



物理解析の現状

名古屋大学大学院理学研究科
早坂 圭司

グループ@ Belle



名古屋
大島さん

B I N P
(ロシア)

東北
山口さん

T V 会議

奈良女
林井さん

K E K
玉井さん



現在の取り組み

□ スペクトラル関数の測定

■ π^0

■ K_S

■ K

□ 2nd Class Current

■

□ LFV

■ μ, e

■ $3l$

■ μ, e

■ ρ

新物理とLFV



- 標準模型 レプトンの香り保存
- ニュートリノ振動 レプトンの香りの破れ

新物理の存在



荷電レプトンのセクターでは破れていないのか？

超対称模型 破れると予言



模型によって分岐比が大きいモードが違う



全部攻める

超対称模型とLFV



- μ
 - MSSM+right-handed (Phys.Rev.D59(1999)116005)
- e (Phys.Rev.D66(2002)115013)
- $3l$
 - +Higgs Mediated (Phys.Rev.Lett.89(2002) 241802)
- μ, e
 - +Higgs Mediated (Phys.Rev.D66(2002) 057301)

どのモードが最初に見えるか？



自然はどのモデルを選択しているのか？



Belle実験で収集された約 8×10^7 個の
のデータからこれらのモードを探す



KEKB 加速器

□ 非対称コライダー

• $e^+ : 3.5 \text{ GeV}, e^- : 8 \text{ GeV}$

$\sqrt{s} = 10.58(\text{GeV}) = \Upsilon(4s) \text{ mass}$

□ 世界最高のルミノシティ

Peak Luminosity

• $1.2 \times 10^{34} / \text{cm}^2 / \text{s}$

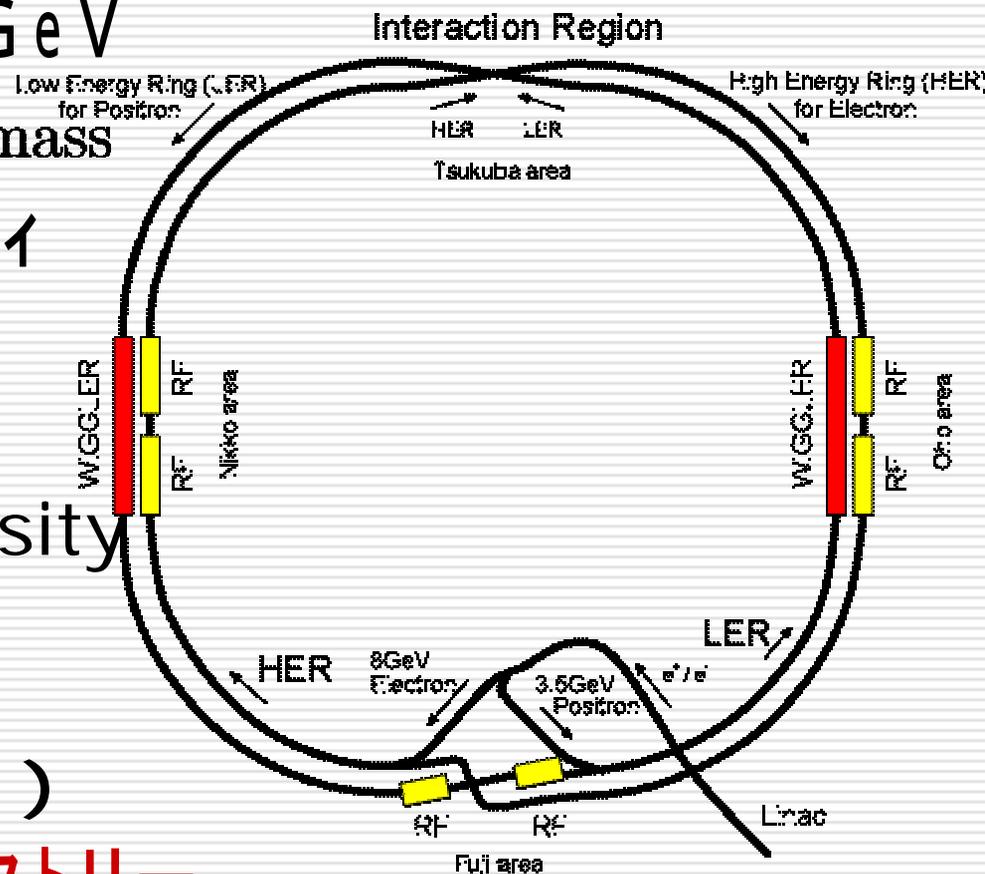
Total Logged Luminosity

• $210 / \text{fb}$

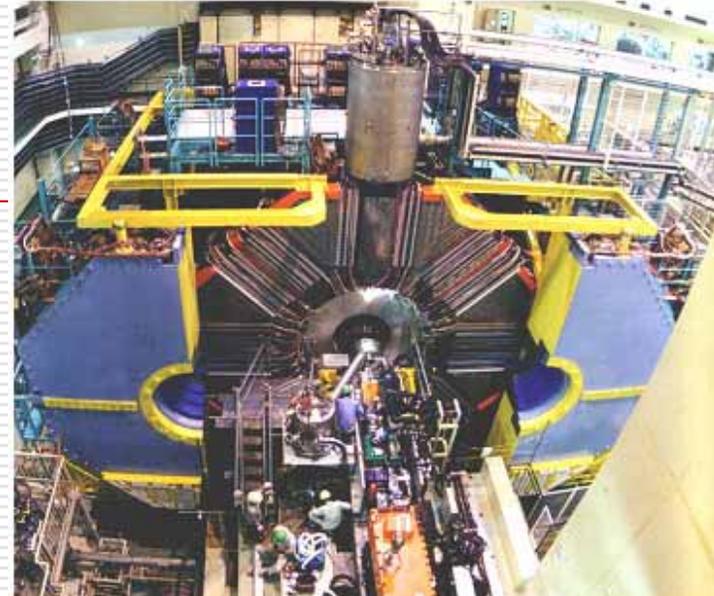
散乱断面積(nb)

