



$B \rightarrow DK$ 崩壊を用いた CP非保存角 ϕ_3 の測定

日本物理学会 第64回年次大会

2009年3月27日

東北大学 堀井泰之, 他 Belle Collaboration

Belle実験

約370人 (14カ国60機関) が参加

積分ルミノシティ ~ 900/fb

KEKB加速器

- ・ 周長 : 3 km
- ・ 重心系 : 10.6 GeV
($Y(4S) \rightarrow B$ 中間子対)

8.0 GeV e^- 3.5 GeV e^+

Belle検出器

Superconducting Solenoid
・ 1.5 Tの磁場

Electromagnetic Calorimeter

- ・ γ, π^0 再構成
- ・ e^\pm, K_L のID

Aerogel Cherenkov Counter

- ・ K/π 同定

Time-of-Flight Counter
・ K/π 同定

Central Drift Chamber

- ・ 荷電粒子運動量
- ・ K/π 同定

K_L and Muon Detector
・ K_L と μ の検出

Silicon Vertex Detector

- ・ B 中間子崩壊点

CKM行列：Wとの相互作用でのクォーク混合を表す。

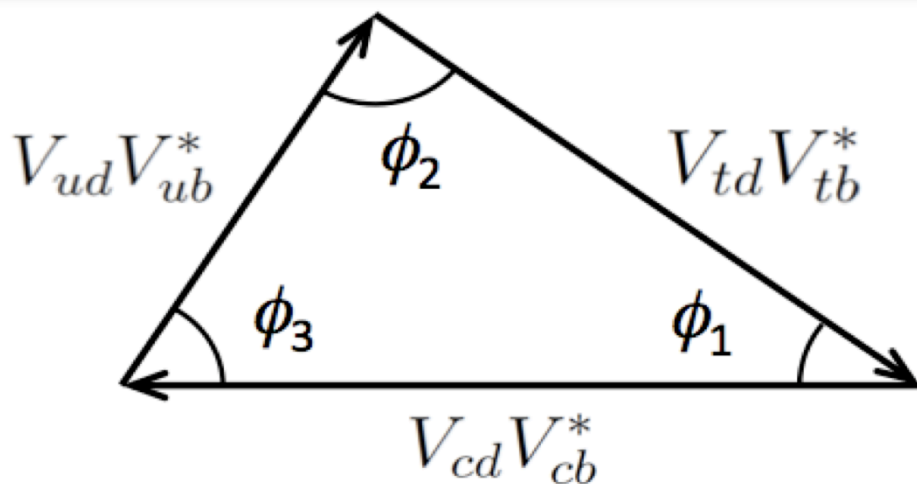
$$V = \begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix}$$

ユニタリー

$$\sum_j V_{ji} V_{jk}^* = \delta_{ik} \quad \begin{array}{l} j = u, c, t, \\ i, k = d, s, b \end{array}$$

ユニタリティ三角形

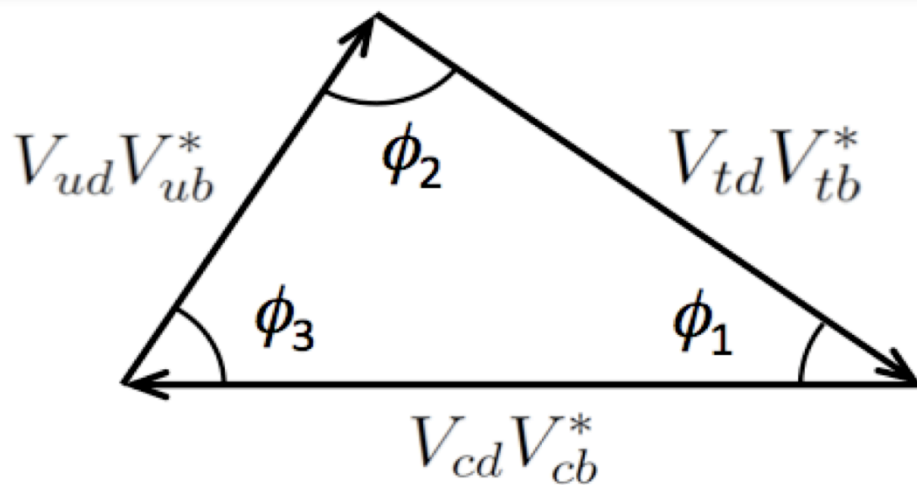
$$V_{ud}V_{ub}^* + V_{cd}V_{cb}^* + V_{td}V_{tb}^* = 0 \quad (i = d, k = b)$$



