

“ニュートリノを伴うB中間子の崩壊”

2006年7月21日

Bファクトリーの結果に関する事前説明会

 高エネルギー加速器研究機構

 Belle研究グループ

発表の骨子

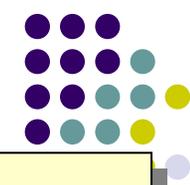


- B中間子が複数のニュートリノの発生を伴って崩壊する現象の研究から τ (タウ)と ν (ニュートリノ)への崩壊がはじめて確認された。この崩壊分岐比は標準理論の予言に一致し、このことから超対称性理論などに現れる荷電ヒッグス粒子の質量に厳しい制限がつけられた。

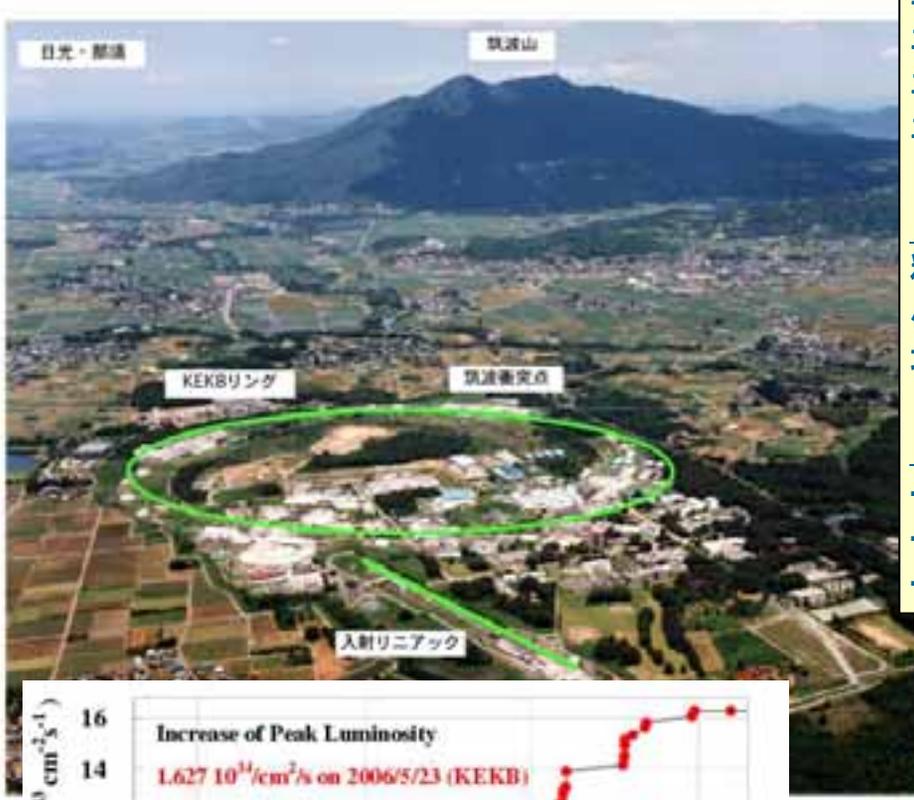
Bファクトリー実験の目的

1. CP対称性(粒子と反粒子の対称性)の破れに関する「小林益川理論」の検証。
2. B中間子などの崩壊現象の研究を通して新しい物理法則を探求・解明すること。

「ニュートリノを伴う崩壊」は2の研究に重要である。



KEK Bファクトリー



沿革

- 平成6年度 予算承認、建設開始
- 平成10年度 実験開始
- 平成15年5月 世界最高の設計性能を実現
- 平成18年7月 630 fb⁻¹のデータを蓄積

目的

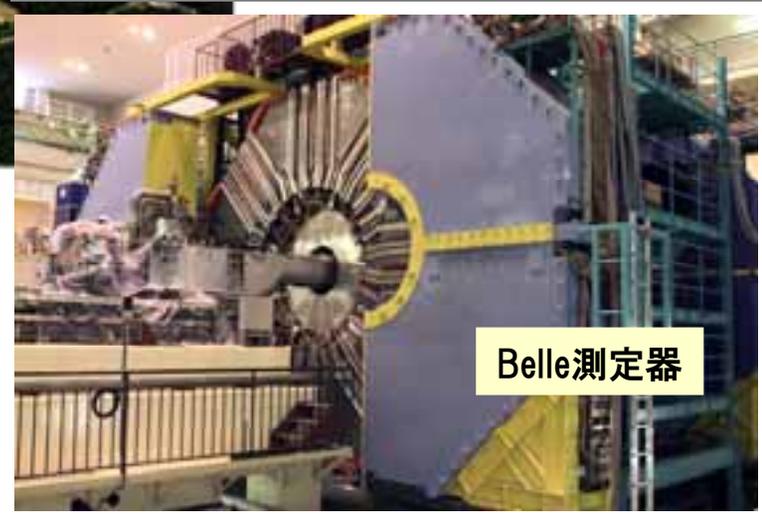
粒子・反粒子の物理法則の差異 (CPの破れ) を発見し、小林・益川理論を証明すると同時に、B中間子などの崩壊現象を用いて新しい物理法則を探る。

