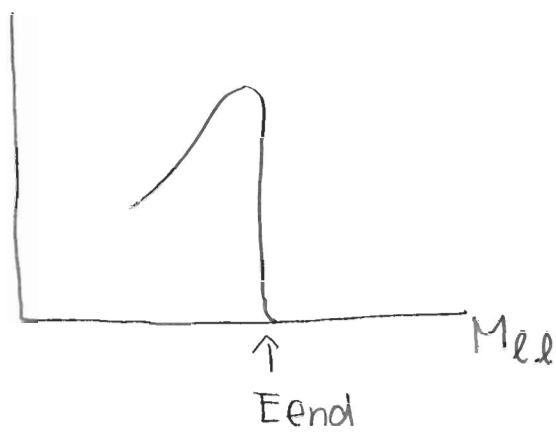


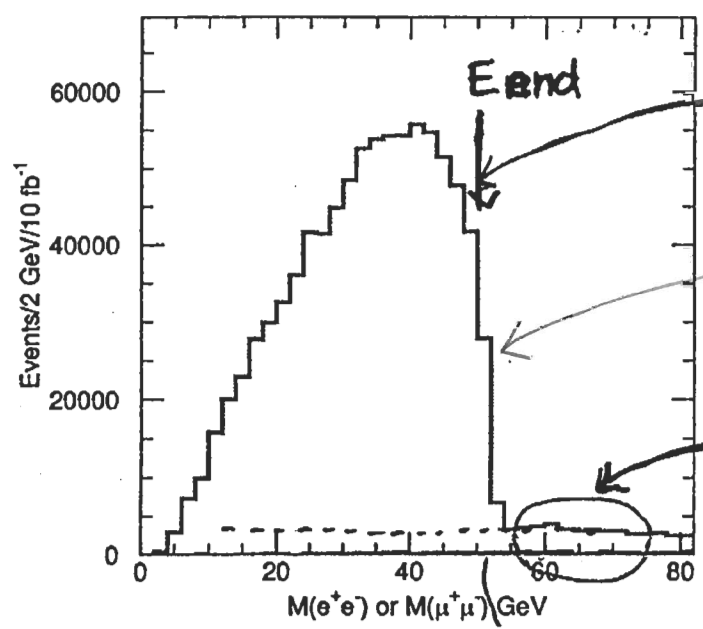


[1] Isolated lepton  $e, \mu, (\tau)$  hadronic decay  $L \rightarrow \tau$   
 "Same flavour lepton pair"  $\rightarrow M_{\ell\ell}$   $\epsilon \tau$ -jet  $L \rightarrow ID$



end pointがある  
 ↓  
 これが運動量の情報と運んでいる

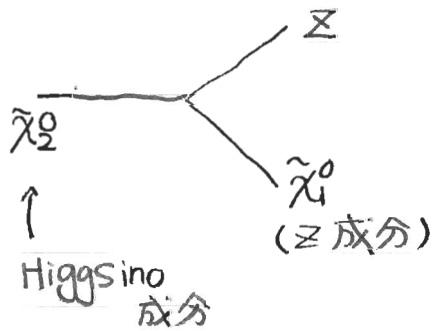
①  $E_{end} < m_Z$   $\leftarrow$  丸みのある分布  
 3 body  $\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \ell\ell \tilde{\chi}_1^0$



$E_{end} = m_{\tilde{\chi}_2^0} - m_{\tilde{\chi}_1^0}$   
 精度は統計0.1%程度  
 $\tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow \ell^\pm \nu \tilde{\chi}_1^0$   
 $\downarrow$   
 $ee + \mu\mu - 2e\mu$   
 の分布を引く

↓  
 別々の粒子からのコントニはこのSF-DFで除く

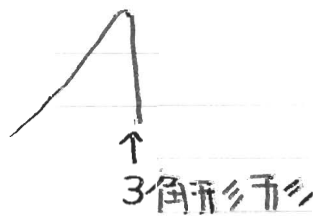
②  $m_{0e} = m_z$  Peak



このあたりで  
Higgsino 成分が  
分かる  
↓  
m<sub>SUGRA</sub>では小さい

- ①  $\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\ell}_R \ell$  で Br が小さい時
- ②  $\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow h \tilde{\chi}_1^0$  が小さい時
- ③ 上の2つがダメで  $\Delta m > m_{1/2}$

③  $E_{end} > m_z$   
又は  
 $E_{end} < m_z$

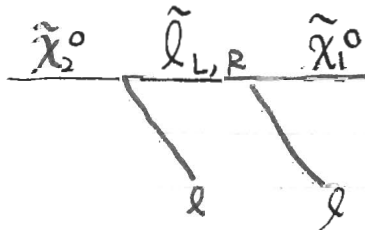


一般に Br が大きい

もしも  $m_0$  が小さい

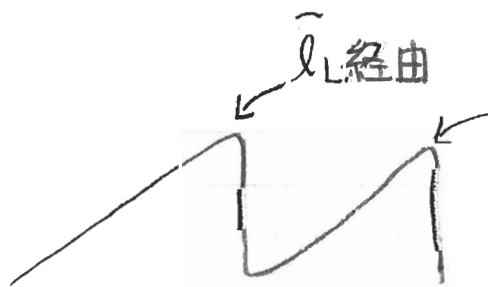
$$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\ell}_R \ell \rightarrow \ell \ell \tilde{\chi}_1^0$$

$$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\ell}_L \ell \rightarrow \ell \ell \tilde{\chi}_1^0 \rightarrow 2 \text{ edges が 見える}$$