現在、最も精度が悪いのが ϕ_3 。
精度の向上が望まれる。

CP非保存角 ϕ_3

$$\phi_3 \equiv \arg \left(\frac{V_{ud}V_{ub}^*}{-V_{cd}V_{cb}^*} \right)$$



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

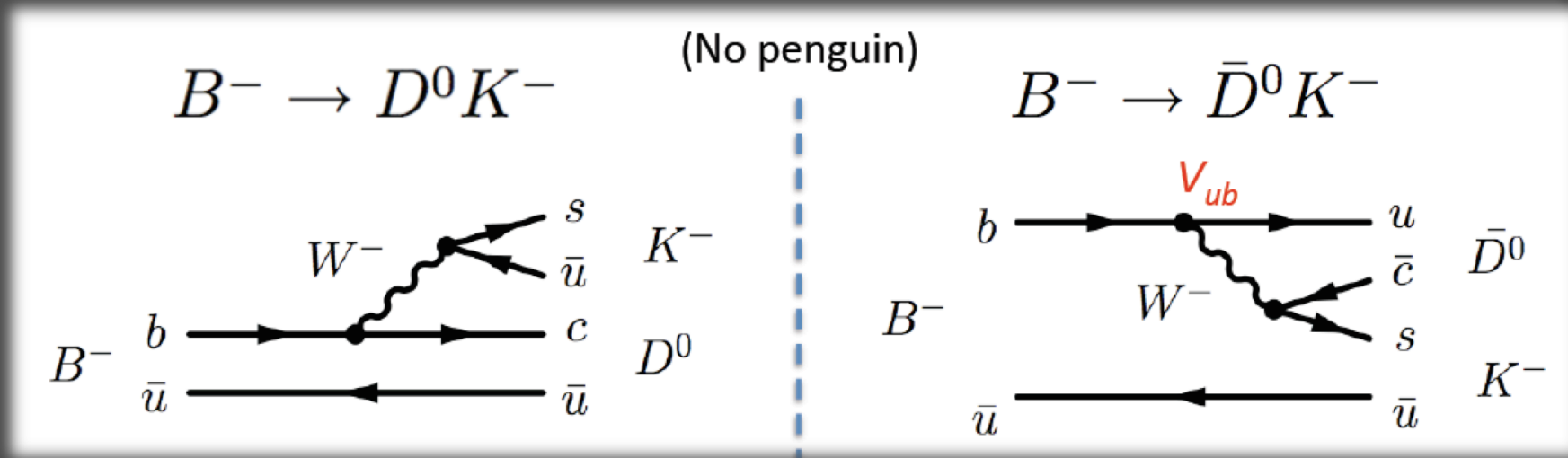
大きな複素位相を
押し込められる。

L. Wolfenstein, PRL 51, 1945 (1983)

$$\phi_3 \sim -\arg(V_{ub})$$

ϕ_3 の測定は、 V_{ub} を含んだ崩壊を用いて行われる。

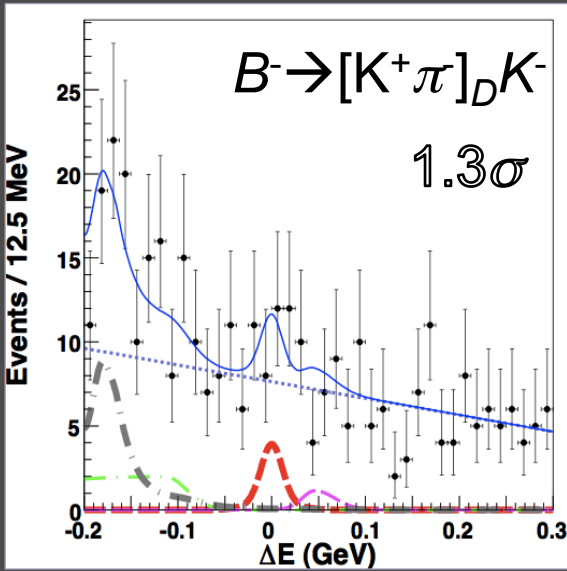
$B \rightarrow DK$ 崩壊 / ϕ_3 測定の基本



- 2つの崩壊の、弱い相互作用起因の位相差が ϕ_3 となる。
- 強い相互作用起因の位相差： δ_B
- D^0 と \bar{D}^0 の同じ終状態 f への崩壊を用い、 ϕ_3 を測定する。
- 振幅の大きさの比 r_B も同時に測定する。

$$r_B \equiv \left| \frac{A(B^- \rightarrow \bar{D}^0 K^-)}{A(B^- \rightarrow D^0 K^-)} \right|$$

◎ $f = K\pi$



(Shown at JPS 08)