$1.05(\text{bb}) : 0.911(\quad)$

Bファクトリーは 3ファクトリー



Belle検出器



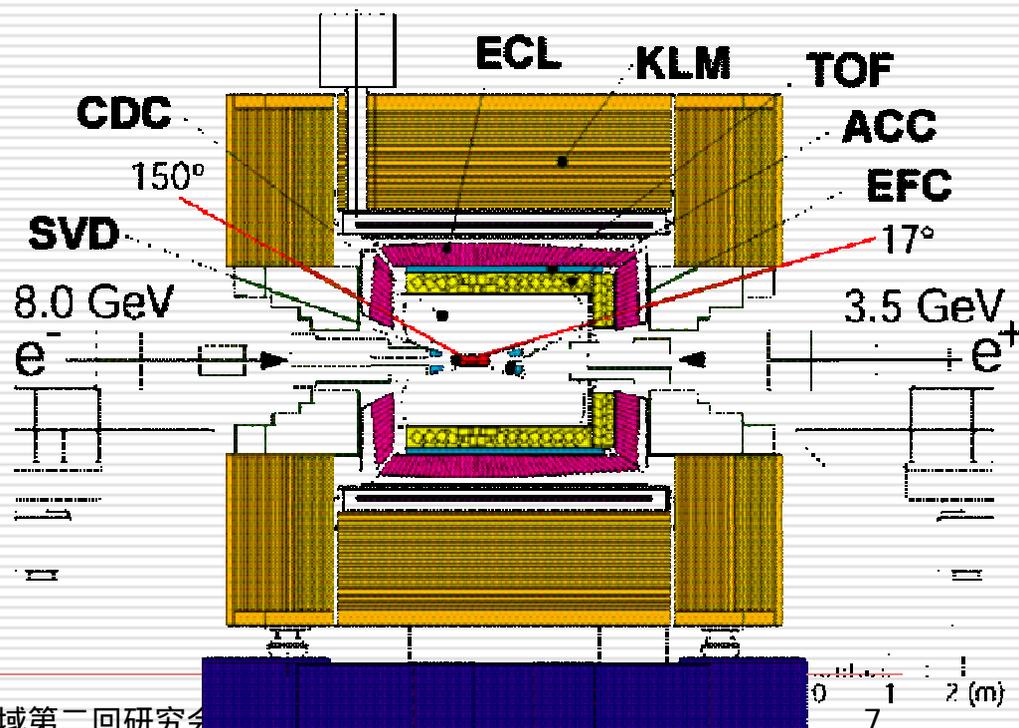
□ 前方 / 後方非対称検出器

□ KLM

■ μ / K_L の検出

□ ECL

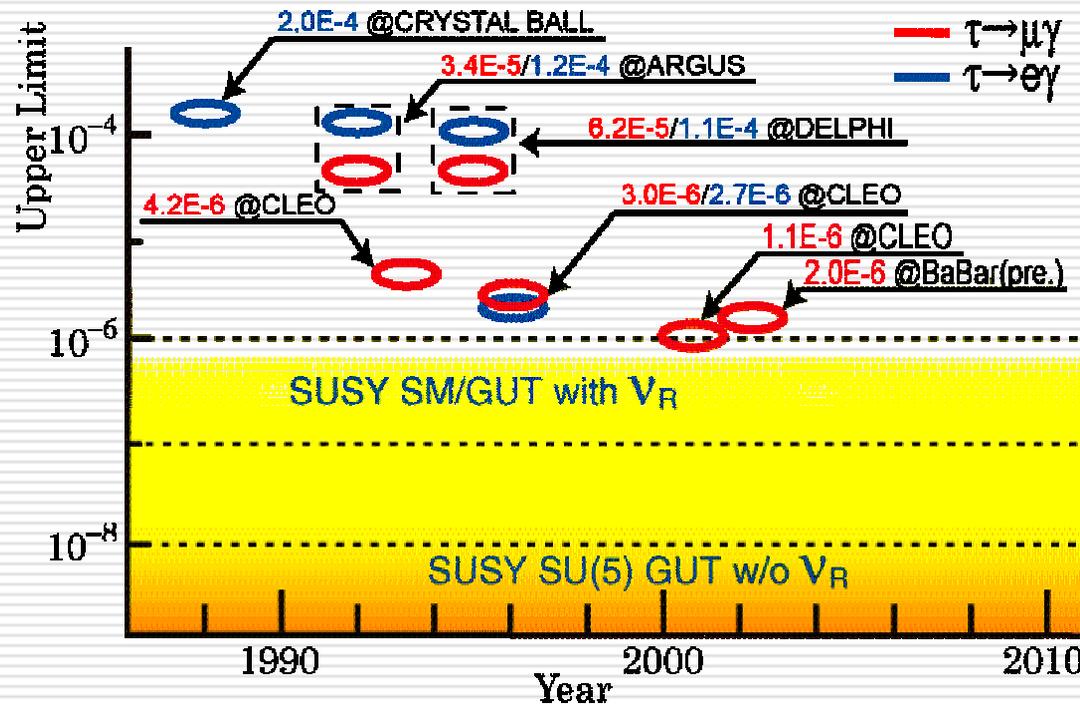
■ 電子と光子の検出



μ, e 探索の歴史



- 15年で2桁
- 最も楽観的な値
 $Br \sim 10^{-6}$
 そろそろ見える？



μ の探索 @ Belle

(Belle 実験で収集された約 8×10^7 個の のデータ)