特徴

- 前例のない高いルミノシティの電子・陽電子衝突
- 世界13ヶ国・54機関からの400人からなる実験チーム
- 米国SLACとの激しい競争



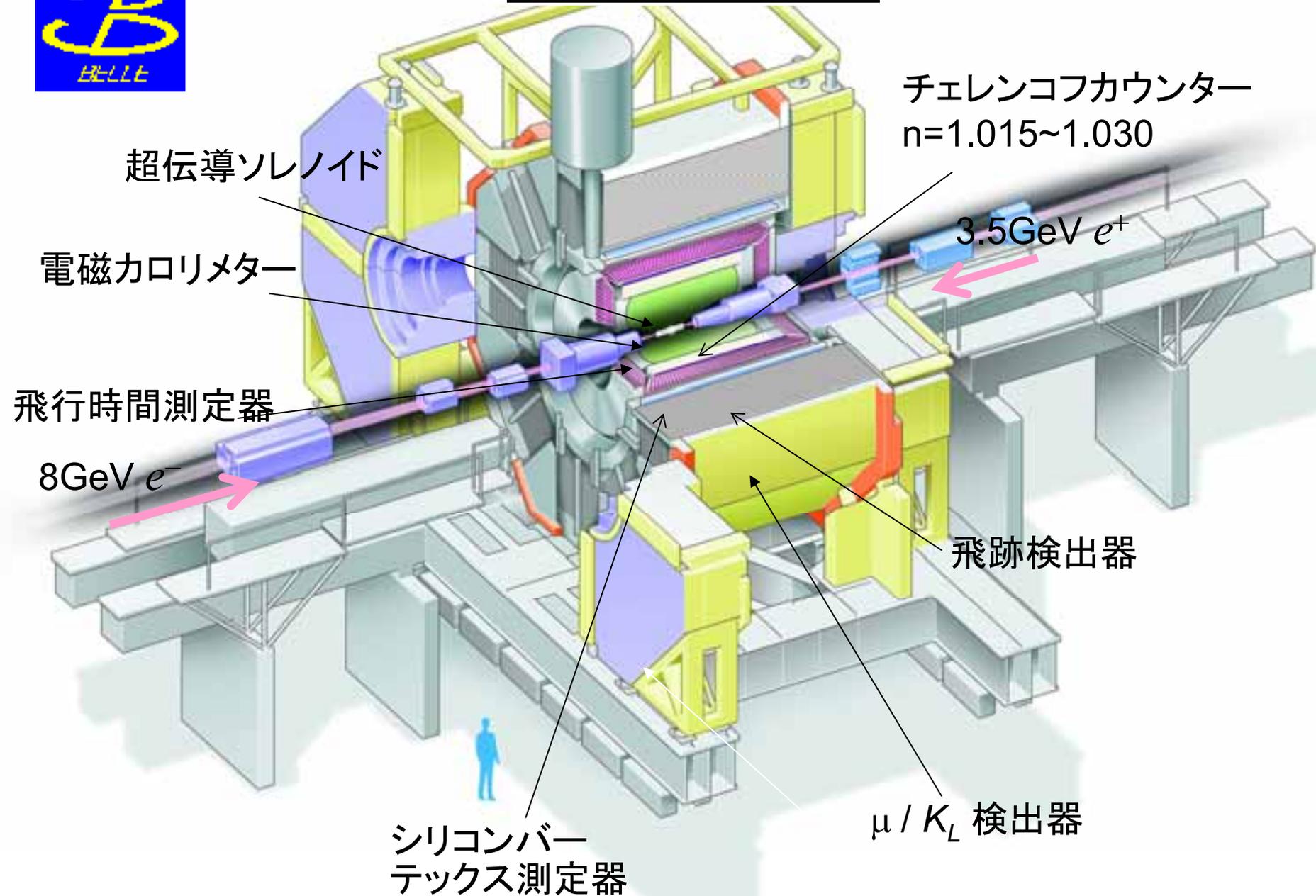
世界一の性能を達成



Belle測定器



Belle 測定器





Belle 国際研究チーム

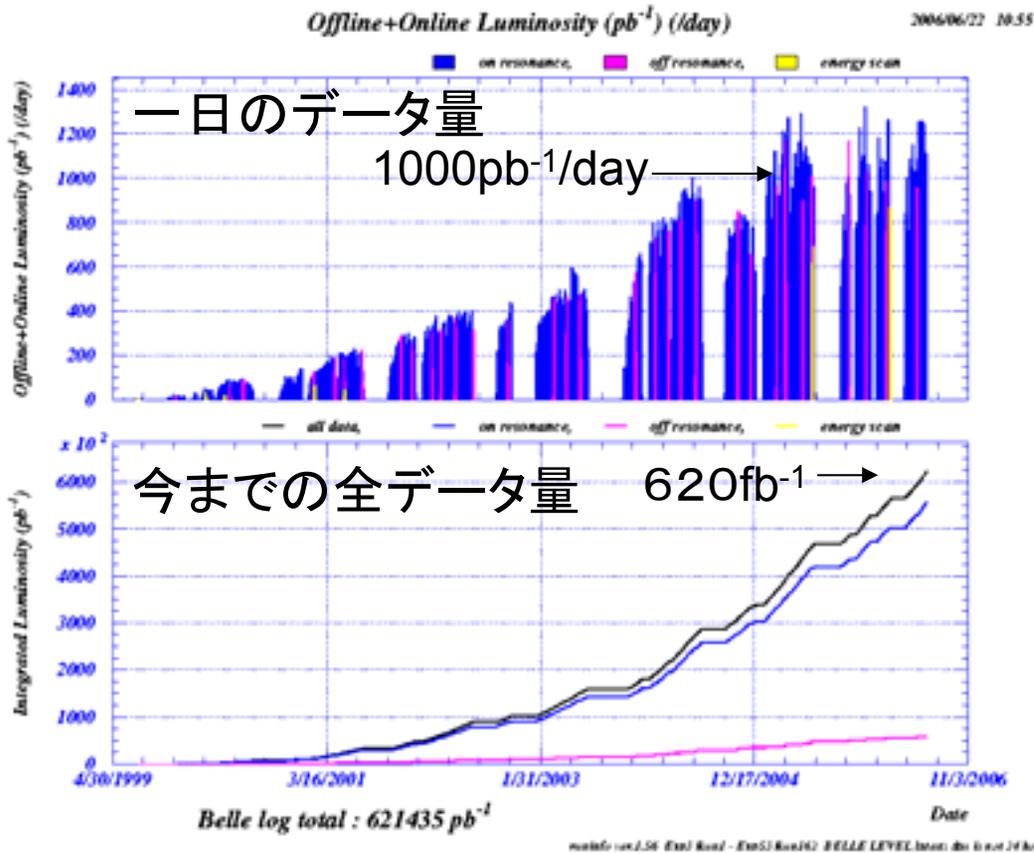
世界13の国と地域の
54の研究機関・大学から
約400名が参加

ブドカー研究所
千葉大学
チョンナム国立大学
シンシナチ大学
イーファ女子大学
フランクフルト大学
ギョンサン国立大学
ハワイ大学
広島工業大学
北京・高能研
モスクワ・IHEP
モスクワ・ITEP
神奈川大学
KEK
コリア大学
クラコウ原子核研
京都大学