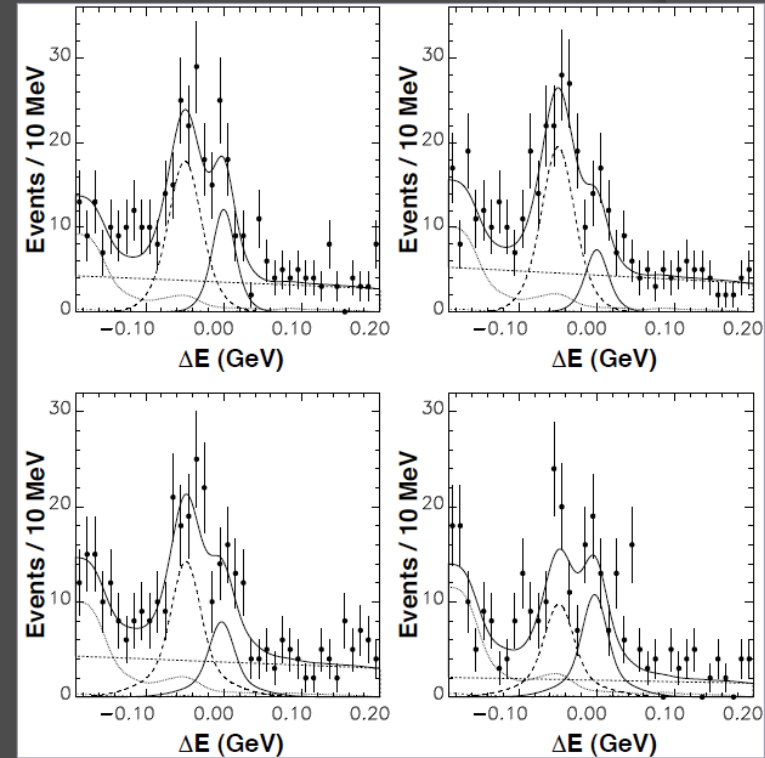
崩壊分岐比の比

$$R_{\text{ADS}} = r_B^2 + r_D^2 + 2r_B r_D \cos(\delta_B + \delta_D) \cos \phi_3$$

$$r_D \equiv \left| \frac{A(D^0 \rightarrow K^+\pi^-)}{A(D^0 \rightarrow K^-\pi^+)} \right| \quad (\text{measured})$$

δ_D : D 中間子崩壊の強い相互作用位相差

◎ $f = \text{CP固有状態}$



崩壊分岐比の比

$$R_{\text{CP}\pm} = 1 + r_B^2 \pm 2r_B \cos \delta_B \cos \phi_3$$

CP非対称度

$$A_{\text{CP}\pm} = \pm 2r_B \sin \delta_B \sin \phi_3 / R_{\text{CP}\pm}$$

信号の数から、 ϕ_3 の関数 R_{ADS} , $R_{\text{CP}\pm}$, $A_{\text{CP}\pm}$ を求められる。

ϕ_3 測定

未知変数4つ($\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D$)の連立方程式

	W.A.(HFAG08)	前頁の結果
$(R_{\text{ADS}} =) r_B^2 + r_D^2 + 2r_B r_D \cos(\delta_B + \delta_D) \cos \phi_3$	$= 0.0099 \pm 0.0054$	0.0078 ± 0.0066
$(R_{\text{CP}+} =) 1 + r_B^2 + 2r_B \cos \delta_B \cos \phi_3$	$= 1.13 \pm 0.09$	1.13 ± 0.18
$(R_{\text{CP}-} =) 1 + r_B^2 - 2r_B \cos \delta_B \cos \phi_3$	$= 1.06 \pm 0.10$	1.17 ± 0.20
$(\mathcal{A}_{\text{CP}+} =) \frac{2r_B \sin \delta_B \sin \phi_3}{R_{\text{CP}+}}$	$= 0.25 \pm 0.07$	0.06 ± 0.15
$(\mathcal{A}_{\text{CP}-} =) \frac{-2r_B \sin \delta_B \sin \phi_3}{R_{\text{CP}-}}$	$= -0.10 \pm 0.08$	-0.12 ± 0.15

W.A.を用いる。

測定値とのずれの指標 χ^2 を計算し、尤度 \mathcal{L} を求める。

$$\chi^2(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D) = \sum_i \frac{(\mathcal{O}_{\text{measured}}^i - \mathcal{O}^i(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D))^2}{\sigma_{\mathcal{O}^i}^2}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{O}^1 &= R_{\text{ADS}} \\ \mathcal{O}^2 &= R_{\text{CP}+} \\ \mathcal{O}^3 &= R_{\text{CP}-} \\ \mathcal{O}^4 &= \mathcal{A}_{\text{CP}+} \\ \mathcal{O}^5 &= \mathcal{A}_{\text{CP}-} \end{aligned}$$