→ end point

は3変数の関数



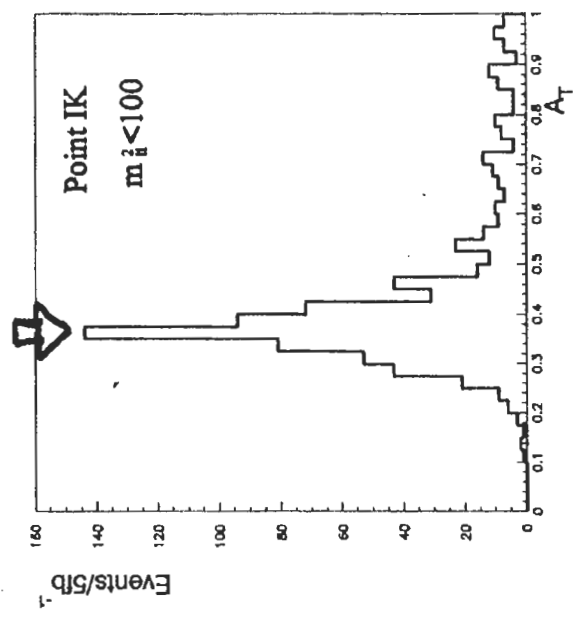
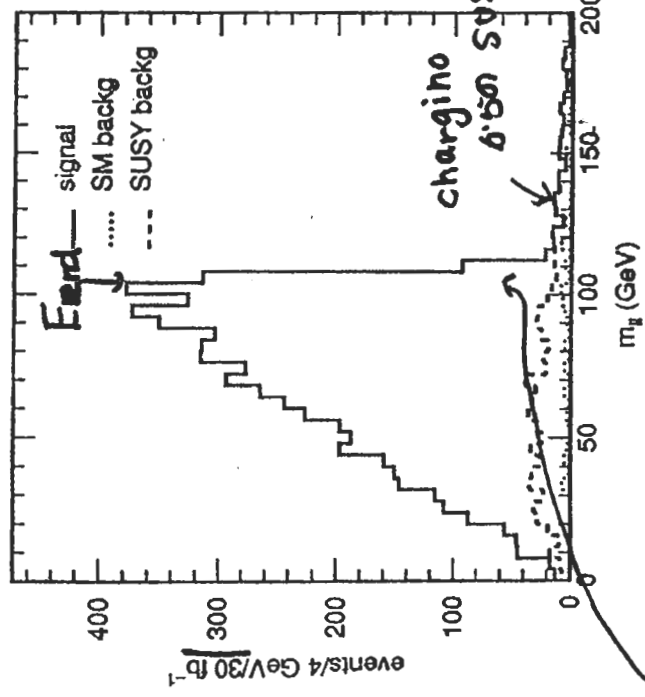
2つ見えた

→ SUSY 10-10

$$\left( m_0^2 + 0.5 m_{1/2}^2 < (0.8 m_{1/2})^2 \right)$$

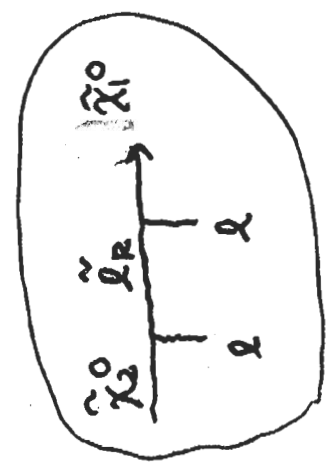
$$m_0 \lesssim 0.38 m_{1/2}$$

$E_{end} \gtrsim m_{\tilde{Z}}$  (2body decay)



( $\tilde{g} \sim 700 \text{ GeV}$   $\tilde{\gamma} \sim 600 \text{ GeV}$  の例)

$$E_{end} = m_{\tilde{\chi}_0^0} \sqrt{1 - \frac{m_{\tilde{\tau}_R}^2}{m_{\tilde{\chi}_0^0}^2}} \sqrt{1 - \frac{m_{\tilde{\tau}_L}^2}{m_{\tilde{\chi}_0^0}^2}}$$



$\tilde{\tau}_R$  が重い程,  $\tilde{\tau}_R$  から  
出た lepton のエネルギーは  
小さくなる。

$$A_{\tau} \equiv \frac{P_{\tau_2}^L}{P_{\tau_1}^L} \quad (P_{\tau_1}^L > P_{\tau_2}^L)$$

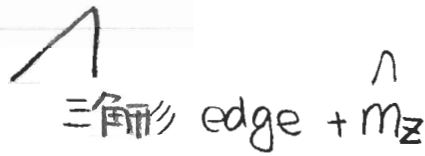
$$A_{\tau}^{Peak} \sim \frac{m_{\tilde{\chi}_0^0}^2 - m_{\tilde{\tau}_2}^2}{m_{\tilde{\tau}_2}^2 - m_{\tilde{\chi}_0^0}^2} \quad (m_{\tilde{\tau}_2} \text{ の単調減少})$$

