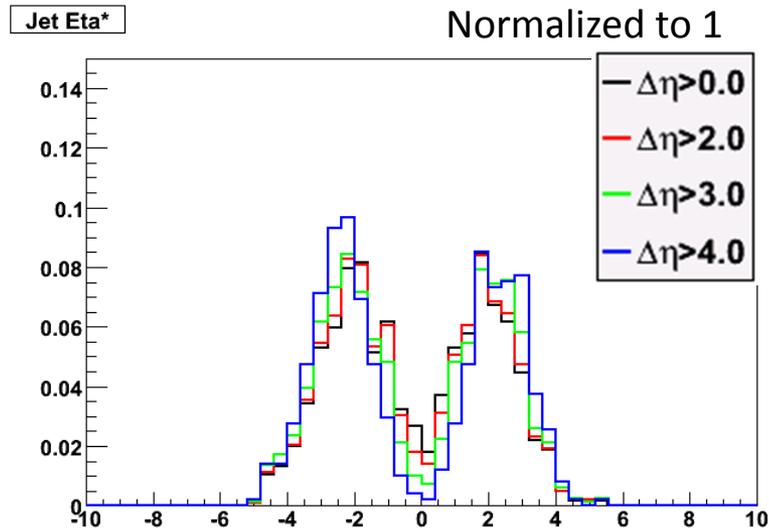
Jet Data12



$\Delta\eta_{12} > 3.0$ の場合の f のフィッティング
 true value: 0.095
 estimated: 0.063

The fitting error of fraction f is about 0.07

η^* の $\Delta\eta$ 依存性



η^* 分布を MC より求めているので、systematic study の1つとして、 $\Delta\eta_{12}$ 依存性を調べた。

図のように、 η^* 分布は $\Delta\eta$ にあまり依存しない。
 ➤ 特定の $\Delta\eta$ カットを用いることができる。

$\Delta\eta$ Cut	$\Delta\eta$ Unfixed	$\Delta\eta > 3.0$ (Fixed)	$\Delta\eta$ Fixed / $\Delta\eta$ Unfixed
> 0.0	0.0367	0.0373	1.016
> 2.0	0.0422	0.0421	0.998
> 4.0	0.113	0.113	1.000

前の結果が再現されている。
 η^* 分布は $\Delta\eta$ に依存しない。

まとめ

- VBF process の特徴はrapidity gap と 3rd jet である。
 - 実験データを用いた検証が必要である。
- $Z \rightarrow \mu\mu + \geq 2 \text{ jets}$ 反応は rapidity gap の検証において有望なチャンネルである。
- η^* を $\Delta\eta$ の関数として、EW Z 成分の割合を求めた。
 - $\sigma(\text{QCD } Z + \geq 2 \text{ jets})$ が測定できれば、 $\sigma(\text{EW } Z + \geq 2 \text{ jets})$ を導出できる。
- η^* 分布は $\Delta\eta$ カットに依存しない。

今後の展望

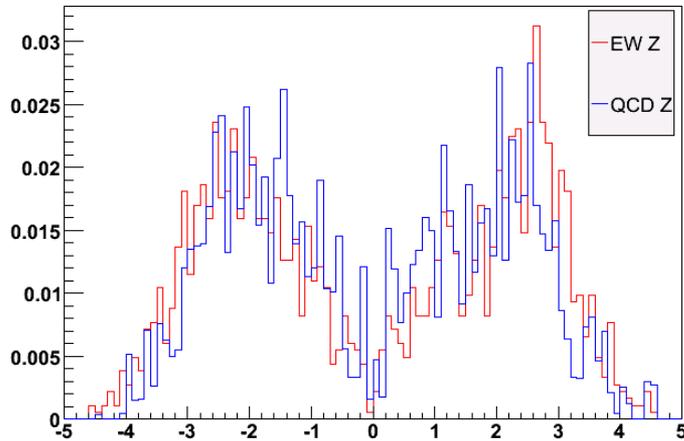
- QCD Z と top の寄与を抑えるためのイベントセレクションの見直し
- η^* 分布などからEW 成分を取り出す手法の確立
- VBF $H \rightarrow \tau\tau$ における 3rd jet の研究への応用方法の確立
- systematic study

バックアップ

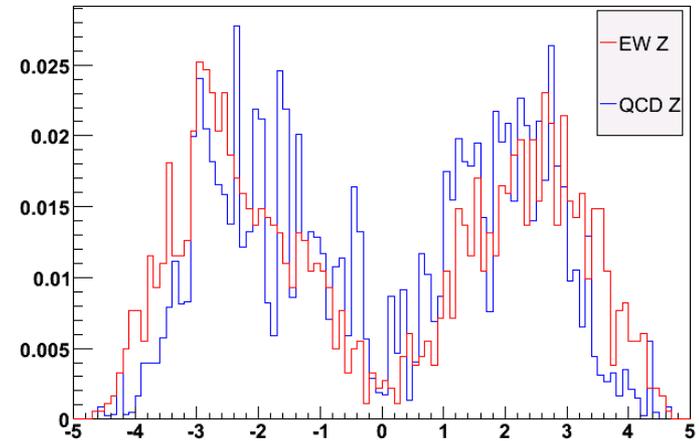
A decorative horizontal line consisting of a thick yellow bar on the left and a series of thin white and yellow lines on the right, extending across the width of the slide.