Phys. Rev. Lett. に投稿中 (hep-ex/0310029)

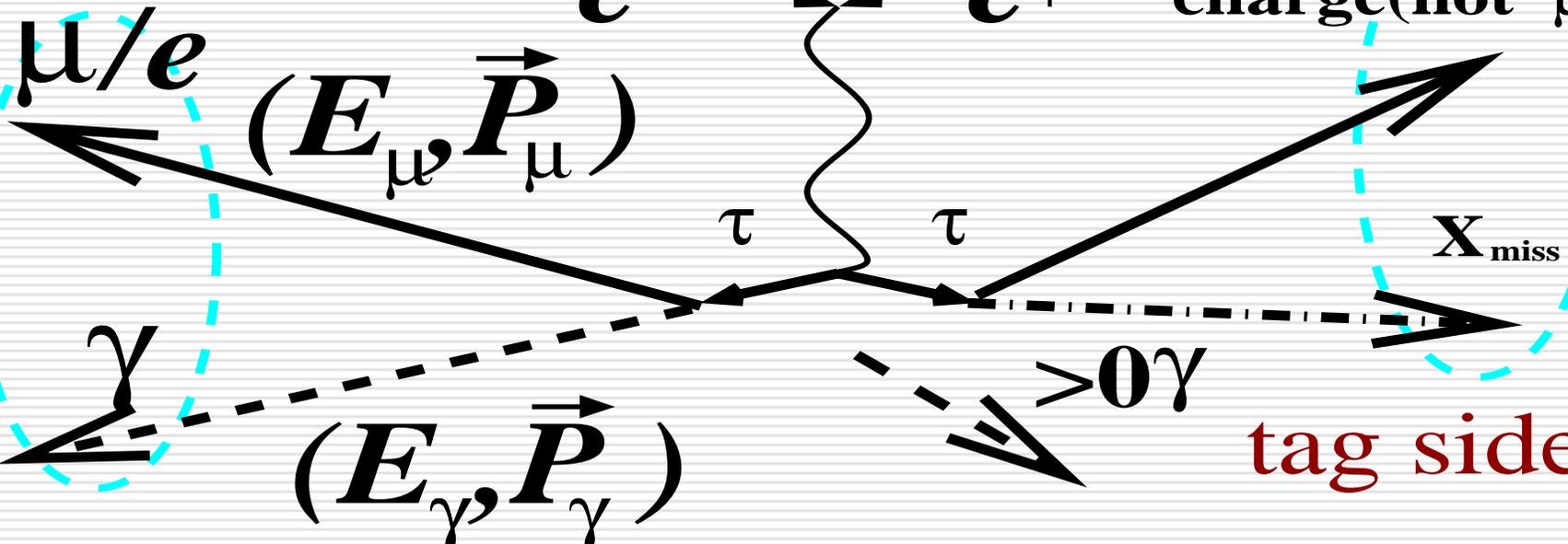
μ の探索



signal side

見たい事象

charge(not μ/e)



$$\Delta E = E_{\mu/e}^{\text{CM}} + E_{\gamma}^{\text{CM}} - E_{\text{beam}}^{\text{CM}} \sim 0(\text{GeV})$$

$$M_{\text{inv}} = \sqrt{(P_{\mu/e} + P_{\gamma})^2} \sim \tau \text{ mass}$$

μ (MC)