ベイズ統計

$$\mathcal{L}(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D) = e^{-\frac{1}{2}\chi^2(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D)}$$

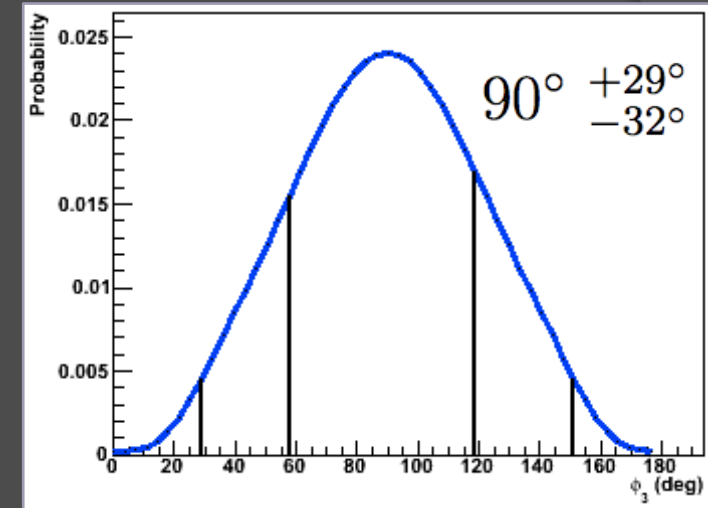
ϕ_3 測定

$$\mathcal{L}(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D) = e^{-\frac{1}{2}\chi^2(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D)}$$

積分して確率分布を得る。

- ϕ_3 確率分布

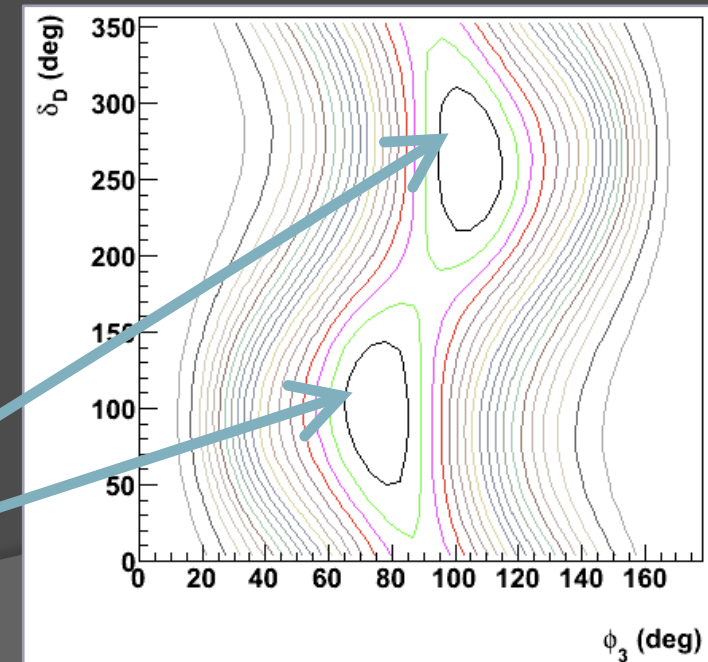
$$P(\phi_3) = \iiint \mathcal{L}(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D) dr_B d\delta_B d\delta_D$$



- (ϕ_3, δ_D) 2次元確率分布

$$P(\phi_3, \delta_D) = \iiint \mathcal{L}(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D) dr_B d\delta_B$$

2つのピークの寄与があることがわかった。



ϕ_3 測定 (δ_D を用いる場合)

近年、 δ_D の測定精度が上がっているので、 δ_D 測定値を加える。

$$(R_{\text{ADS}} =) r_B^2 + r_D^2 + 2r_B r_D \cos(\delta_B + \delta_D) \cos \phi_3 = 0.0099 \pm 0.0054$$

$$(R_{\text{CP}+} =) 1 + r_B^2 + 2r_B \cos \delta_B \cos \phi_3 = 1.13 \pm 0.09$$

$$(R_{\text{CP}-} =) 1 + r_B^2 - 2r_B \cos \delta_B \cos \phi_3 = 1.06 \pm 0.10$$

$$(\mathcal{A}_{\text{CP}+} =) \frac{2r_B \sin \delta_B \sin \phi_3}{R_{\text{CP}+}} = 0.25 \pm 0.07$$

$$(\mathcal{A}_{\text{CP}-} =) \frac{-2r_B \sin \delta_B \sin \phi_3}{R_{\text{CP}-}} = -0.10 \pm 0.08$$

$$\delta_D = (22.5 \pm 11.0)^\circ$$

δ_D は、CLEOC
実験などから
測られている。
W.A.(HFAG08)
を用いる。

連立方程式の数が5つから6つへ。

χ^2 や尤度 \mathcal{L} の計算は同様に行う。

$$\chi^2(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D) = \sum_i \frac{(\mathcal{O}_{\text{measured}}^i - \mathcal{O}^i(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D))^2}{\sigma_{\mathcal{O}^i}^2}$$

