

2005年記者発表

# 新しいタイプの素粒子の相互作用を確認

平成17年6月  
Belle実験グループ



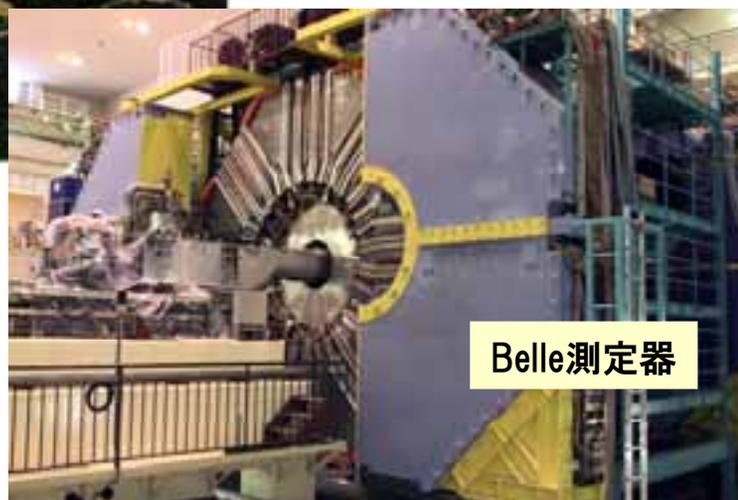
# KEK Bファクトリー



**沿革**  
平成6年度 予算承認、建設開始  
平成11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17年6月 450fb<sup>-1</sup>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。

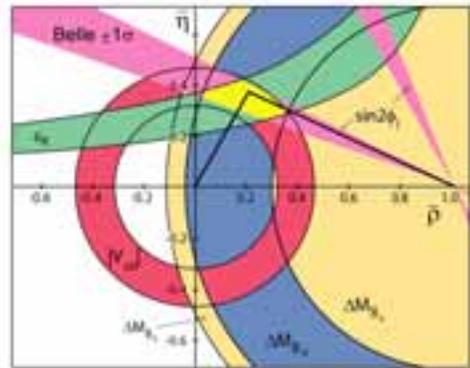
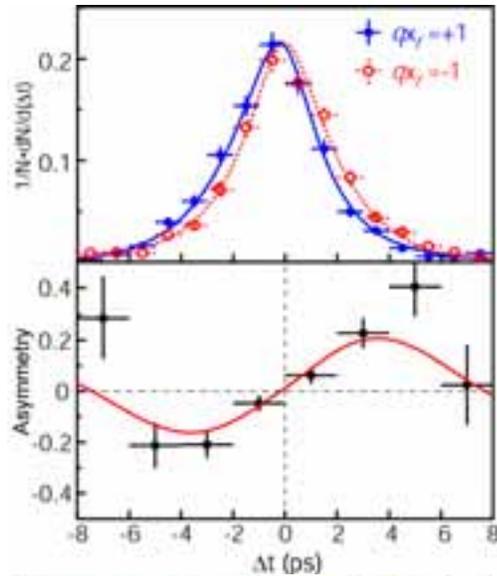
**特徴**  
-前例のない高いルミノシティの電子・陽電子衝突  
-世界13ヶ国・56機関からの400人からなる実験チーム  
-米国SLACとの激しい競争



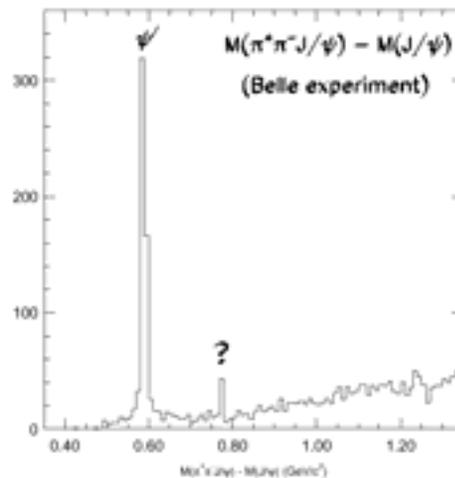
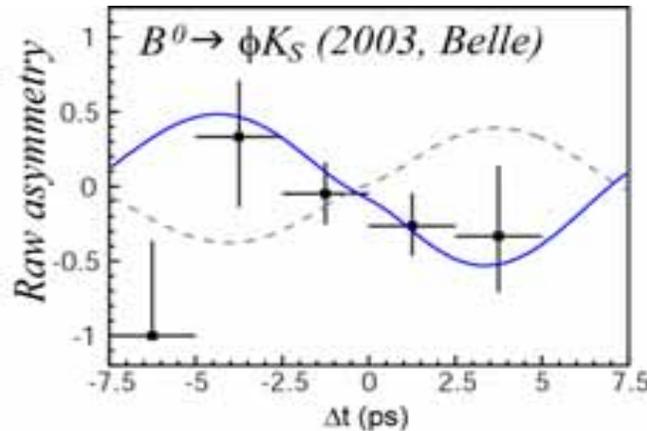
# これまでの学問的成果