$L \sim 30 \text{ fb}^{-1}$   
 $E_{end}$  約 0.5% の精度

3変数のうち2つ決まる

④

②+③

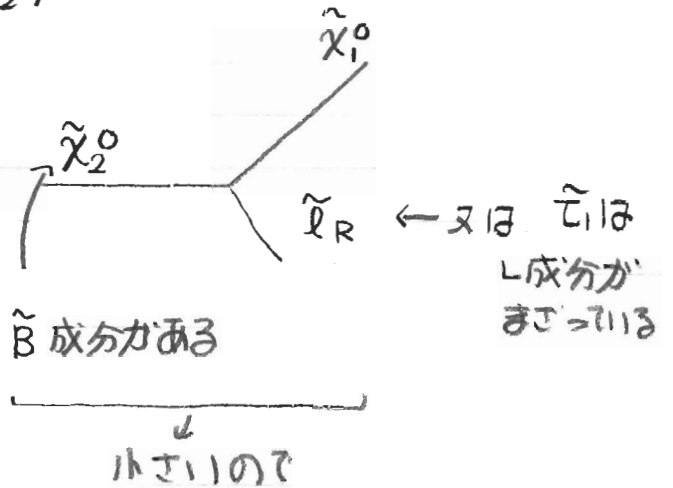


強II (大至る) edge に小至る  $m_Z$  かのていほ

$$m_0^2 + 0.15 m_{1/2}^2 < (0.8 m_{1/2})^2$$

$$0.38 m_{1/2} < m_0 < 0.7 m_{1/2}$$

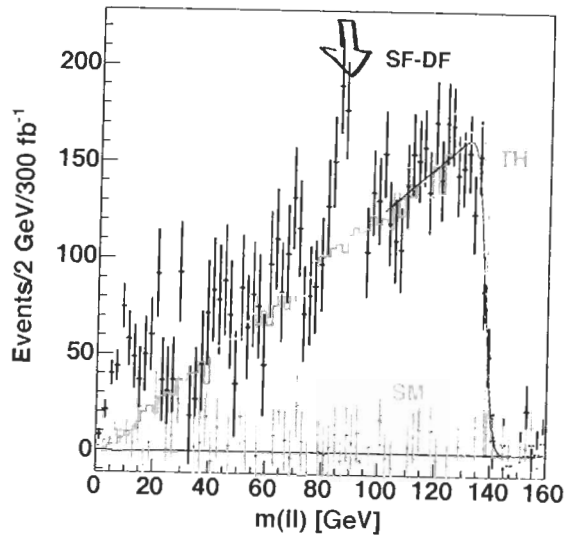
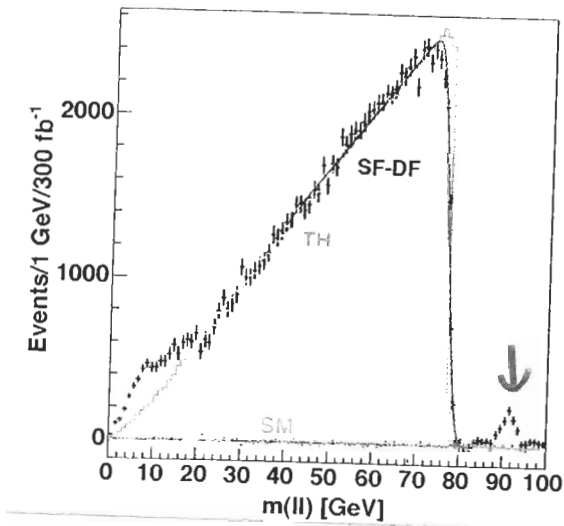
$$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\ell}_R \ell \rightarrow \ell \ell \tilde{\chi}_1^0$$



$$(0.8 - 0.4) m_{1/2} \sim 0.4 m_{1/2} > m_Z$$

$$m_{1/2} > 230 \text{ GeV ほど}$$

$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \sum \tilde{\chi}_i$  の成分を寄与



↑  
 $m_{1/2} = 250$

$m_0 = 0.4 m_{1/2}$

↑  
 $m_{1/2} = 400 \text{ GeV}$

⑤

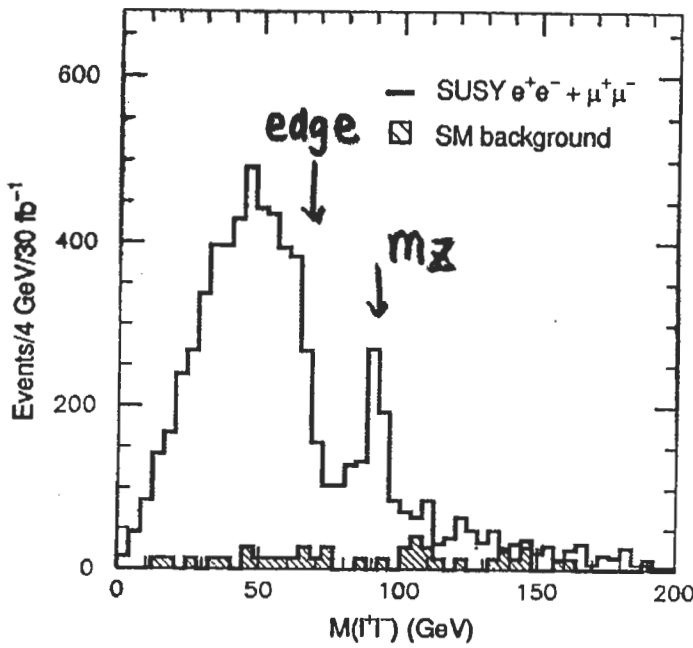
①+②

Zと別のedgeの2つ見えた時



→ 3body は小さいのに

$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 Z$   
並存は難しい



"edge"

は ① と同じ

$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \ell\ell\tilde{\chi}_1^0$   
(3 body)

$\tilde{\chi}_2^\pm \rightarrow Z\tilde{\chi}_1^\pm$   
 $\tilde{\chi}_{3,4}^0 \rightarrow Z\tilde{\chi}_{1,2}^0$

の Z は??

可能性 (1)

$\tilde{g} \rightarrow \tilde{\chi}_2^+ \tilde{\chi}_{3A}^0$   $\wedge$  の Br がある

⇒  $\tilde{\chi}_2^+, \tilde{\chi}_{3A}^0$  に Bino, wino 成分がある

⇒ mixed region

$m_{1/2} \sim 1 \mu\text{eV}$

可能性 (2)

$\tilde{g} \rightarrow b\tilde{b} \rightarrow t\tilde{t}$

$\tilde{t}, \tilde{b} \rightarrow \tilde{\chi}_2^+, \tilde{\chi}_{3,4}^0$   
↓ Yukawa coupling  $\lambda$