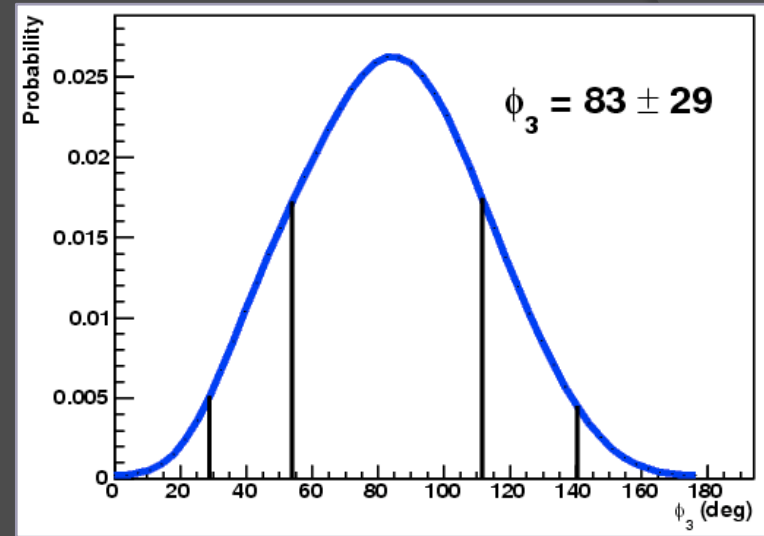
$$\mathcal{L}(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D) = e^{-\frac{1}{2}\chi^2(\phi_3, r_B, \delta_B, \delta_D)}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{O}^1 &= R_{\text{ADS}} \\ \mathcal{O}^2 &= R_{\text{CP}+} \\ \mathcal{O}^3 &= R_{\text{CP}-} \\ \mathcal{O}^4 &= \mathcal{A}_{\text{CP}+} \\ \mathcal{O}^5 &= \mathcal{A}_{\text{CP}-} \\ \mathcal{O}^6 &= \delta_D \end{aligned}$$

ϕ_3 測定 (δ_D を用いる場合)

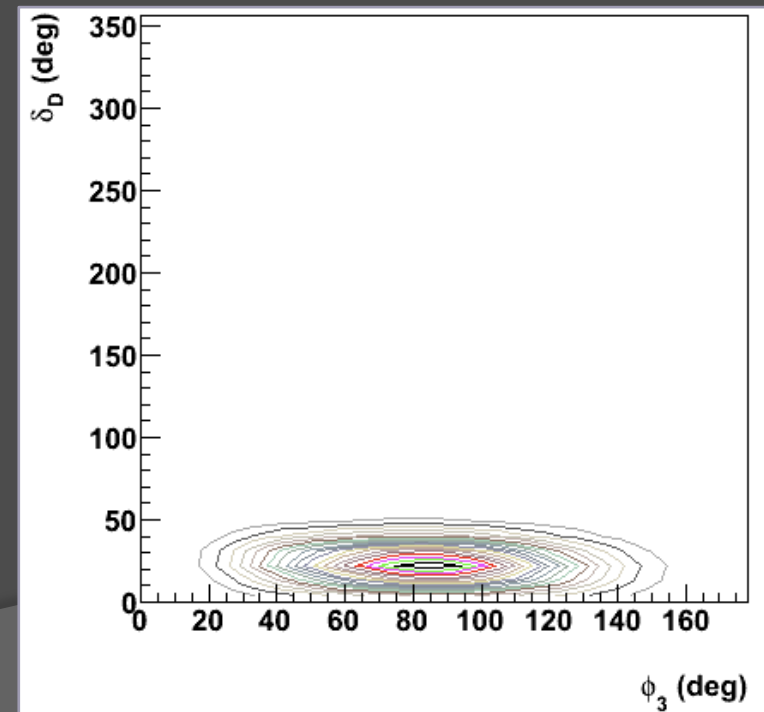
暫定的に、下記の結果を得た。

$$\phi_3 = 83^\circ \pm 29^\circ$$



2つのあったピークのうち、 δ_D の測定値に近い方が選ばれた。

たまたま2つのピークが近い位置にあったため、 ϕ_3 精度の向上は小さかった。しかし、この方法は、今後の ϕ_3 測定において非常に有用な可能性がある。



まとめ

- ◎ ϕ_3 の測定精度はユニタリティ三角形の角の中で最も悪く、精度の向上が求められる。
- ◎ $B \rightarrow DK$ 崩壊について D 中間子の $K\pi$ やCP固有状態への崩壊を用い、ベイズ統計によって暫定的 ϕ_3 測定を行った。