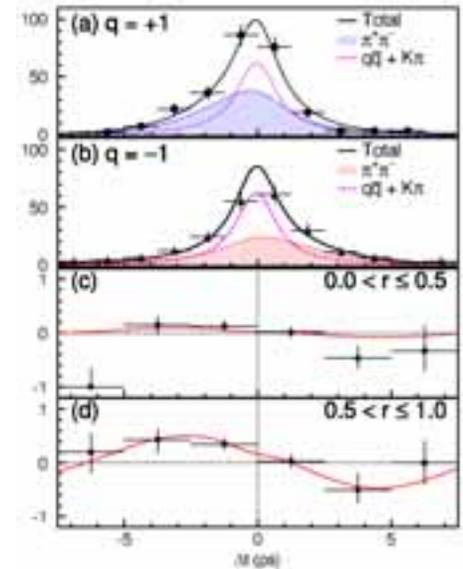
- ① B中間子におけるCP対称性の破れを発見(H13年7月)



- ② B中間子の特定の崩壊が標準理論で説明できないことを発見(H15年8月)



- ④ B中間子がπ⁺π⁻に崩壊する際のCPの破れを発見(H16年1月)



このほかにもこれまでに140編の論文を発表。素粒子物理学に新しい時代を築いている。

- ③ 新しい中間子状態を発見(H15年11月)



# Belle 国際研究チーム

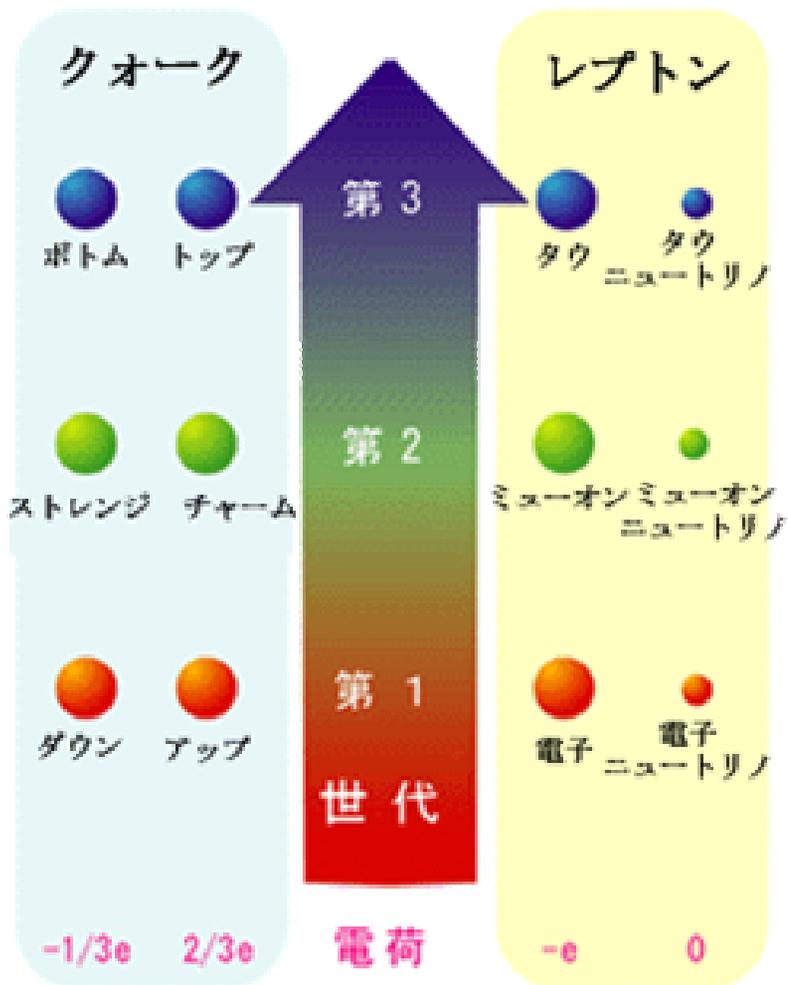
青森大学  
ブドカー研究所  
千葉大学  
中央大学  
シンシナチ大学  
フランクフルト大学  
ギョンサン国立大学  
ハワイ大学  
広島工業大学  
北京・高能研  
モスクワ・ITEP  
神奈川大学  
KEK  
高麗大学  
クラコウ原子核研  
京都大学  
慶北国立大学  
ローザンヌ大学