キュンポック国立大学

ローザンヌ大学
ヨセフステファン研究所
メルボルン大学
名古屋大学
奈良女子大学
国立中央大学
国立連合大学
国立台湾大学
日本歯科大学
新潟大学
ノバ・ゴリカ 科学技術学校
大阪大学
大阪市立大学
パンジャブ大学
ペキン大学
ピッツバーグ大学
プリンストン大学
理化学研究所
佐賀大学

中国科学技術大学
ソウル大学
信州大学
サンキュンカン大学
シドニー大学
タタ研究所
東邦大学
東北大学
東北学院大学
東京大学
東京工業大学
東京都立大学
東京農工大学
富山商船高等専門学校
ウィーン高エネルギー研
バージニア工科大学
延世大学

ルミノシティ: データ量

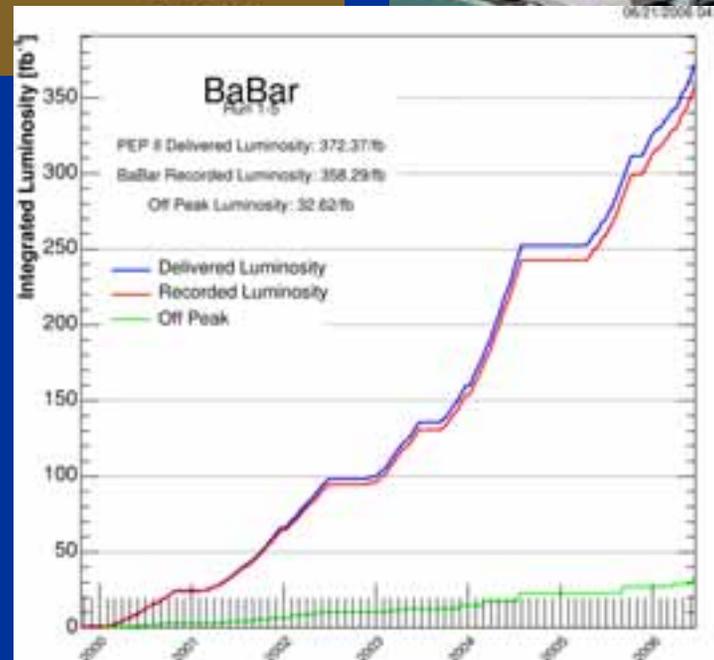
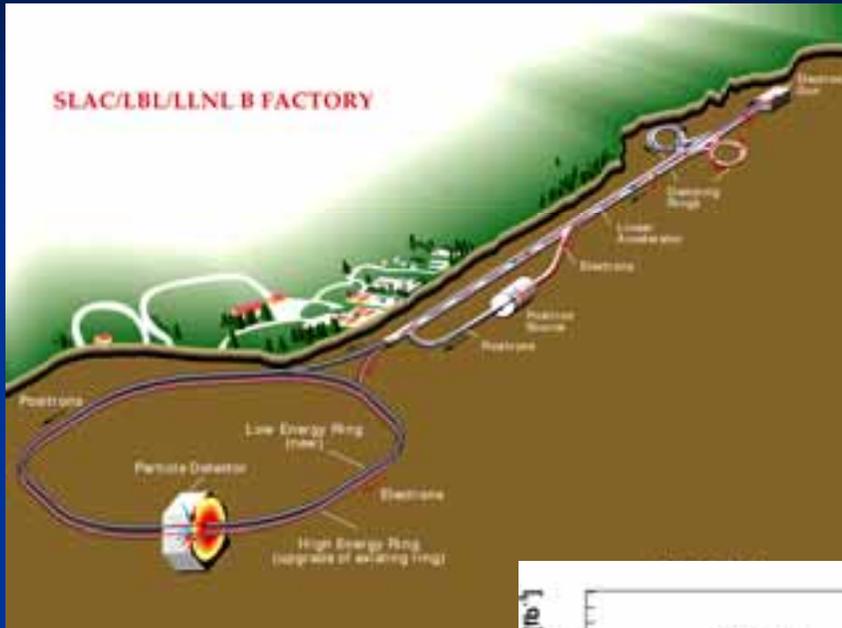