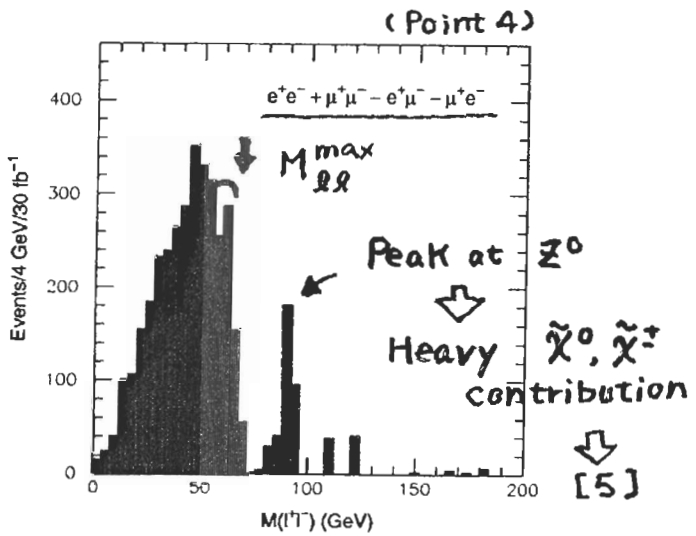
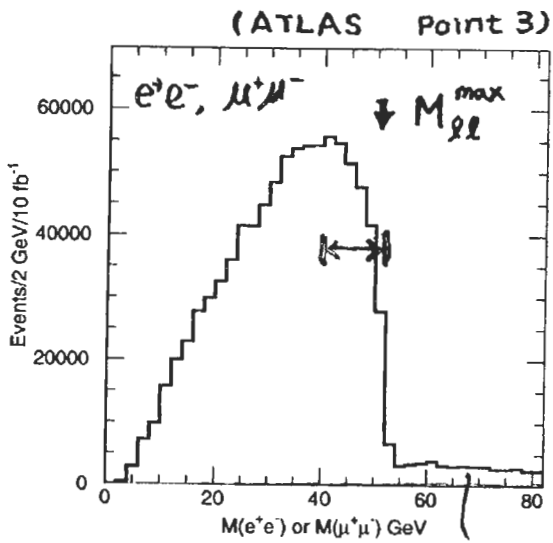
この場合、 $\mu$  を決める  
ことが可能  
にある

⇒  $\tilde{t}, \tilde{b}$  reconstruction  
をしてみる

(ZのPrは、素直の  $\tilde{\chi}_2^+$  や  $\tilde{\chi}_{3A}^0$  の mass に比例する)

3body decay の時は  $\tilde{\chi}_2^0$  の運動量を再構成出来る,

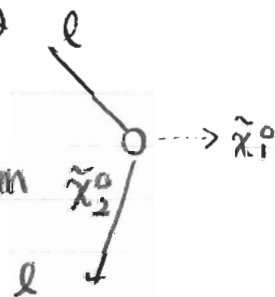
event by event



tail comes from chargino

Kinematic edge の付近では

$\tilde{\chi}_1^0$ ,  $(\ell\ell)$ 系も  $\tilde{\chi}_2^0$  の rest system できている



$$\vec{p}_{\tilde{\chi}_2^0} = \left(1 + \frac{m_{\tilde{\chi}_1^0}}{M_{\ell\ell}}\right) \vec{p}_{\ell\ell} \quad \text{in Lab系}$$

[2] b-jet (B-tag  $\epsilon=50\%$   $R=100$ )

① 比較的 soft ( $P_T \geq 50 \text{ GeV}$ ) bjet

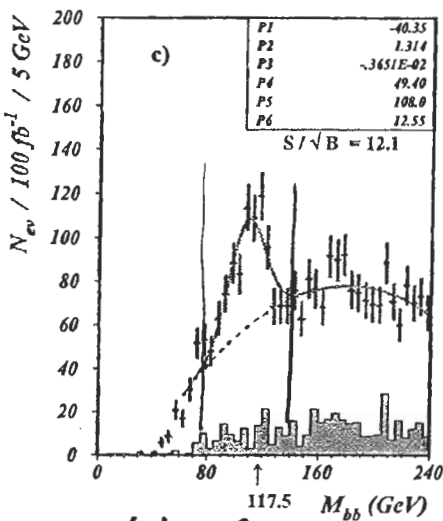
$$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow R \tilde{\chi}_1^0$$

$$\hookrightarrow bb \text{ (85-90\% Br)}$$

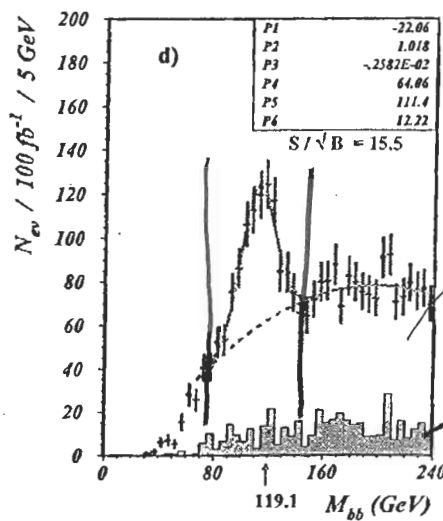
$E_T > 300$   
 bjet 2本  $P_T > 50 \text{ GeV}$   
 no-lepton  
 $|P_T| > 100 \text{ GeV}$  jet 2本

$$\tilde{g}\tilde{g} \rightarrow gg \tilde{\chi}_2^0 \tilde{\chi}_1^0$$

$$\hookrightarrow R \tilde{\chi}_1^0 \text{ 加 enhance } \epsilon=5\% \text{ for } 1 \text{ TeV}$$



( $\tan\beta = 10$ )