ヨセフステファン研究所  
マリボー大学  
メルボルン大学  
名古屋大学  
奈良女子大学  
国立中央大学  
国立高雄大学  
国立連合大学  
国立台湾大学  
日本歯科大学  
新潟大学  
大阪大学  
大阪市立大学  
パンジャブ大学  
北京大学  
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

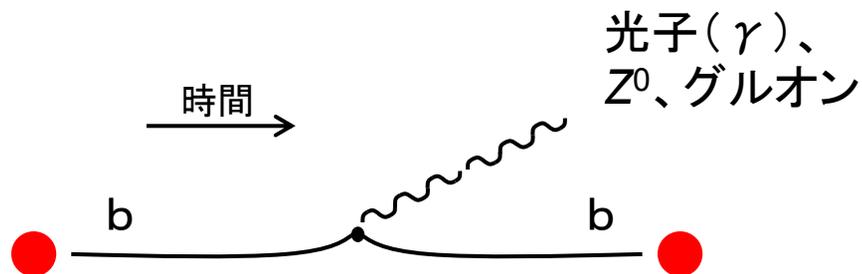
ソウル大学  
成均館大学  
シドニー大学  
タタ研究所  
東邦大学  
東北大学  
東北学院大学  
東京大学  
東京工業大学  
東京都立大学  
東京農工大学  
富山工業大学  
筑波大学  
ウトカル大学  
ウィーン高エネルギー研  
バージニア工科大学  
四日市大学  
延世大学