Jet η の分布 ($\Delta\eta > 3.0$)

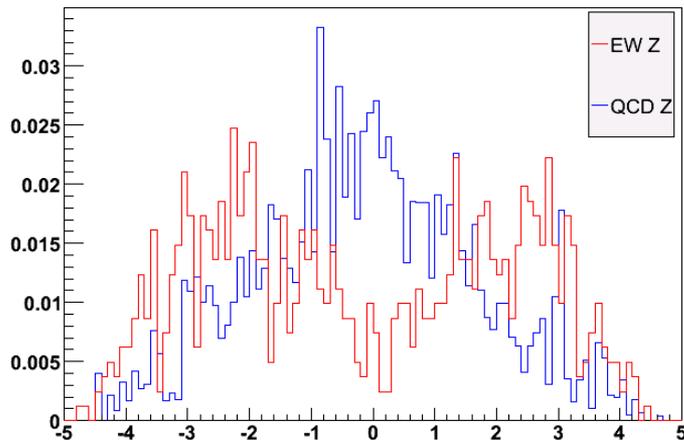
Jet1 Eta



Jet2 Eta



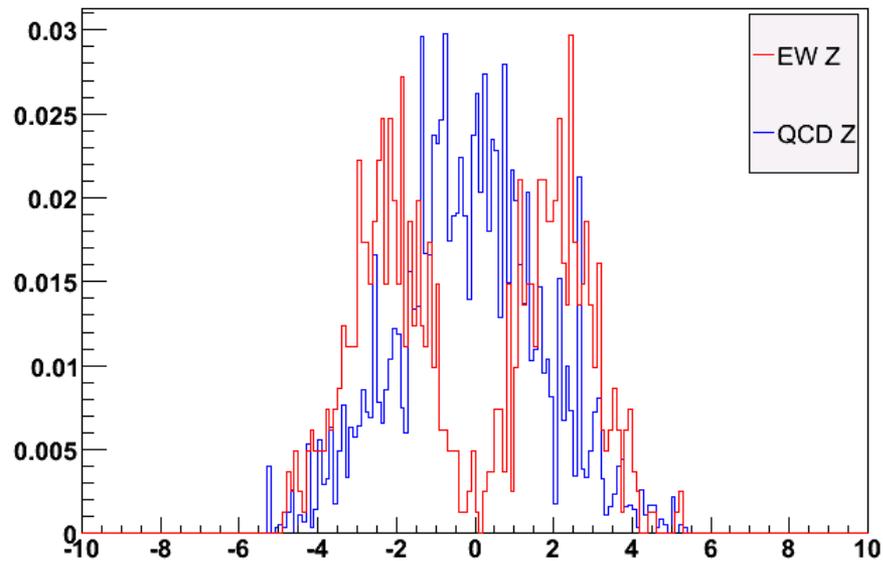
Jet3 Eta



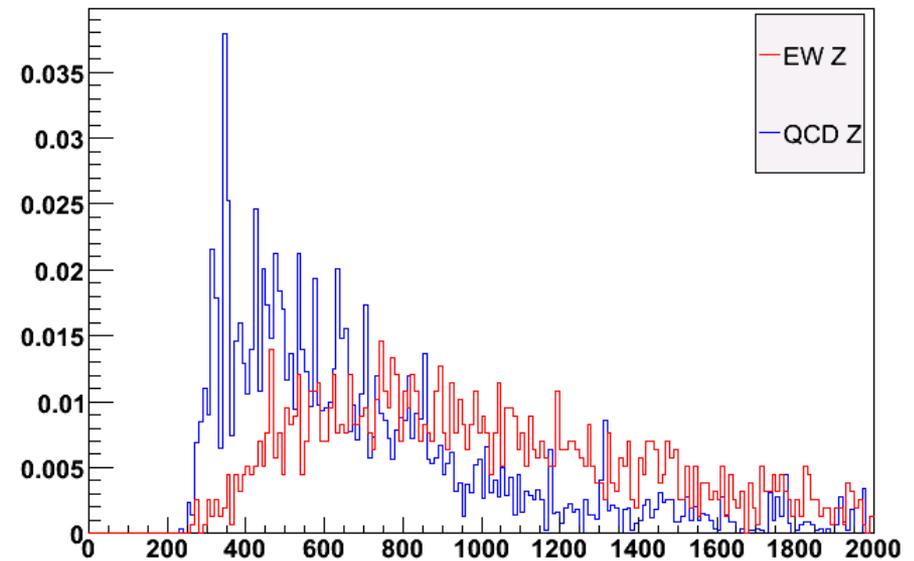
	EW Z	QCD Z	ttbar
Selection ①~⑥	75.6	877.5	12.7
$\Delta\eta > 3.0$	60.1	409.6	7.4
At least 3 jets	26.6	281.2	5.3

η^* 分布、di-jet mass 分布 ($\Delta\eta > 3.0$)

Jet Eta*



Mjj



$\Delta\eta > 3.0$ のときのフィッティングを用いると、

$\Delta\eta$ VS signal / (signal + BG)

at 1fb^{-1}