背景事象 (BG) の評価 MCデータで

□ MCによって生成されたデータ

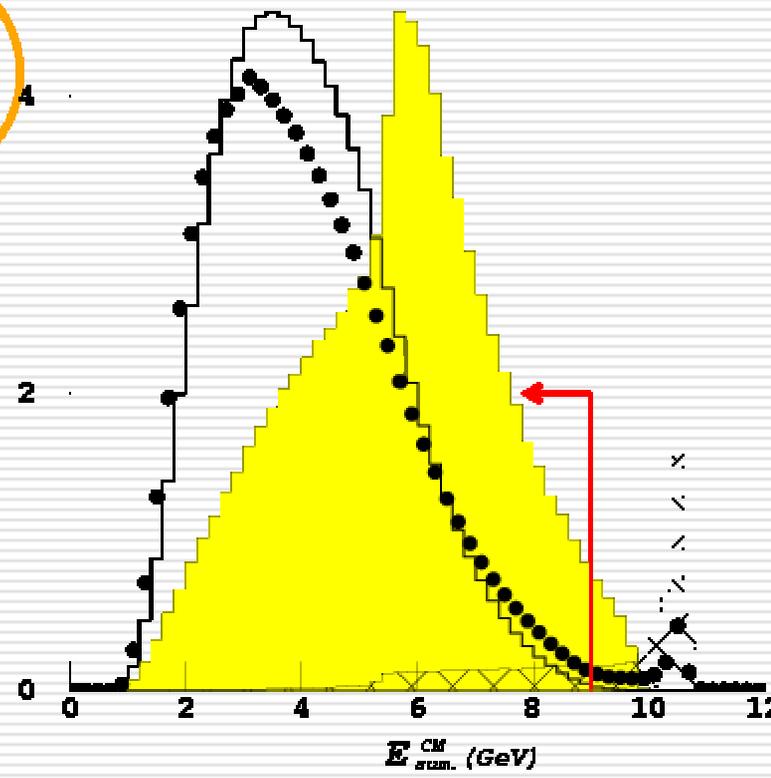
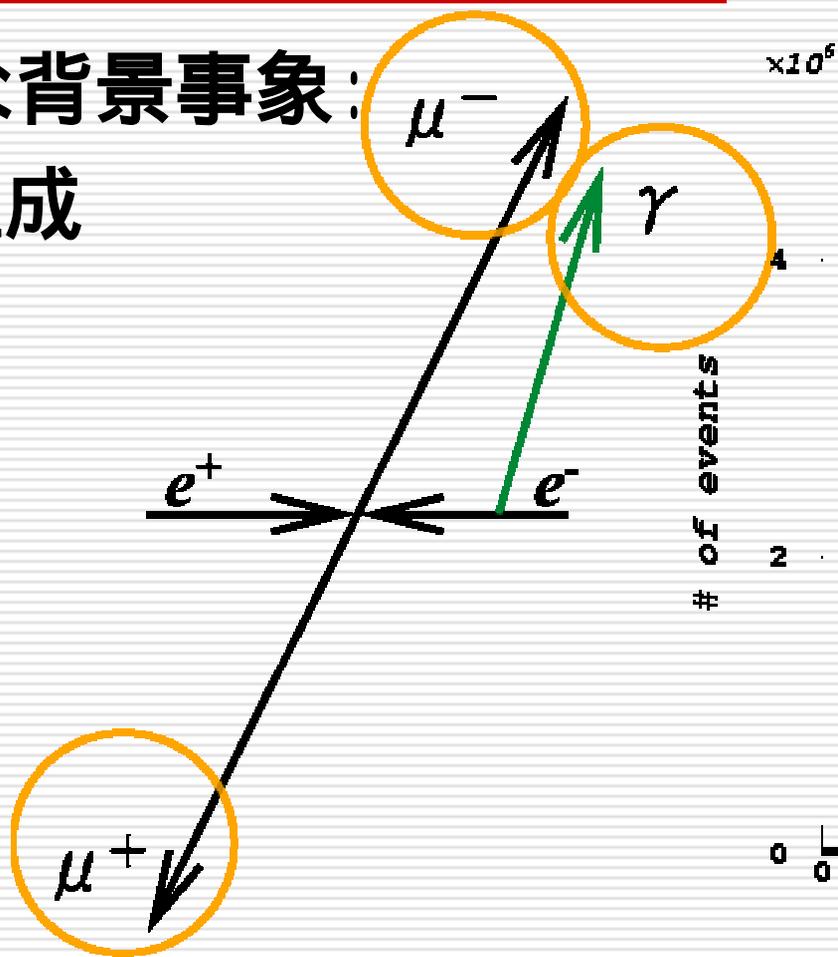
- 信号事象
- 一般の 対生成
- μ 対生成、Bhabha過程
- クォーク対生成
- 2Photon 過程等

これらを利用して背景事象を徹底的に落とす

信号数の評価 Unbinned Maximum Likelihood fit
信号とBGの分布関数が必要 MC利用

μ (BG: $\mu\mu$)