# 物質と力の最小単位

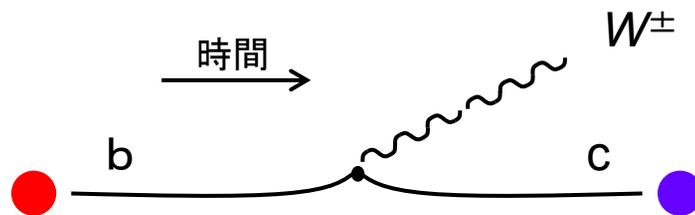
クォークとレプトン  
—物質の根本的構成要素—



「力」の素過程



クォークの種類は変化しない。



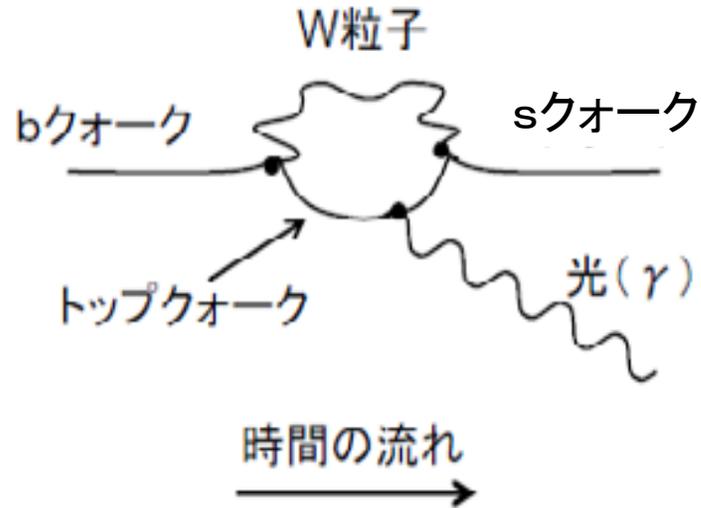
クォークの電荷が変化する。



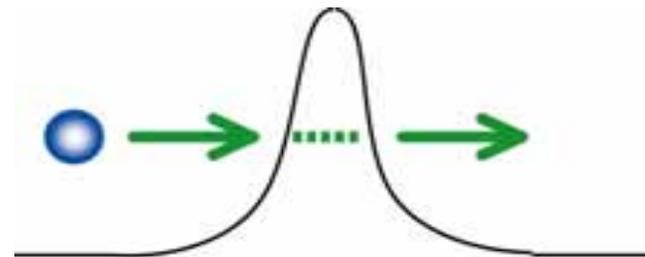
# 知られている例外

これまでに“ペンギン過程”  
を通して  $b \rightarrow s$  という遷移が起  
こることは知られていた。

1993年、CLEO実験が  $B \rightarrow K^* \gamma$   
という崩壊を発見。



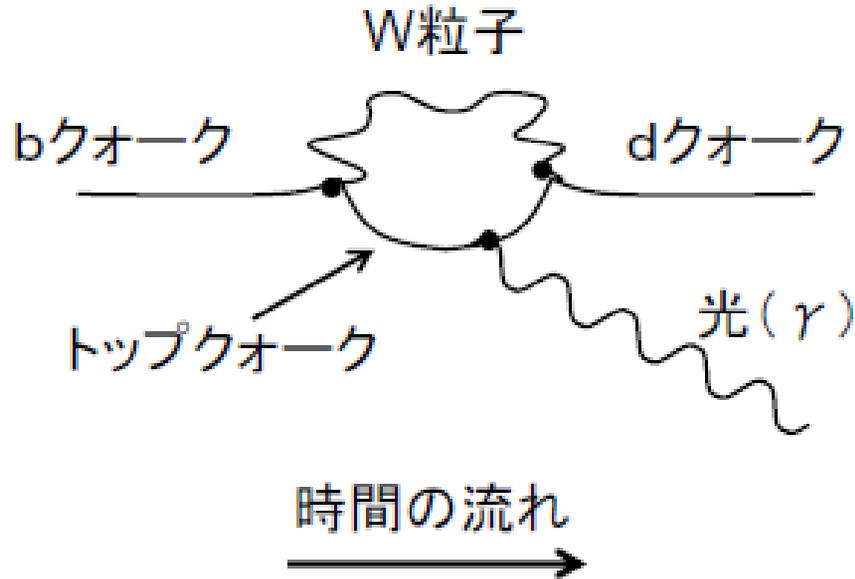
“ペンギン過程”とはトンネル効果  
によってbクォークが一時的にWと  
トップクォークに化ける現象。



$$b(5\text{GeV}) \rightarrow W(80\text{GeV}) + \text{top}(175\text{GeV}) \quad ??$$



# 同じようにして $b \rightarrow d$ は？

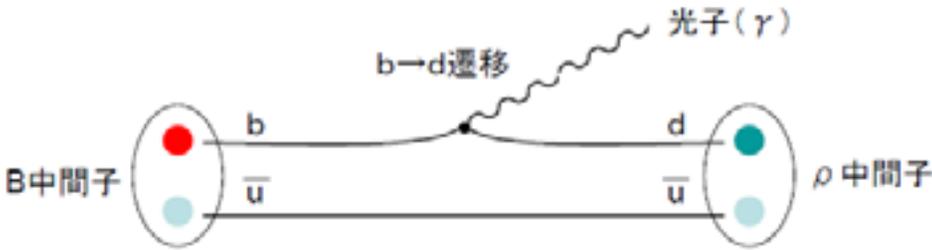


$b \rightarrow d$  遷移も同じように起こるはずだが、確率が非常に低く( $\sim 10^{-6}$ )、測定が困難であるためこれまで見付かっていなかった。