$$L_{\text{peak}} = 1.64 \times 10^{34} \text{ (/cm}^2\text{/s)}$$

設計値を達成、世界一

約6.2億の $\text{B}\bar{\text{B}}$ 対を生成
これも世界一

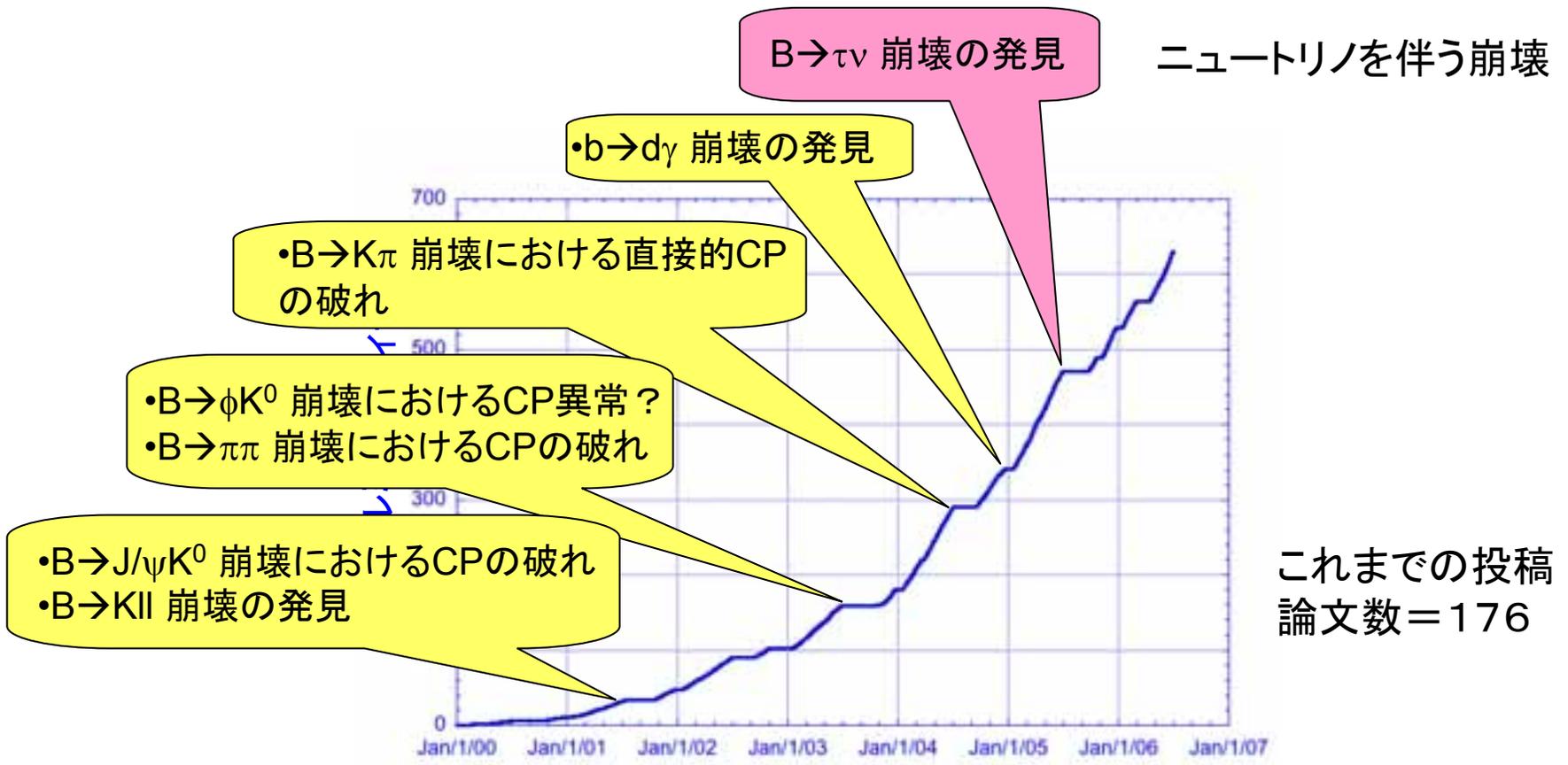
BaBar (SLAC)との競争





KEK B ファクトリーにおける研究の進展

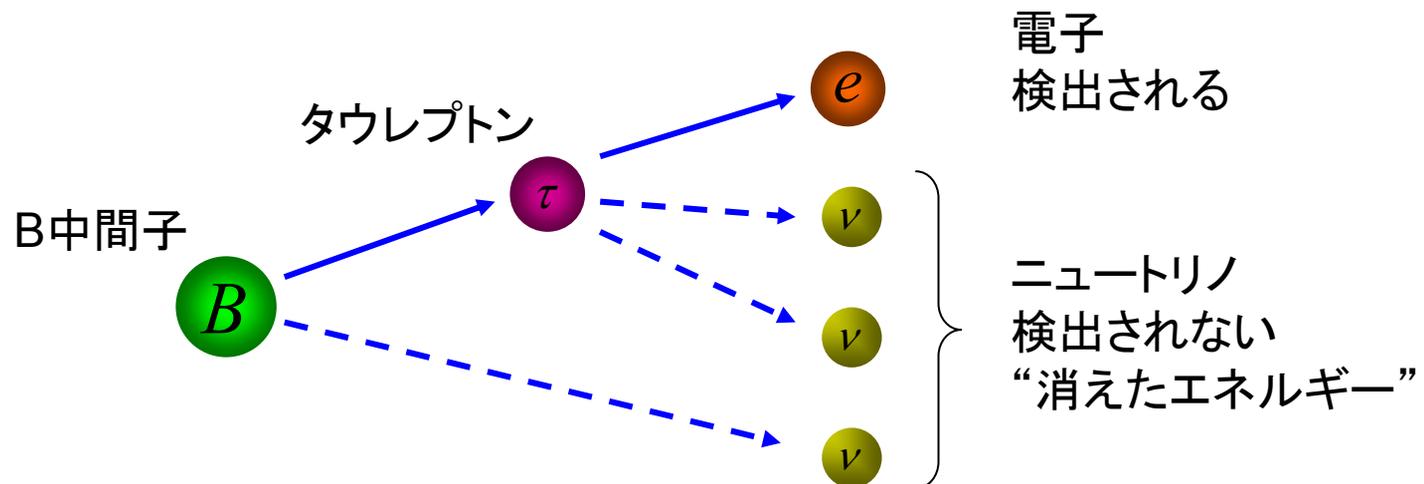