□ 主な背景事象:
 μ 対生成

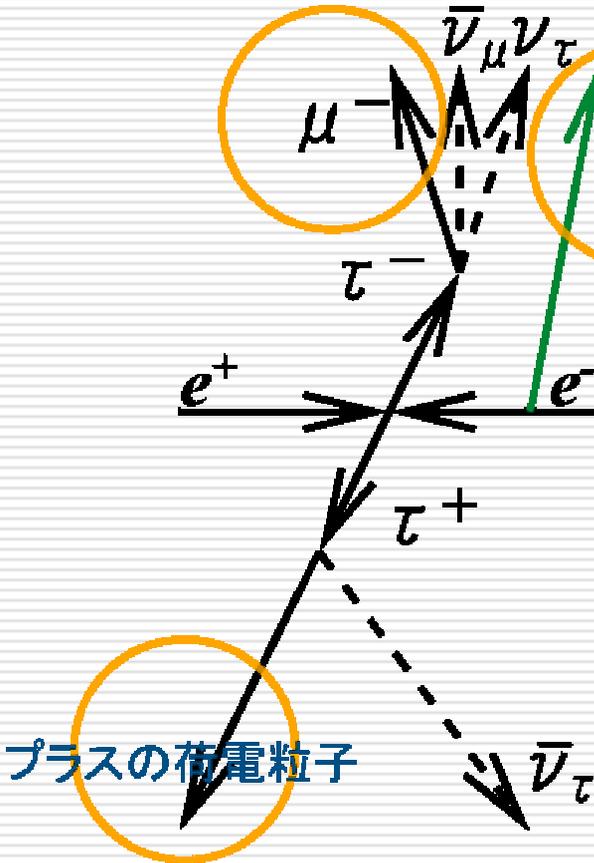


荷電粒子のエネルギー + 光子のエネルギー @ CM系

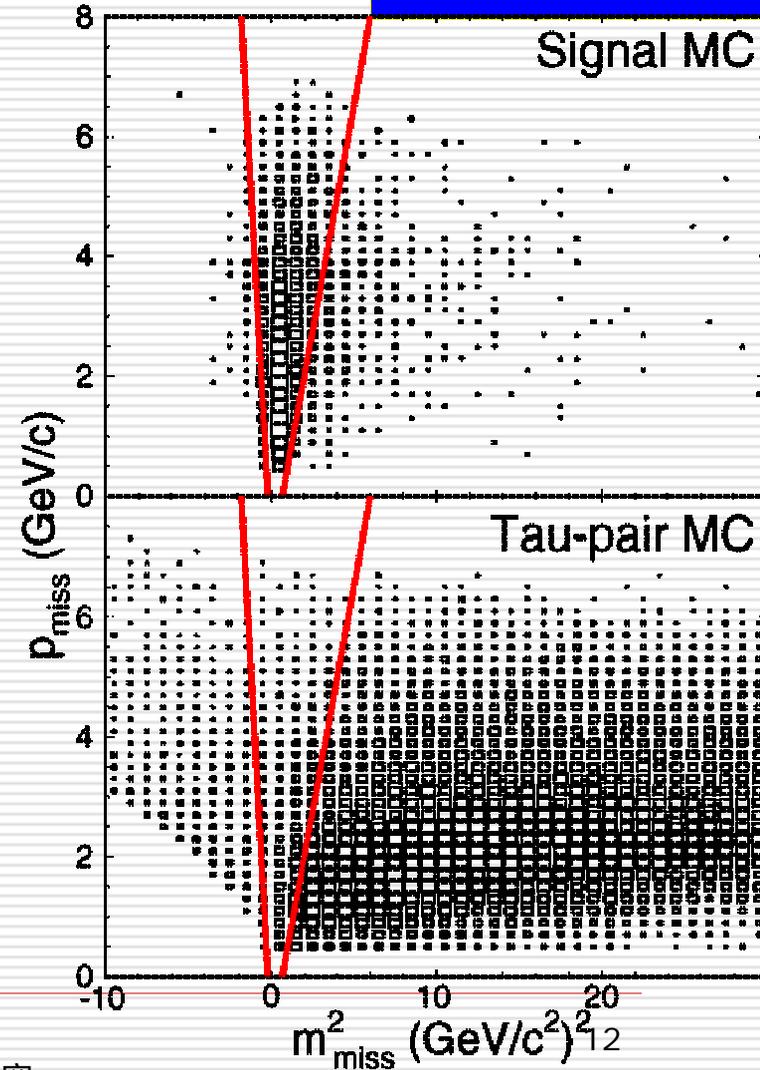
μ (BG:)