# b → d遷移の証拠(1)

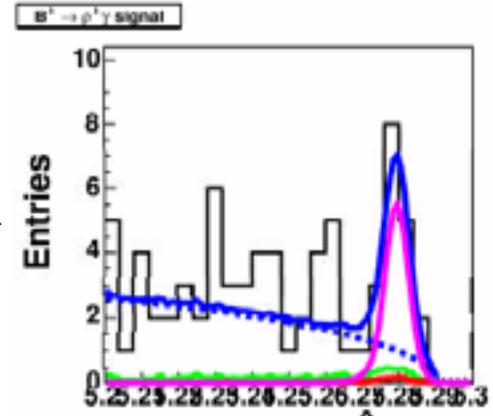
B → ρ γ、ω γ という崩壊が分岐比 ~10<sup>-6</sup>で起こることを確認。

→ b → d γ 遷移の証拠。

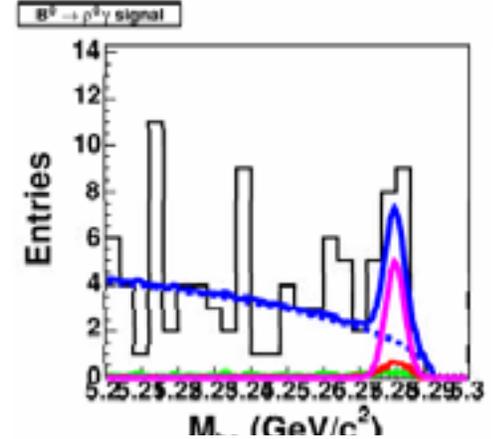


事象数: 35

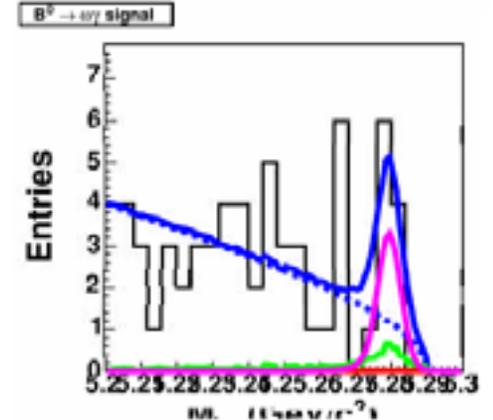
B<sup>+</sup> → ρ<sup>+</sup> γ



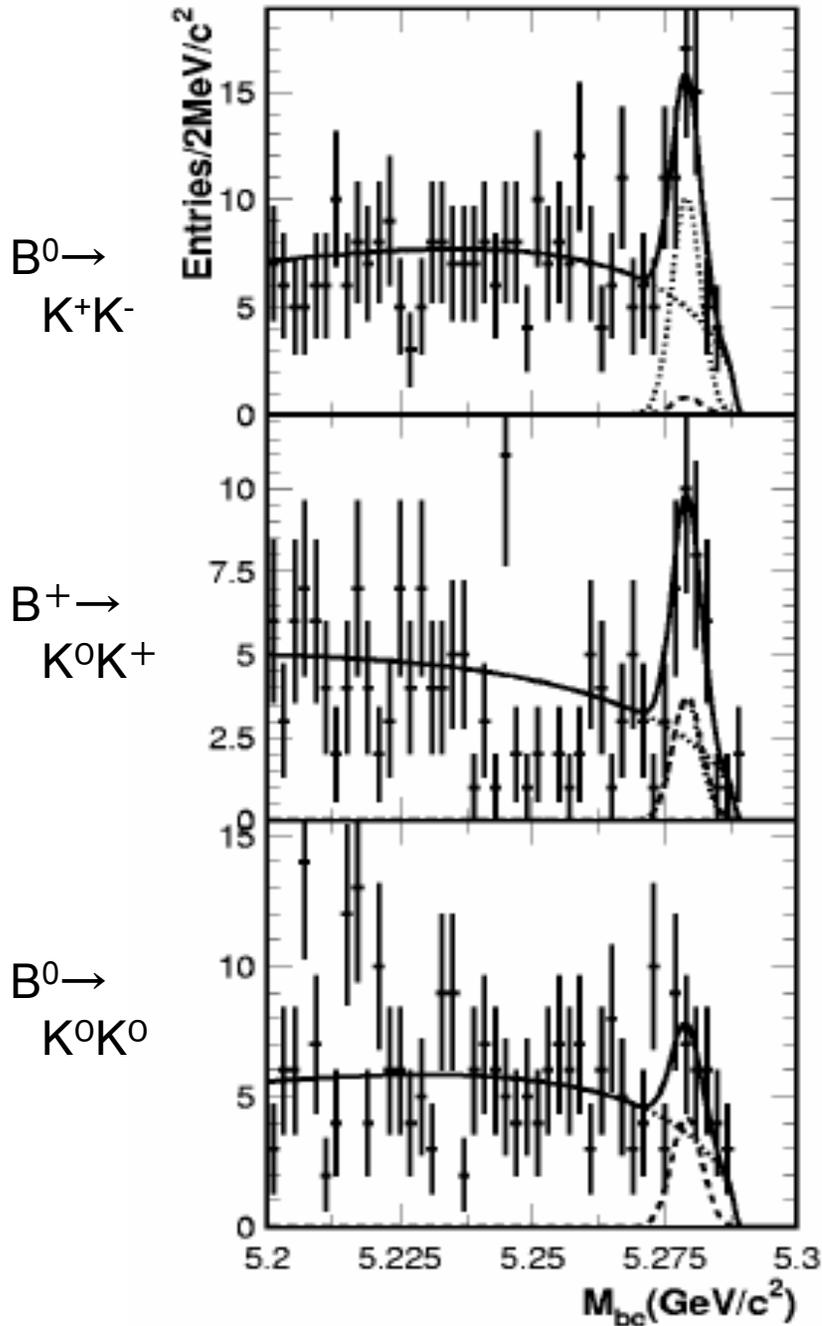
B<sup>0</sup> → ρ<sup>0</sup> γ



B<sup>0</sup> → ω γ



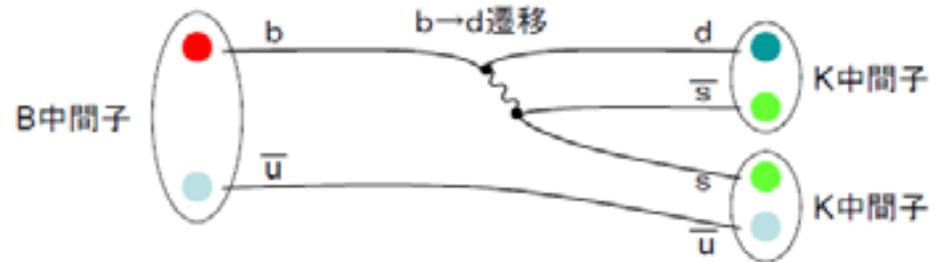