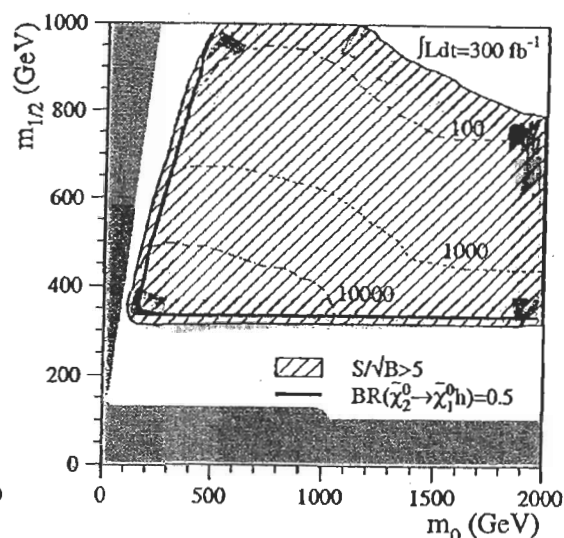
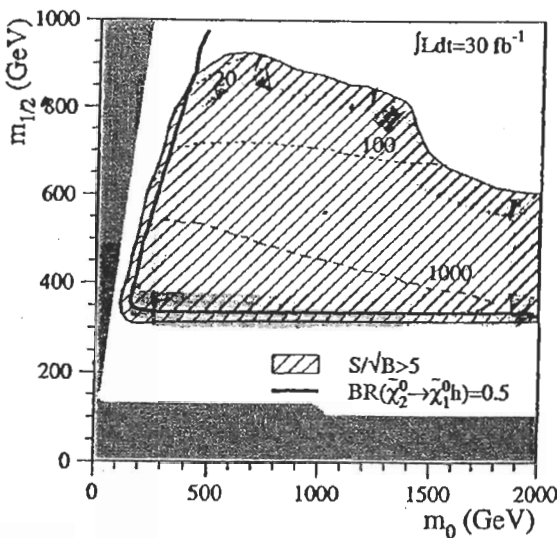
( $\tan\beta = 30$ )

$\tilde{D}$  タウの BG

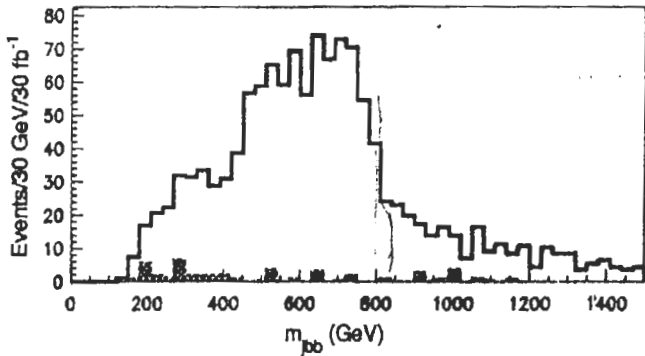
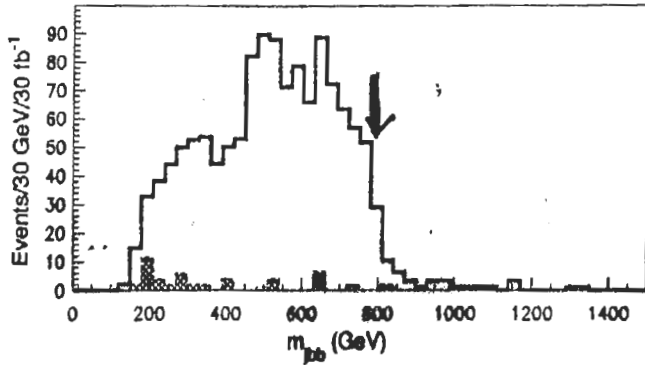
(CMS:  $m_0 = m_{1/2} = 500$ )

SM Background

$5\sigma$  Reach in mSUGRA parameter space:  $\tan\beta = 10, \mu > 0$







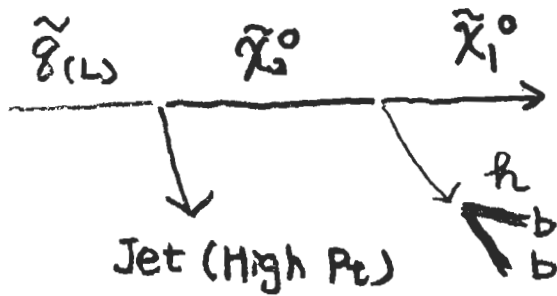
$M_{bb} \sim M_R$  window  
の 2つの bjet と  $\sim 25\%$

High  $P_t$  ( $> 100 \text{ GeV}$ )  
の jet の invariant  
mass

• high  $P_t$  jet は 2本  
以上ある  
(CUTの条件)

全ての組み合わせ

このうち、山と谷の分布は "edge"  
が見える。



$$M_{Rg}^{\max, 2} = R^2 + (\tilde{q}^2 - \tilde{\chi}_2^2) \left[ \frac{\tilde{\chi}_2^2 + R^2 - \tilde{\chi}_1^2 + \sqrt{(\tilde{\chi}_2^2 - R^2 - \tilde{\chi}_1^2)^2 - 4R^2\tilde{\chi}_1^2}}{2\tilde{\chi}_2^2} \right]$$

"edge" は  $30 \text{ GeV}$  の精度で決まる

未知数3つ ( $\tilde{q}, \tilde{\chi}_2, \tilde{\chi}_1$  の mass)

1つ対して 1つの条件が決まる

他の mode ( $\tilde{q}(R) \rightarrow q + \tilde{\chi}_1^0, \tilde{q} \dots$ )

を用いると、massは決まる!!