□ 主な背景事象： 対生成



欠損運動量と
欠損質量の
分布を利用



μ : 信号事象



□ 信号数の評価は

M_{inv} - E 平面上

□ 信号事象MCによる

分解能の評価

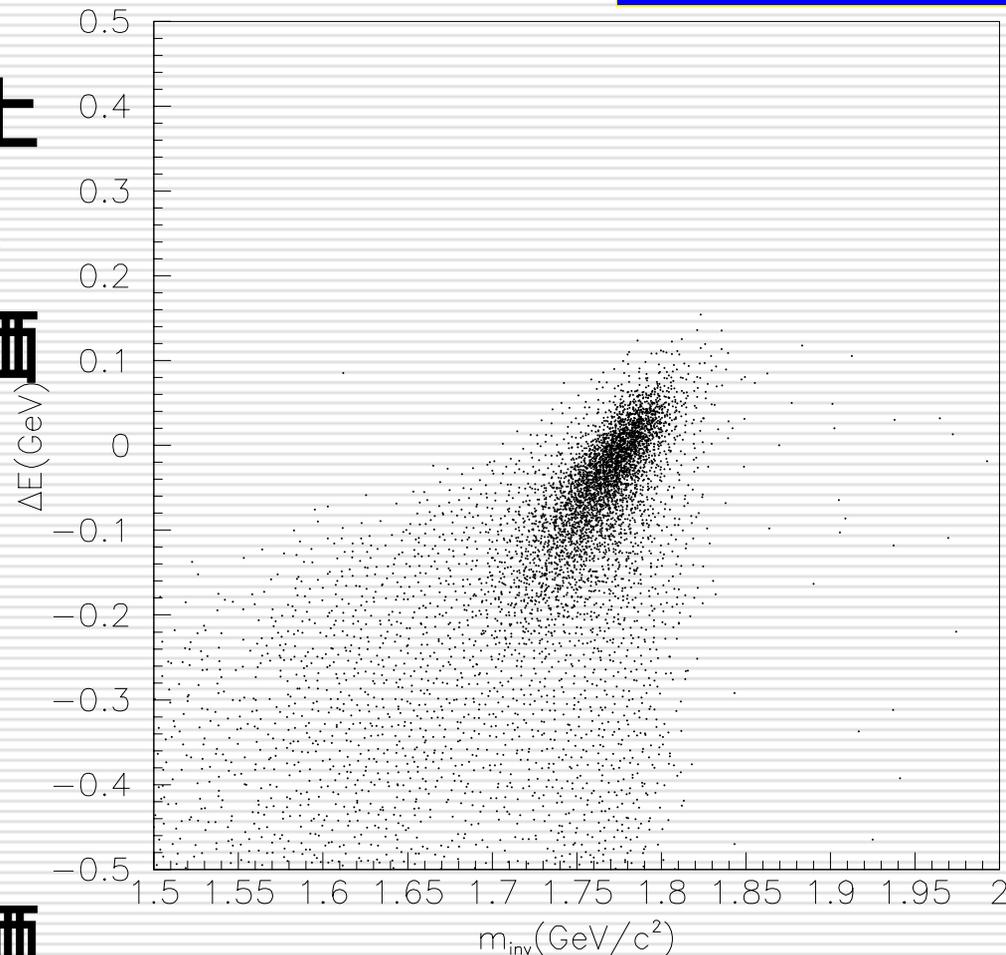
$\sigma_{\Delta E}$: 75.4/33.7 MeV

σ_M : 23.1/15.0 MeV/c²

中心値

$M_{inv} = 1.777 \text{ GeV}/c^2$

$E = -1.1 \text{ MeV}$



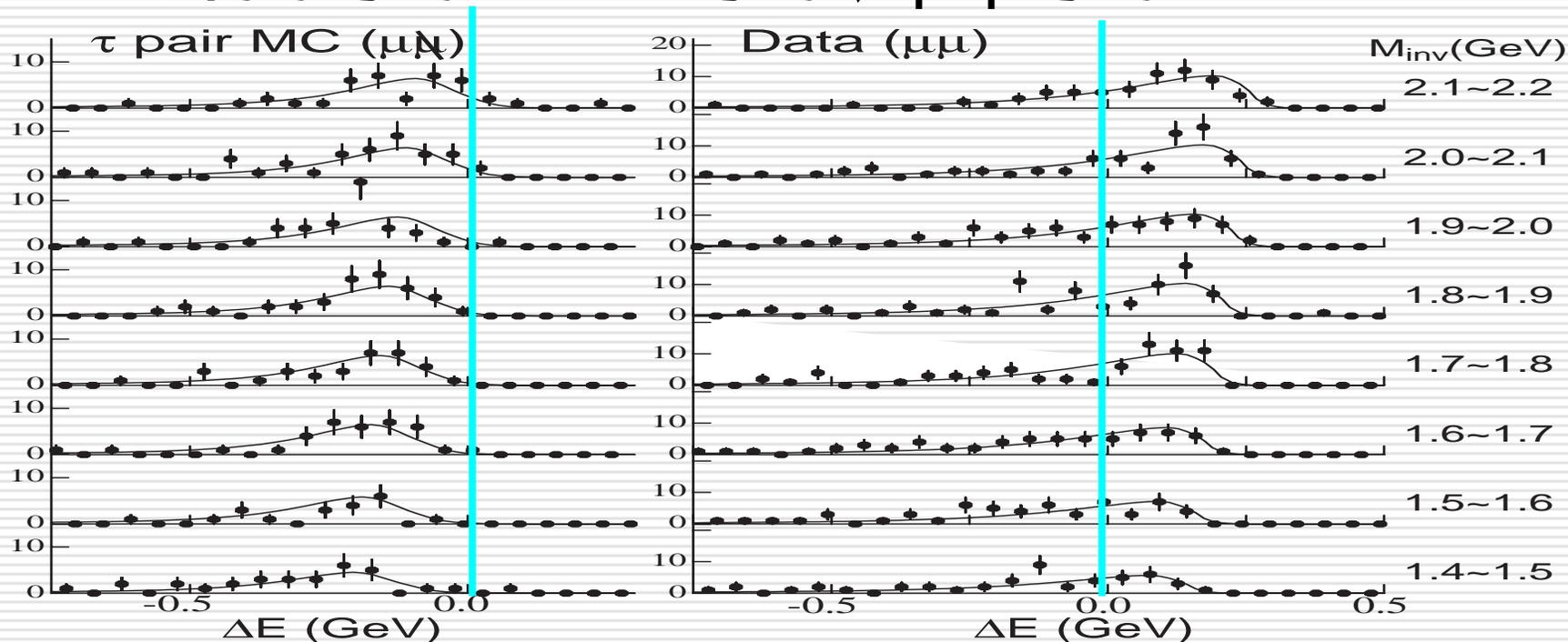
5 領域で評価

μ : 背景事象



主な背景事象

事象、 $\mu\mu$ 事象

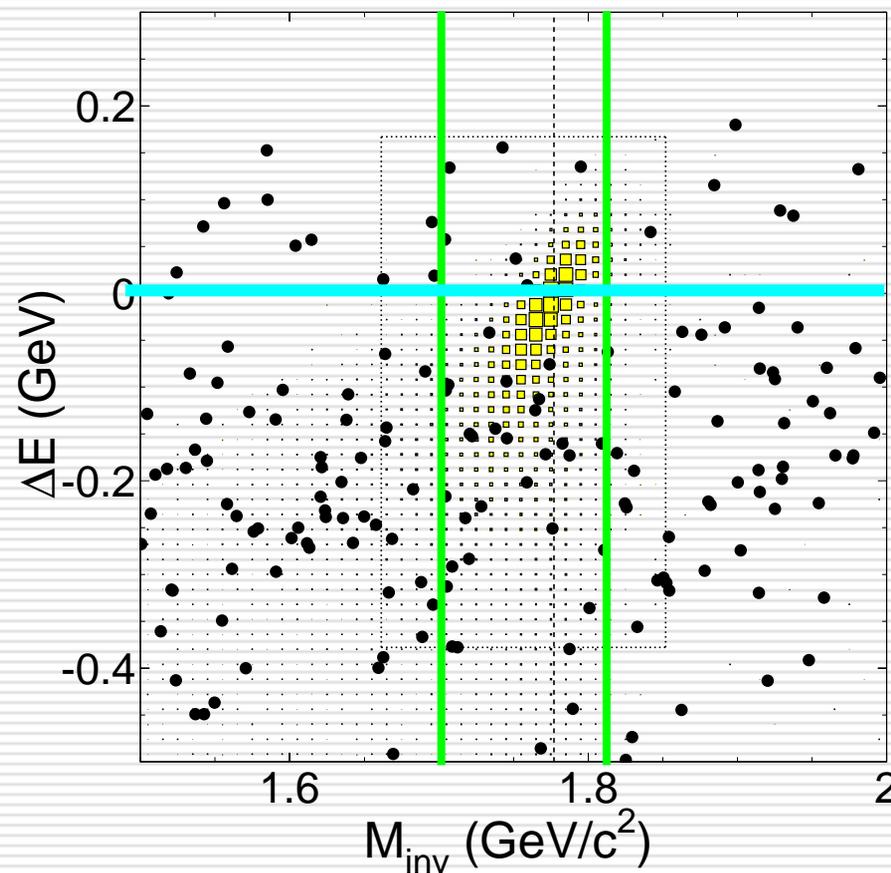
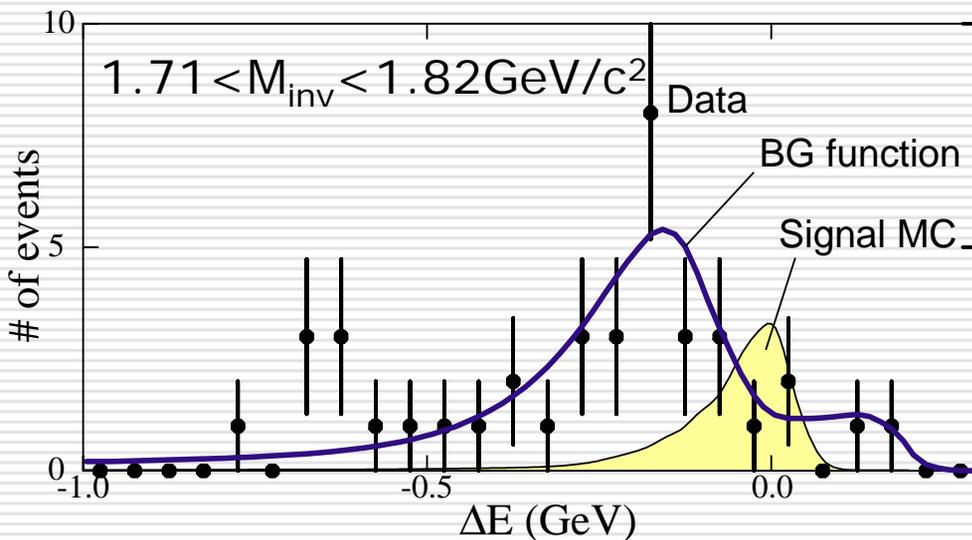


背景事象の分布を関数の形で評価