# b→d遷移の証拠(2)



Belleの結果

Mode	Yield	Eff.(%)	Eff.× $B_s$ (%)	$B(10^{-6})$	Sig.
$K^+K^-$	$2.5^{+5.1+1.1}_{-4.1-0.6}$	15.5	15.5	$< 0.37$	0.5
$K^0K^+$	$13.3 \pm 5.6$	14.5	5.0	$1.0 \pm 0.4 \pm 0.1$	3.0
$K^0\bar{K}^0$	$15.6 \pm 5.8$	28.7	6.8	$0.8 \pm 0.3 \pm 0.1$	3.5

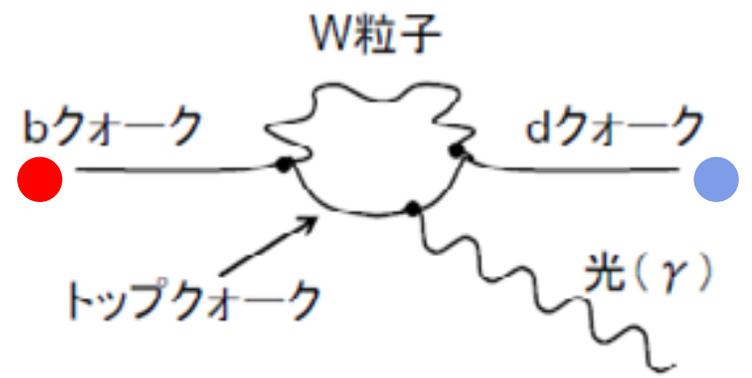
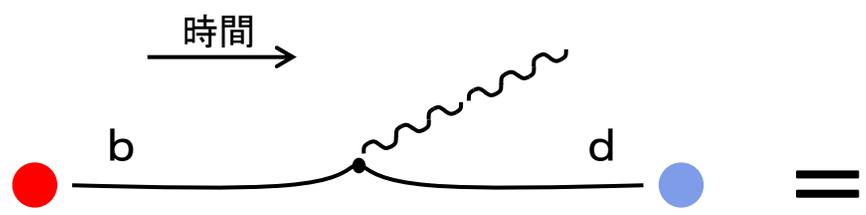
B→KK崩壊はbクォークがdクォークに遷移することによって起こる。