② high  $P_t$  b 又は

SUSY 11-14  
SUSY 11-10

\* bb-mass が Peak を作るからである。

→  $\tilde{b}$  の効果を疑ってみる。

( Large  $\tan\beta$  の時は、  
特異に )

$$\tilde{g} \rightarrow \tilde{b}_1 b$$

$$\quad \quad \quad \hookrightarrow b \tilde{\chi}_{1,2}^0$$

(1,2 の割合は SUSY Parameter に  
かゝる)

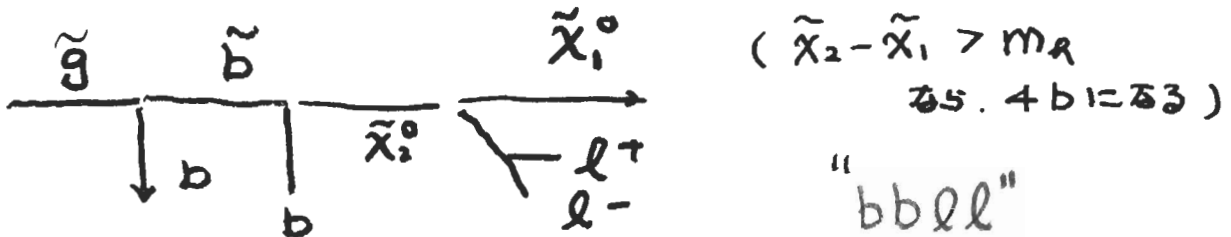
•  $L \leftrightarrow R$  が、そんなに大さくはない時は、

$$\tilde{b}_1 \sim \tilde{b}_L \text{-like}$$

→  $\tilde{\chi}_2^0$  (Wino 成分)  $\wedge$  行く。

2-1

$\tilde{\chi}_2^0$  に行く時。



この時  $M_{ll}^{end} \rightarrow \tilde{\chi}_2^0 - \tilde{\chi}_1^0$  が決まる

この end-point 付近の event を取ると  $\tilde{\chi}_1^0$  の  $\vec{P}$  in  $\tilde{\chi}_2^0$  系が小さい。

$$\vec{P}_{\tilde{\chi}_2^0} \doteq \left(1 + \frac{M_{\tilde{\chi}_1^0}}{M_{ll}^{end}}\right) \vec{P}_{ll}$$

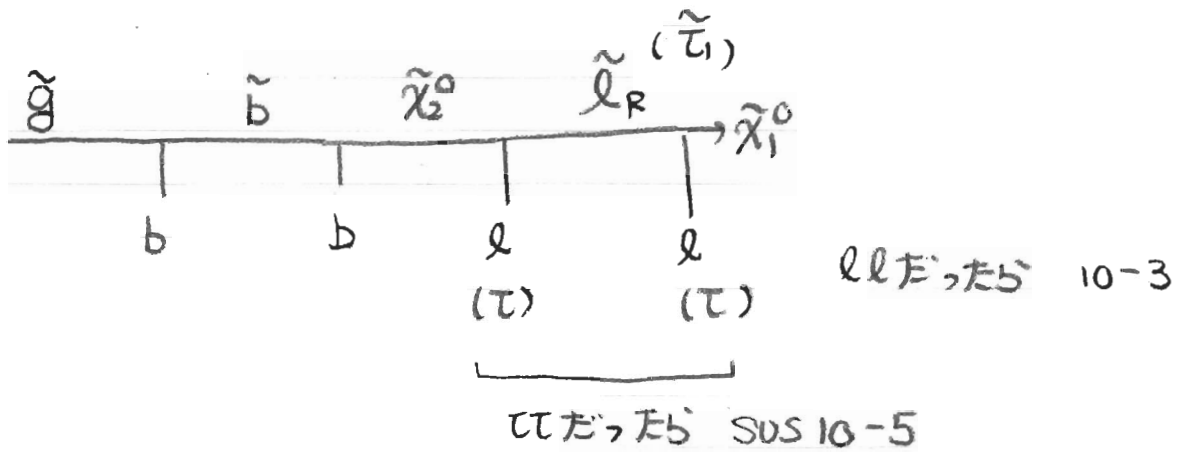
↓  
 $\tilde{\chi}_2^0$  の 4-vector が、 $(M_1, M_2)$  を変数として再構成  
出来る ( $\Delta m$  は  $ll$  から決まってくるので、  
未知数は 1 つ)

⇒  $\tilde{\chi}_2^0$  と  $b$ ,  $\tilde{\chi}_2^0 bb$  の end point が未知変数

1 つ (例えば  $m_{\tilde{\chi}_1^0}$ ) を残して、決めることが可能

(ex)  $\Delta m (\tilde{b}_1 - \tilde{\chi}_1^0) \sim 3\alpha_{em} \Gamma$  の精度

2-2

 $\tilde{L}_R$ が軽い時

10-6, 10-7の再構成をbについておこなう

 $\tilde{b}$ を  $bll$  か小さい条件でつくる

$$M_{bll}, M_{bl}^{\max}, M_{be}^{\min}$$

 $M_{bll} \rightarrow \hat{g}$ の情報までに

2-3

もし SF-DFで edgeが出来る時

⇒  $\hat{t}$ の効果を検討する  $\rightarrow$  SUSY 10-14

▶ 4 b-Jet

• 2bを組んでみて. Peakが出るのは

2つは.

$$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow R \tilde{\chi}_1^0 \text{ を疑う.}$$

残りは. 前のストーリーで. 解析してある.

$$ll \rightarrow R(\rightarrow bb) \text{ とわかる. 511.}$$

• もし. peakが出る場合 ...

①  $\tilde{g} \rightarrow \tilde{b}b \rightarrow bb\tilde{\chi}^0 \quad \times 2$

②  $\tilde{g} \rightarrow t\tilde{t} \rightarrow tt\tilde{\chi}_1^0 \text{ (top + } \cancel{E_T})$

⋮

の川原序で ストーリー を考えて.

やってみるんでしょね.