- これまでに約6億対以上のBB中間子対が生成されその崩壊データが記録された。



ニュートリノを伴う崩壊

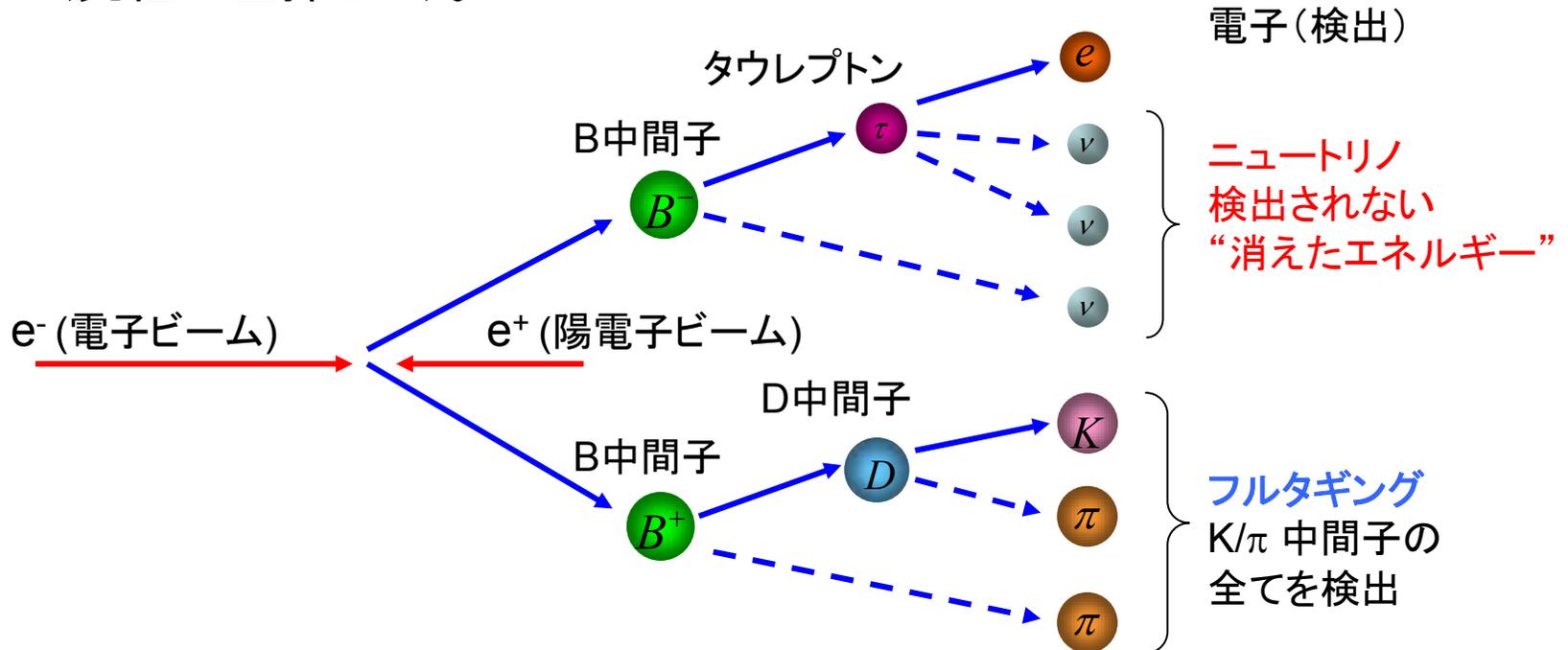


- B中間子が(複数個の)ニュートリノを伴って崩壊する現象である。このような事象は新しい物理に感度が高いとされる。
- 今回は特に、B中間子がタウレプトンとニュートリノに崩壊する現象($B \rightarrow \tau \nu$ 崩壊)、および $D^* \tau \nu$ への崩壊現象を発見し、ICHEP2006で報告する予定。