$$\phi_3 = 83^\circ \pm 29^\circ$$

- ◎ 新たに、 $D \rightarrow K\pi$ 崩壊の位相差 δ_D の測定値を用い、 ϕ_3 の解の数を減らす可能性を示した。
- ◎ 今後、 $B \rightarrow D^*K$, DK^* の解析も加えることで、精度を向上させたい。



Backup Slides

小林・益川機構

CPが破れるモデルの一つ：3世代目のクォークを含む

Prog. Theor. Phys. 49, 652 (1973)

Charged-current weak interaction Lagrangian

$$\mathcal{L}_{\text{int,qW}} = -\frac{g}{\sqrt{2}} \left[(\bar{U}_L \gamma^\mu V D_L) W_\mu^+ + (\bar{D}_L \gamma^\mu V^\dagger U_L) W_\mu^- \right]$$

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

CKM行列 (Unitary)

$$U = \begin{pmatrix} u \\ c \\ t \end{pmatrix}, \quad D = \begin{pmatrix} d \\ s \\ b \end{pmatrix}$$

Mass eigenstates

CKM行列が複素成分を含み、CPは破れる。

CP violation

$$\mathcal{L}_{\text{int,qW}} = -\frac{g}{\sqrt{2}} \left[(\bar{U}_L \gamma^\mu \mathbf{V} D_L) W_\mu^+ + (\bar{D}_L \gamma^\mu \mathbf{V}^\dagger U_L) W_\mu^- \right]$$

$$(CP) W_\mu^+ (CP)^\dagger = -W_\mu^-$$

$$(CP) \bar{\psi}_1 \gamma^\mu \psi_2 (CP)^\dagger = -\bar{\psi}_2 \gamma^\mu \psi_1$$

$$(CP) \mathcal{L}_{\text{int,qW}} (CP)^\dagger = -\frac{g}{\sqrt{2}} \left[(\bar{U}_L \gamma^\mu \mathbf{V}^* D_L) W_\mu^+ + (\bar{D}_L \gamma^\mu (\mathbf{V}^*)^\dagger U_L) W_\mu^- \right]$$

$\mathcal{L}_{\text{int,qW}}$ is not invariant under $V^* \neq V$.

Topics on the CKM matrix

- Wolfenstein parameterization

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} 1 - \frac{1}{2}\lambda^2 & \lambda & A\lambda^3(\rho - i\eta) \\ -\lambda & 1 - \frac{1}{2}\lambda^2 & A\lambda^2 \\ A\lambda^3(1 - \rho - i\eta) & -A\lambda^2 & 1 \end{pmatrix} + \mathcal{O}(\lambda^4)$$