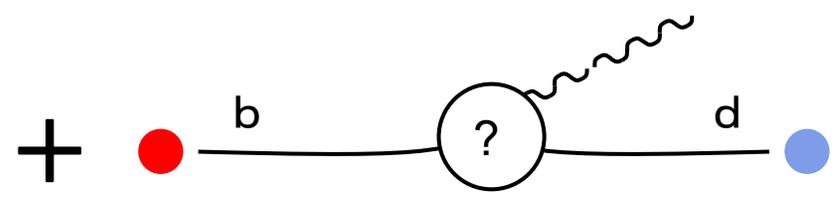


# この結果の意味するところ(1)

一般に稀な現象ほど“新しい物理法則”を探しやすい。



標準理論の“ペンギン”



未知の物理法則による  $b \rightarrow d$  遷移?

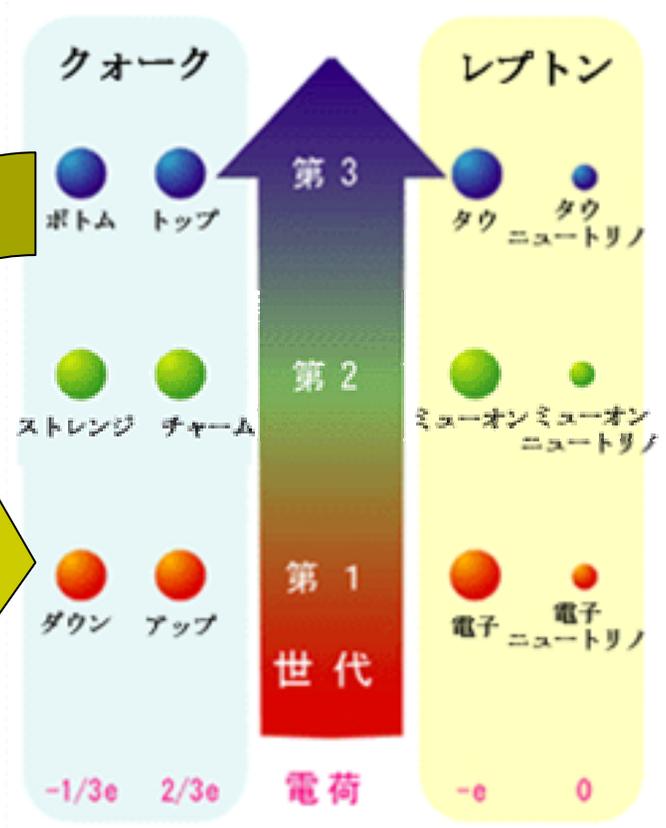
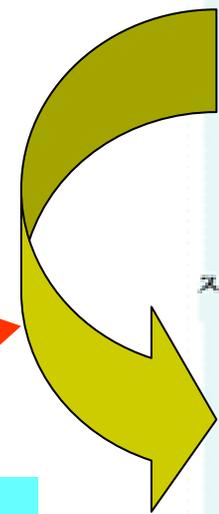