- 崩壊で放出される(複数個の)ニュートリノは測定器で検出できない。そのため、何者かがエネルギー(見えないエネルギー)を持ち去ったように見える。



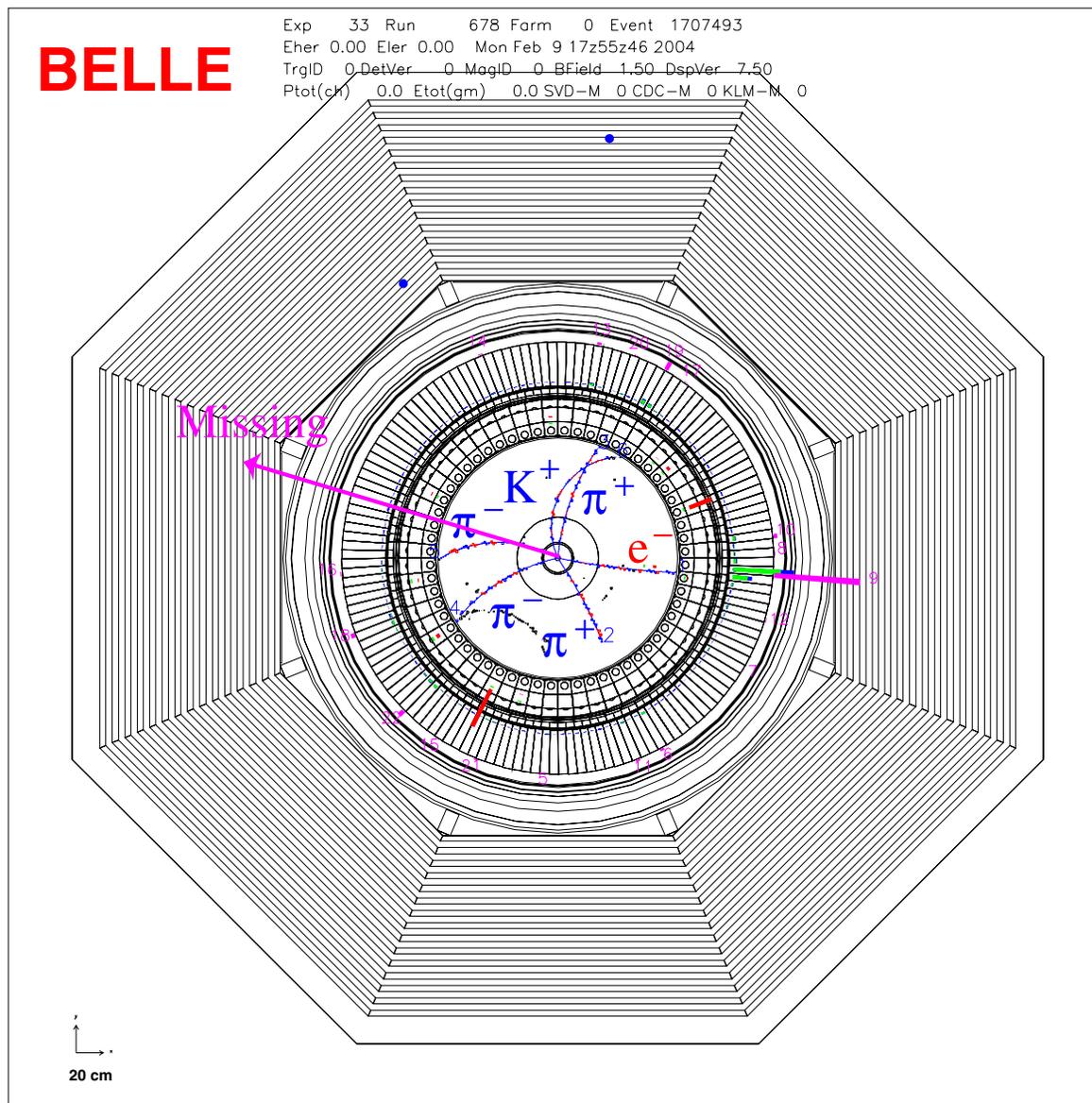
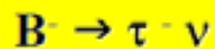
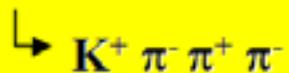
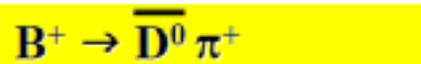
測定手法