(ガウス関数 + ランダウ関数)

μ : 信号領域のBG分布



実際のデータとの比較



非常によく一致

信号は0?

μ : 信号数の評価



Unbinned Extended Maximum Likelihood fit

$$\mathcal{L} = \frac{e^{-(s+b)} N}{N!} \prod_{i=1}^N (sS_i + bB_i)$$

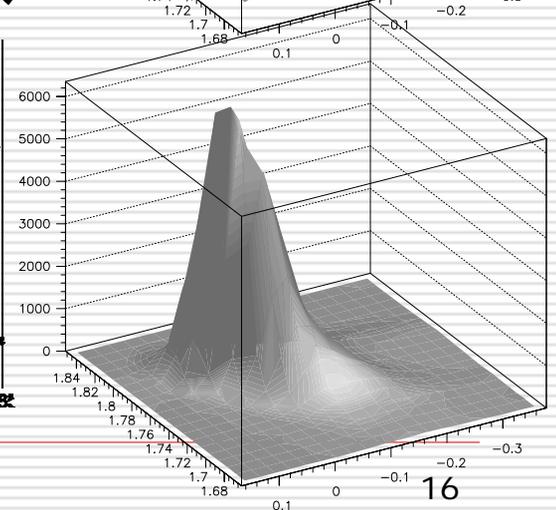
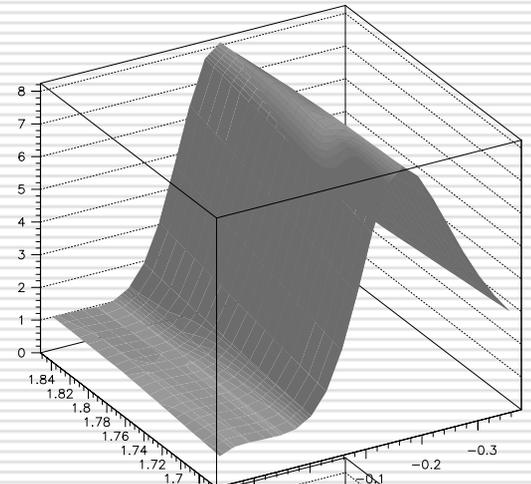
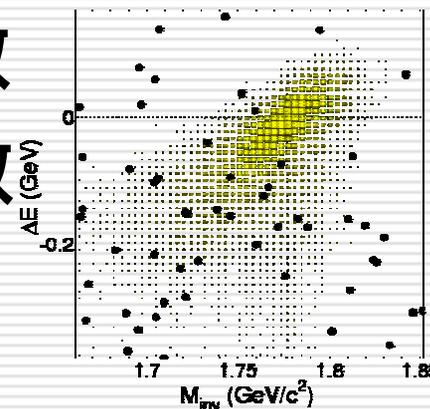
5 の領域で評価

s : 信号事象の数、 b : 背景事象の数

S_i : 信号事象分布関数

B_i : 背景事象分布関数

→ $s = 0, b = 54$



μ : 上限値の評価

- 信号事象数の上限値 s_0 の評価 ToyMC
(信号 / 背景事象分布関数に基づいて生成)