# この結果の意味するところ(2)

もし“新しい物理法則”が関与していなければ。

小林・益川行列

$$\begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix}$$

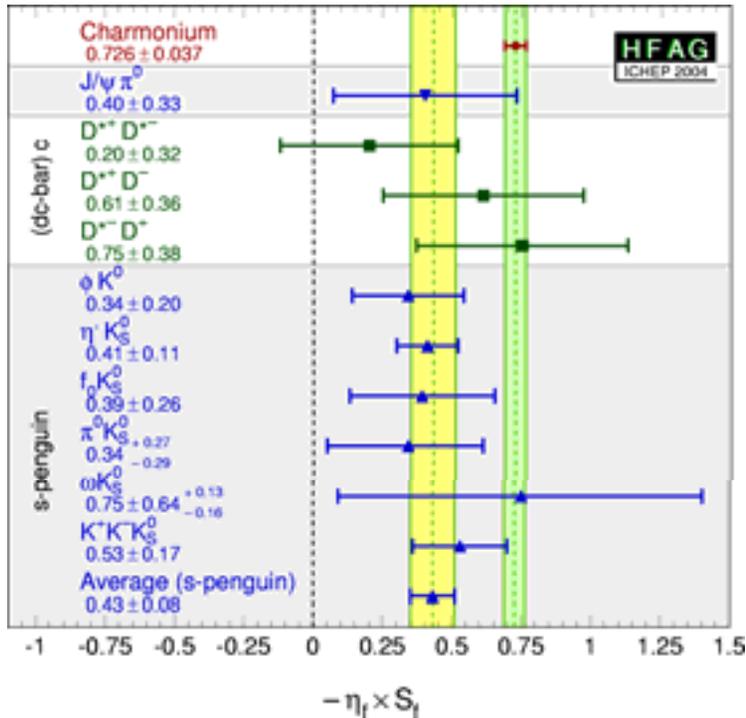


小林・益川理論のうち、世代を飛び越える遷移を記述する  $V_{td}$  を測定する方法を与える。このことによって、標準理論の新たな側面を検証することが可能となる。

# 「CP対称性の破れに新しい物理のヒント」の続報

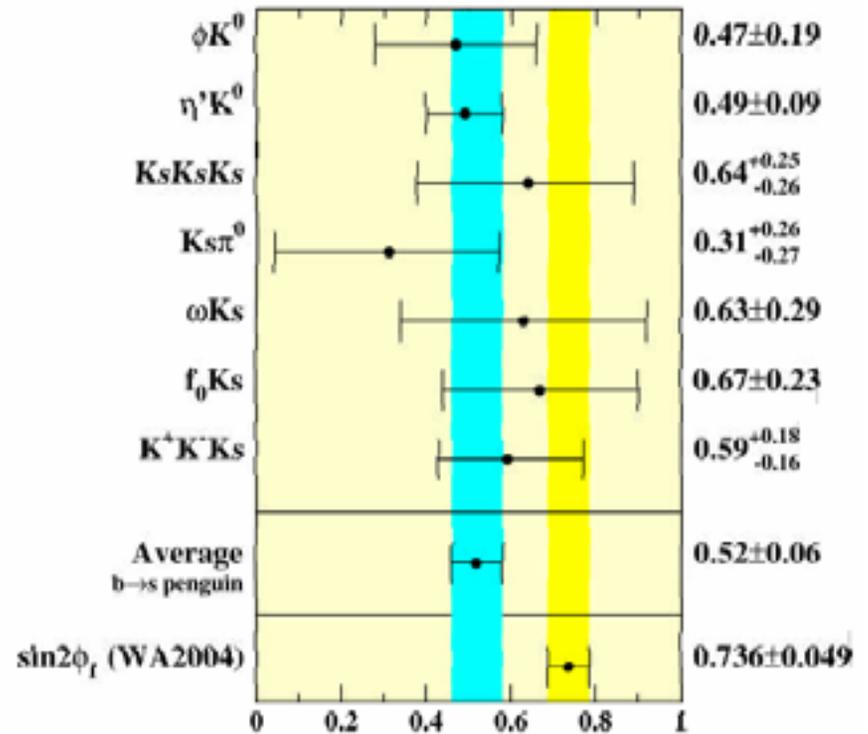
Belle:  $250\text{fb}^{-1} \rightarrow 350\text{fb}^{-1}$   
 BaBar: おそらく新しい結果はない。

→ 昨年の結果から決定的な進展はなし。



昨年の結果 (Belle、BaBarの平均)

$\sin 2\phi_1^{\text{eff}}$  in  $b \rightarrow s \bar{q} q$  penguin: WA (July 2005)



今年の結果 (Belleと昨年の BaBarの平均)