- 複数個のニュートリノを伴う崩壊の検出は、極めて難しいとされていた。今回、Belle実験では、「フルタギング」という特殊な解析手法を用いて、約5億対のBBデータから18個の信号事象を取り出すことに成功した（究極の宝探し！）。

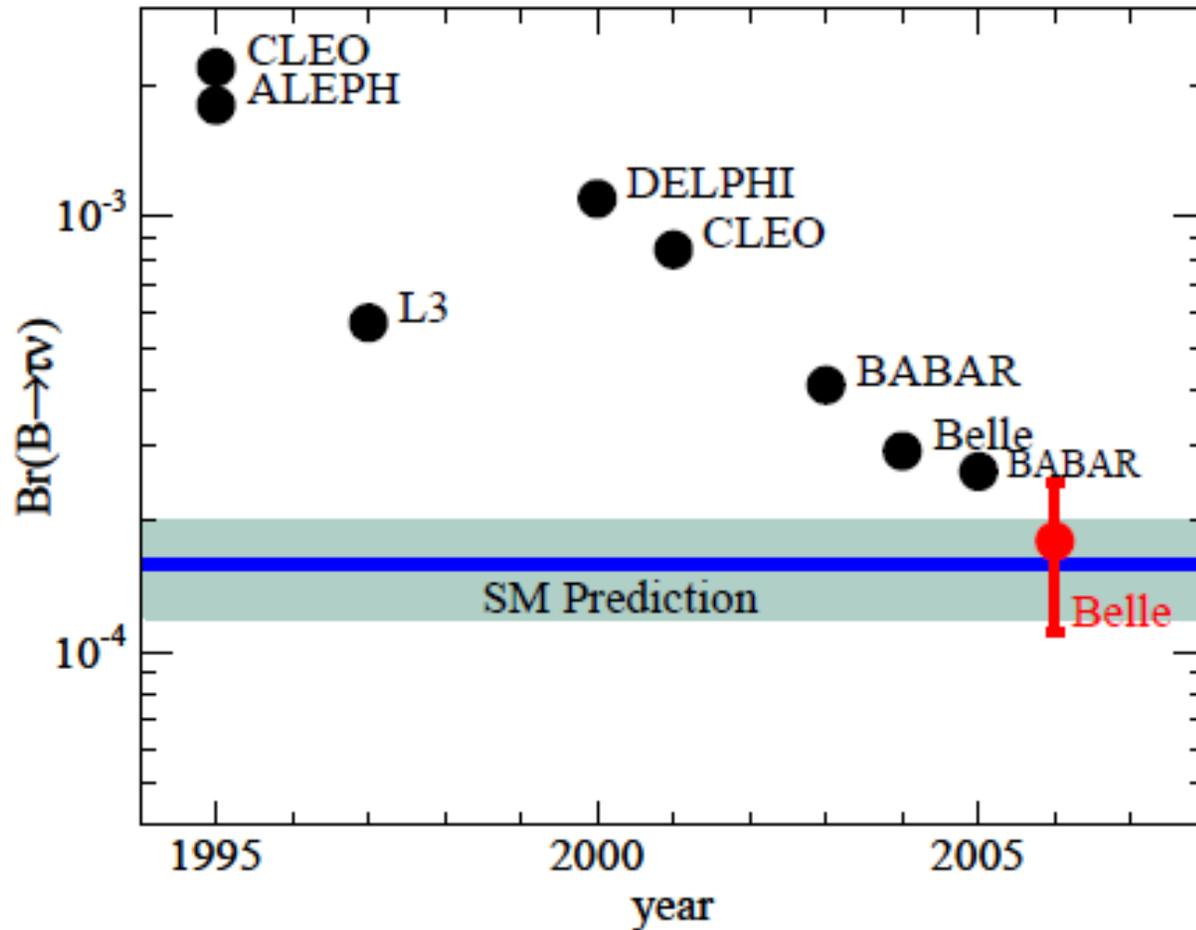


- 今回の結果は、世界最高強度を誇るKEKB加速器とBelle実験研究者の創意工夫がもたらした世界初の成果である。

観測された事象の例

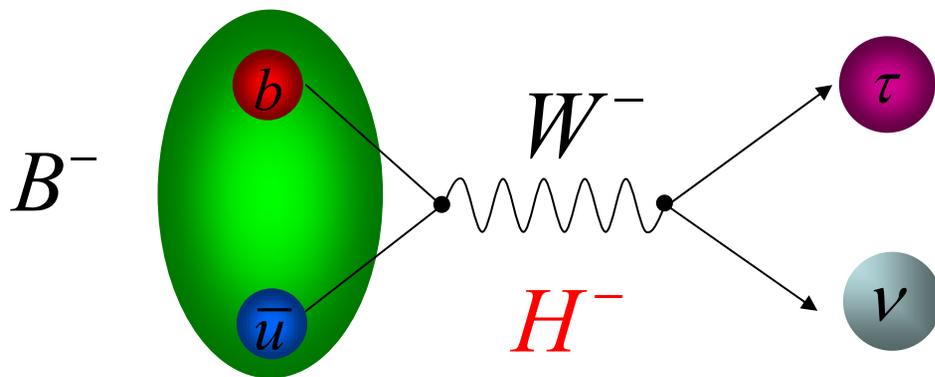


探索の歴史



この研究で何がわかるのか？

- 崩壊で生成される子供粒子が二つのレプトンだけなので、崩壊率を計算する上での理論的不定性が少ない。
- このため、B崩壊の理論関する重要パラメーターを実験的に決定できる。
- また、量子効果によって、未知の重い新粒子が、崩壊の中間状態で生成されているかもしれない。この効果をクリアーに見ることができる。