complex

L. Wolfenstein, PRL 51, 1945 (1983)

- Number of possible complex phases

$$\frac{1}{2}(N - 1)(N - 2)$$

N : number of the quark generations

$$N^2 - (2N - 1) - \frac{1}{2}N(N - 1)$$

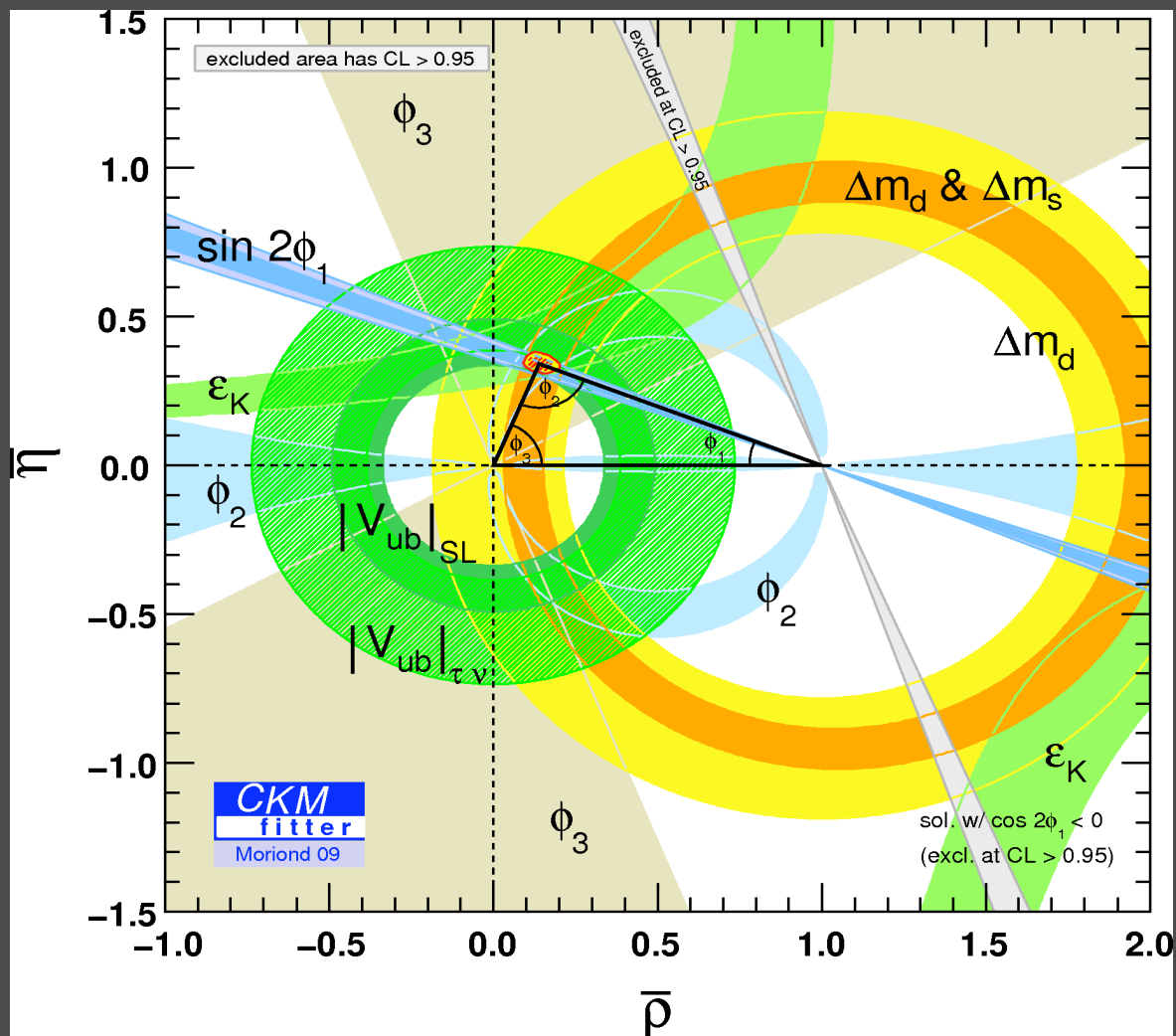
$$\sum_j R_{ij} R_{kj} = \delta_{ik} \quad (i \leq k)$$

$$N^2 - \frac{1}{2}N(N + 1) = \frac{1}{2}N(N - 1)$$

#_{freedom}

of freedom of real-valued orthogonal matrix

測定精度(CKMfitter)