↓

lepton の SF  
DF の差

SF が 99%

①  $\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow ll\tilde{\chi}_1^0$  の シグナル

SF, DF が 同じ

②  $\tilde{g} \rightarrow t\tilde{t} \rightarrow tt\tilde{\chi}_1^0$

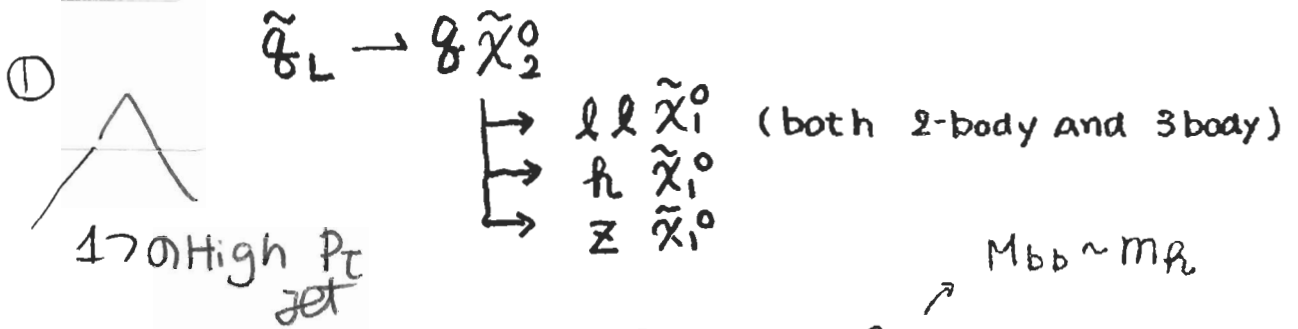
$\tilde{t}\tilde{t} \rightarrow tt\tilde{\chi}_1^0\tilde{\chi}_1^0$

ゆえに  $\cancel{E_T}$  が 大きい

③  $\left( \begin{array}{l} \tilde{t} \rightarrow b\tilde{\chi}_1^+ \\ \quad \quad \quad \hookrightarrow ll\tilde{\chi}_1^0 \end{array} \right)$

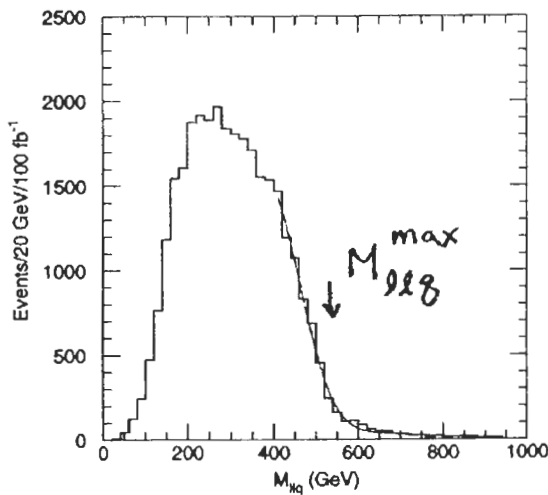
の シグナル ...

# Upper Ladder of Cascade decay

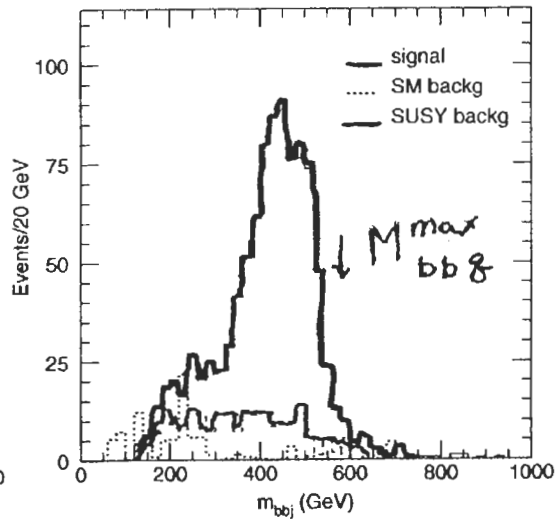


Invariant Mass of  $g ll$  or  $g bb$

①-1 "edge" have kinematic edge.  
 (not so clear due to limited E-resolution)



( ATLAS Point 5



Point 1)

$$M_{llg}^{max} = \sqrt{\frac{(m_{\tilde{g}_L}^2 - m_{\tilde{\chi}_2^0}^2)(m_{\tilde{\chi}_2^0}^2 - m_{\tilde{\chi}_1^0}^2)}{m_{\tilde{\chi}_2^0}^2}}$$

$$M_{bbg}^{max} = \text{func}(m_{\tilde{g}_L}, m_{\tilde{\chi}_2^0}, m_{\tilde{\chi}_1^0})$$