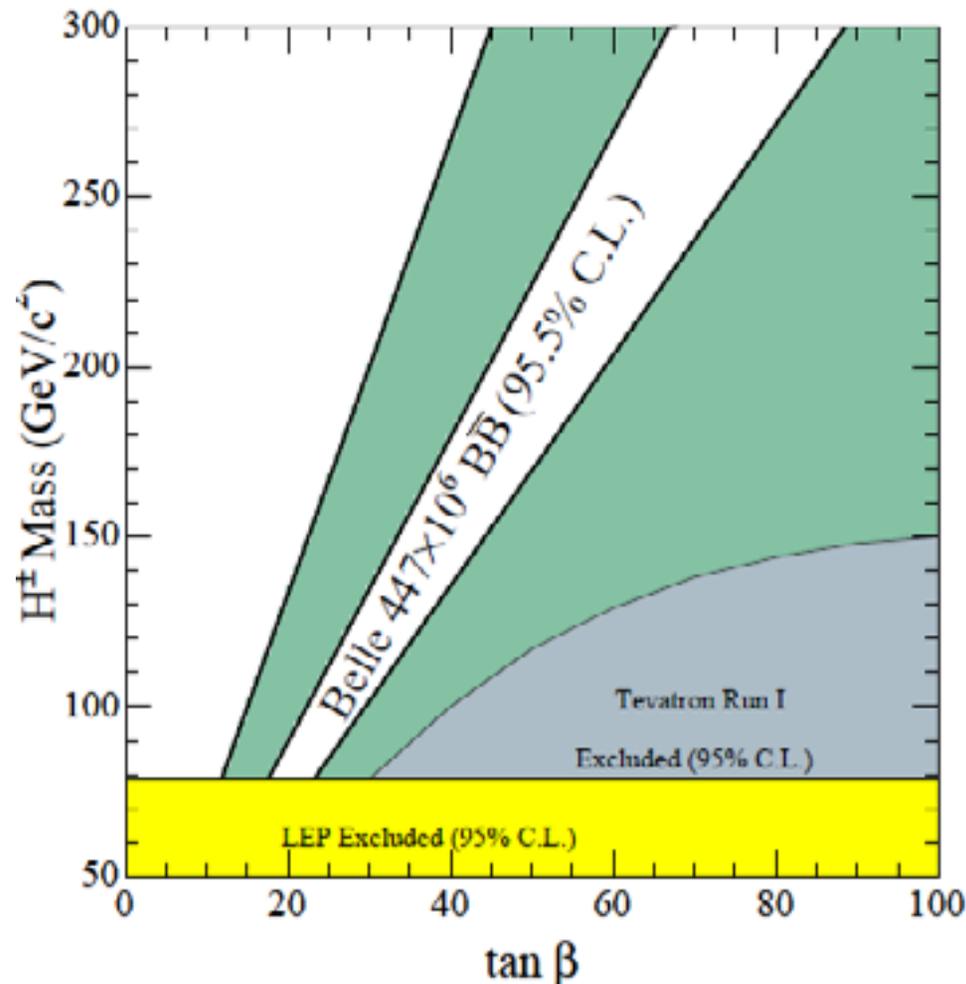


崩壊の中間状態

- 標準理論ではウィークボゾン (W^-) が飛ぶ。
- 新しい物理があれば、荷電ヒッグス (H^-) も飛び、崩壊分岐比が変化するかもしれない。

荷電ヒッグス粒子に対する制限

- 今回の測定結果は、“荷電ヒッグス”という新粒子の候補の質量に制限を加えた。



- 荷電ヒッグスの存在可能な領域は白い部分に限られる。
- 今回得られた制限は、過去の高エネルギーでの直接探索結果をはるかに凌ぐ。

今後期待されること

- 今回測定した $B \rightarrow \tau \nu$ 、 $D \tau \nu$ 崩壊以外にも、ニュートリノを伴った崩壊の探索を行っており、ここ数年に様々な測定が可能である。
 - たとえば... $B \rightarrow \mu \nu$, $K \nu \nu$ など
- これらは、 $B \rightarrow \tau \nu$ 崩壊と同様、標準理論の検証だけでなく、新しい物理への感度が高い崩壊である。

B中間子の崩壊で探る高エネルギー世界！

- 世界最高強度のKEK B ファクトリーで、こういった研究の進展が期待できる。

この夏注目していただきたい点

- 小林・益川理論の検証が進む結果、“より精密に証明される”
あるいは、“ほころびが見つかる”?? **Yes!**
- 量子効果の詳細な測定で、標準理論を超えた現象は見つかるか？
あるいは、標準理論を超えた理論にあらたな制限がつけられるか？ **No**
- 新しい粒子がさらに見つかるか？ **Yes!**
- 何か予想していないことが見つかる？ **No**

6月29日にお見せしたスライド