➡ $s_0 = 5.1 @ 90\%$ 信頼度

Systematic uncertainty	
Signal yield : s_0 (event)	
Muon-ID ineff. +0.06/-0.11	
BG function	± 0.3
Fit region	± 0.07
Efficiency	
& Luminosity : $2 N$	
Track rec. eff.	2.0%
Photon rec. eff.	2.8%
Selection criteria	2.2%
Luminosity	1.4%
Trigger eff.	1.6%
MC statistics	0.8%
Total	4.7%

- 分岐比の上限値

$$Br(\tau \rightarrow \mu\gamma) = \frac{s_0}{2\epsilon N_{\tau\tau}}$$

$$\epsilon = 11.0\%$$

$$N_{\tau\tau} = 78.5 \times 10^6 \text{ (86.3/fb)}$$

$$Br(\tau \rightarrow \mu\gamma) < 3.1 \times 10^{-7} @ 90\% \text{ 信頼度}$$

e : 上限値



□ 5 σ 領域

■ 20 事象観測

■ 検出効率: 6.5%

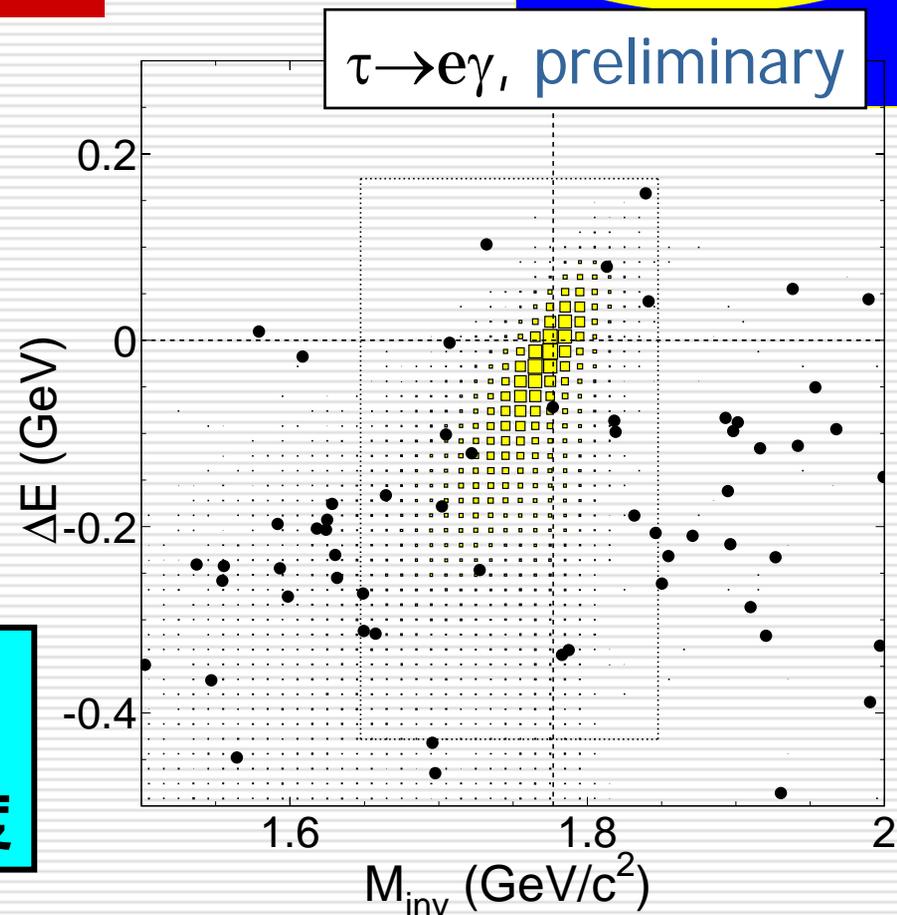
■ $S_0 = 3.8$

@90%信頼度

$\text{Br}(\tau \rightarrow e\gamma) < 3.6 \times 10^{-7}$

@90%信頼度

(投稿準備中)





LFV探索のまとめ

約 8×10^7 個の のデータを使った解析の結果

- $Br(\tau \rightarrow \mu \gamma) < 3.1 \times 10^{-7}$
- $Br(\tau \rightarrow e \gamma) < 3.6 \times 10^{-7}$
- $Br(\tau \rightarrow \mu \eta) < 3.4 \times 10^{-7}$
- $Br(\tau \rightarrow e \eta) < 6.9 \times 10^{-7}$
- $Br(\tau \rightarrow ll) < 1.9$
 $\sim 3.5 \times 10^{-7}$
 @ 90% C.L.

3 ~ 30 倍改善

(以前に提出された結果と比較して)

□ **探索は続く...**

1.44 $\times 10^8$ 個の のデータ (一部現在進行中)
 上限値は **Br ~ 10^{-8}** 時代へ (今年中?)