⇒ Edge can be determined with a few %

(1-2) → mass peak

# Direct reconstruction of $\tilde{g}_L$ mass

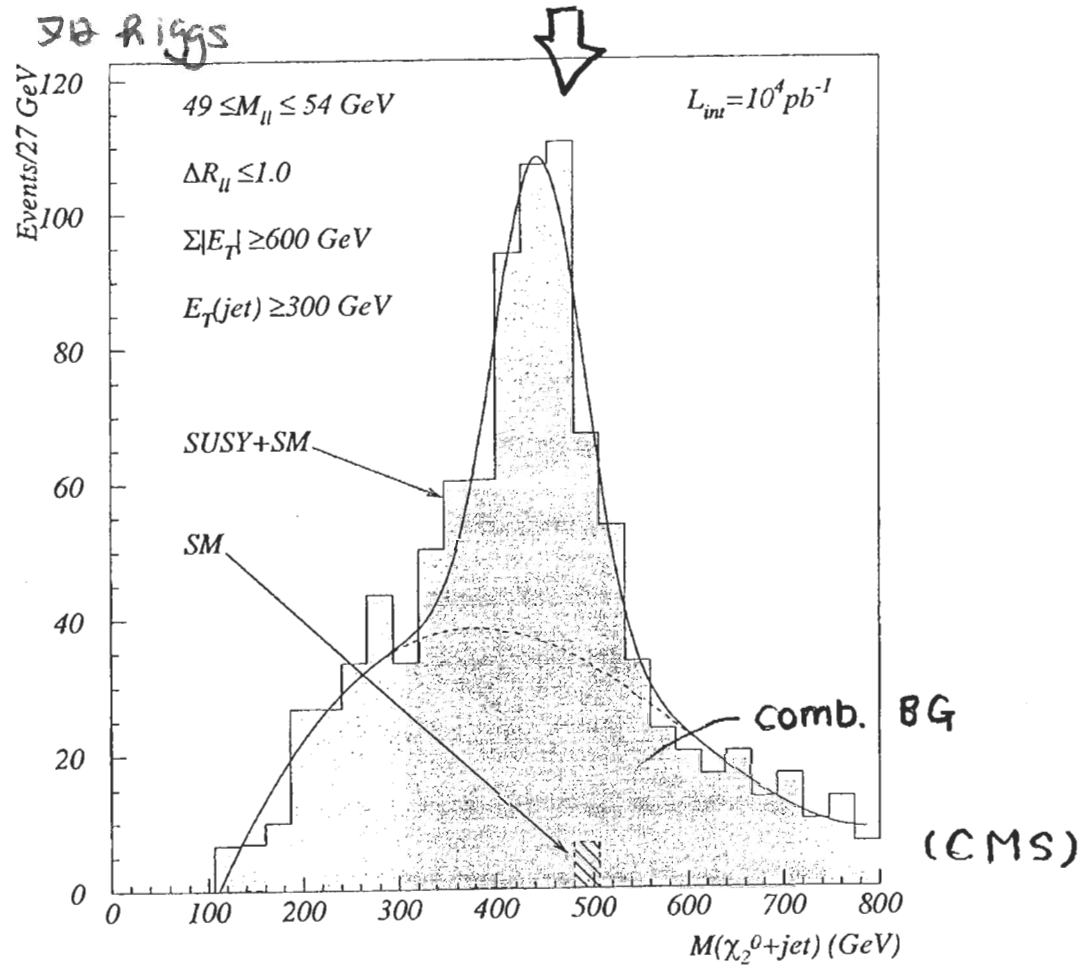
Near the edge of  $M_{ll}$  for  $\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow ll\tilde{\chi}_1^0$  (3-body)

$$\vec{P}_{\tilde{\chi}_2^0} = \left(1 + \frac{m_{\tilde{\chi}_1^0}}{M_{ll}}\right) \vec{P}_{ll}$$

⇒  $\tilde{g}_L \rightarrow \tilde{\chi}_2^0 g$  can be directly reconstructed  
 (assuming  $m_{\tilde{\chi}_1^0} = \frac{1}{2} m_{\tilde{\chi}_2^0}$ )  
 $\Delta m$  is measured from edge.

再構成出来る  
 のは 3body  
 の RIGGS

Peak appears at  $\tilde{g}_L$  mass.



$\tilde{g}_L$  mass can be determined (~5%)

①-3 jet の  $P_t$  自体も information

$$g_R \rightarrow g_{\tilde{\chi}_1^0}$$

$$(g_L g_R)$$

↳ 組み

それ以外に jet  
があるだけの event  
を除外)

High  $P_t$

$$P_t^{max}$$

$$\propto \frac{1}{2} m_{g_R} \left( 1 - \left( \frac{m_{\tilde{\chi}_1^0}}{m_{\tilde{g}}} \right)^2 \right)$$



4% 程度の精度

①-4

4jet like な時

$$\tilde{g} \rightarrow g g \tilde{\chi} \text{ が主要}$$

4jet high  $P_t$  jet + 3 lepton  
(no lepton)

$$(g\tilde{g} \rightarrow) \tilde{g}\tilde{g} \rightarrow g g \tilde{\chi}_2^0 \rightarrow ll \tilde{\chi}_1^0$$

$$g g \tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow ll \tilde{\chi}_1^0$$

↳ tri lepton

$$\text{no-lepton} \left( g g \tilde{\chi}_1^0 \right)$$

Br が小さい

$\tilde{g}$  があまり重くない時

$$g\tilde{g} \rightarrow g \tilde{g} g \text{ が主要}$$



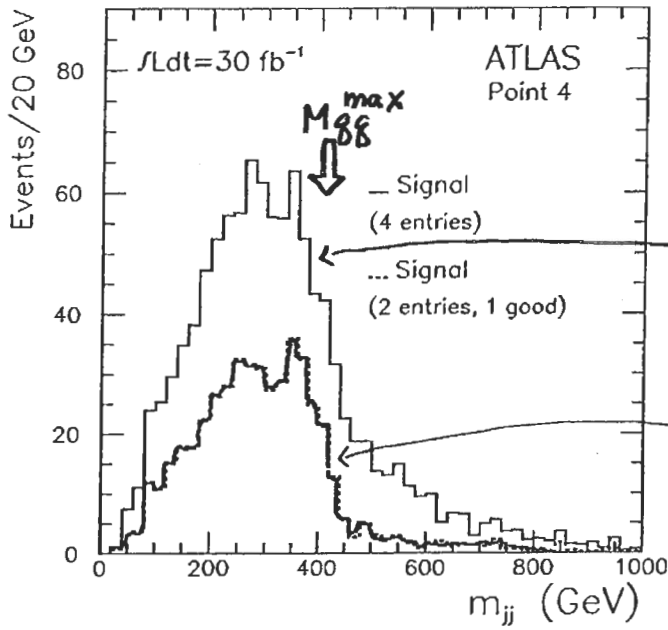
もう一本 jet が <

4jet の区

↓  
2> エスエフ Plot

等と

### 4 high Pt Jet $M_{gg}$



all comb.

} Largest Pt jet + 3rd or 4th  
 } 2nd Largest Pt jet + 3 or 4

Edge ( $M_{gg}^{max}$ ) appears at  $m_{\tilde{g}} - m_{\tilde{\chi}_2^0} / m_{\tilde{\chi}_1^\pm}$

Error  $\sim 1.5\%$  with  $\mathcal{L} = 300 \text{ fb}^{-1}$