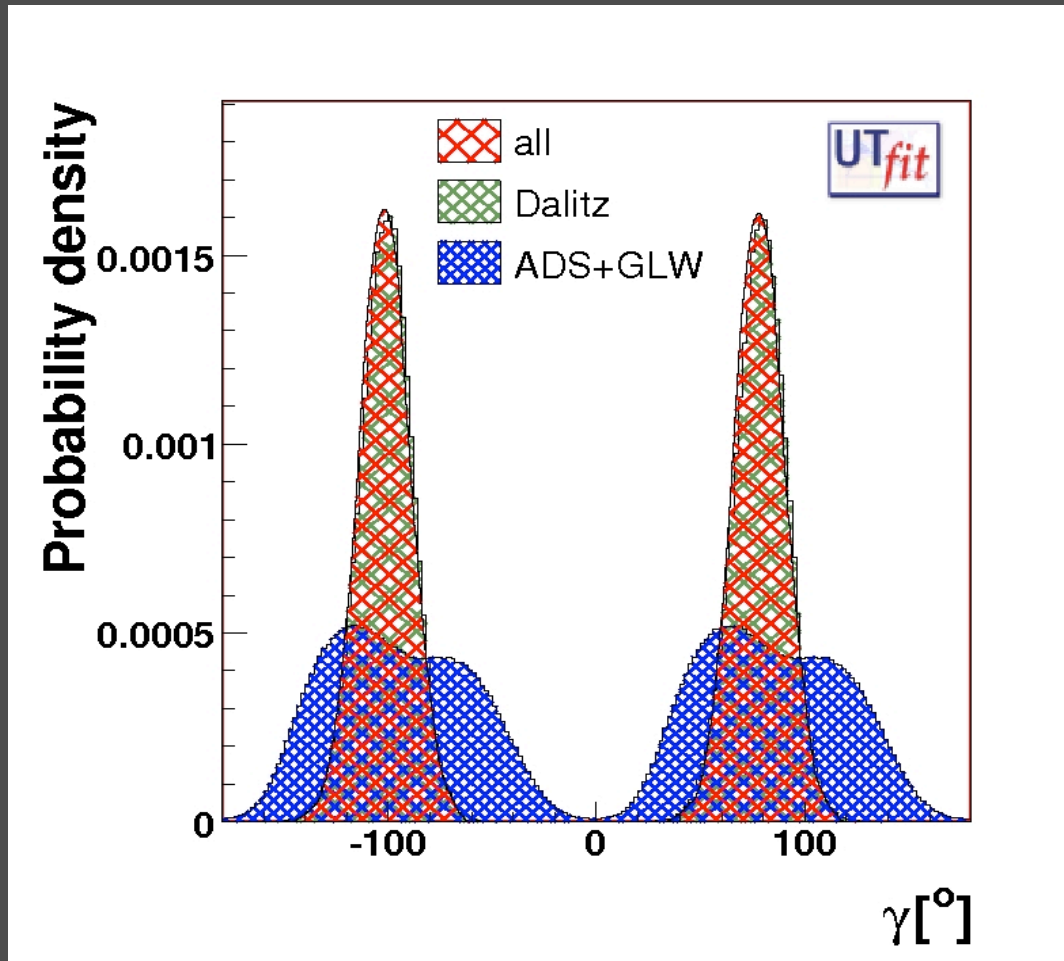
角の測定精度

$$\phi_1 = 21.1^\circ \pm 0.9^\circ$$

$$\phi_2 = 89^\circ \begin{matrix} +4.4^\circ \\ -4.2^\circ \end{matrix}$$

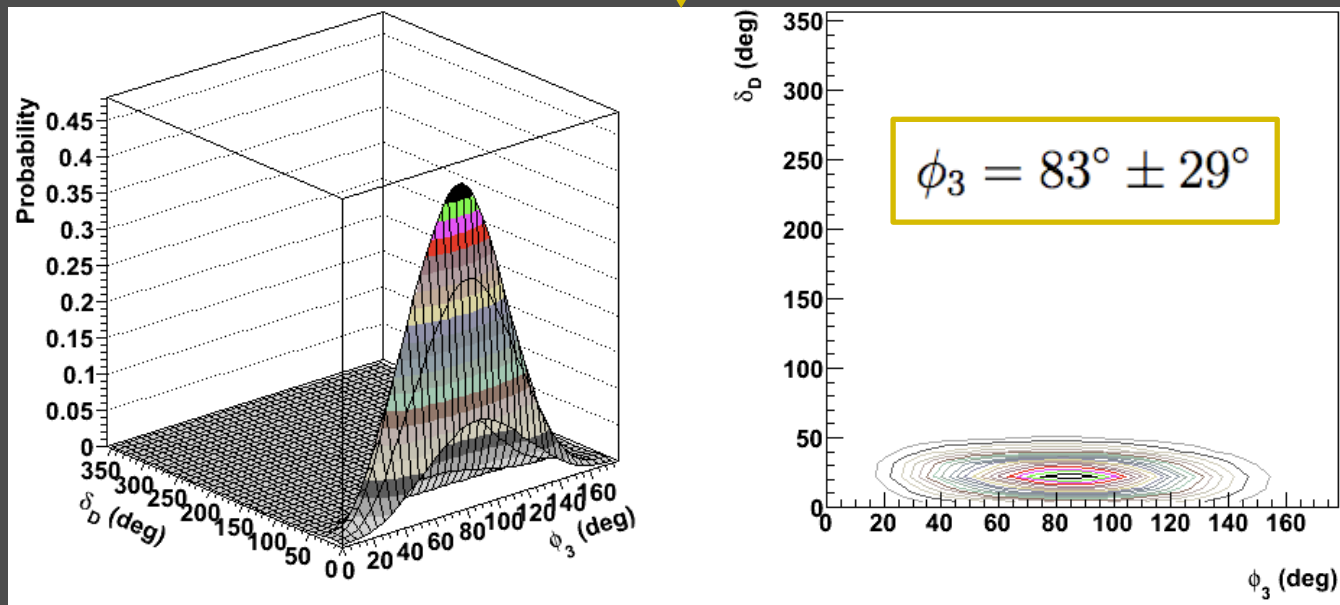
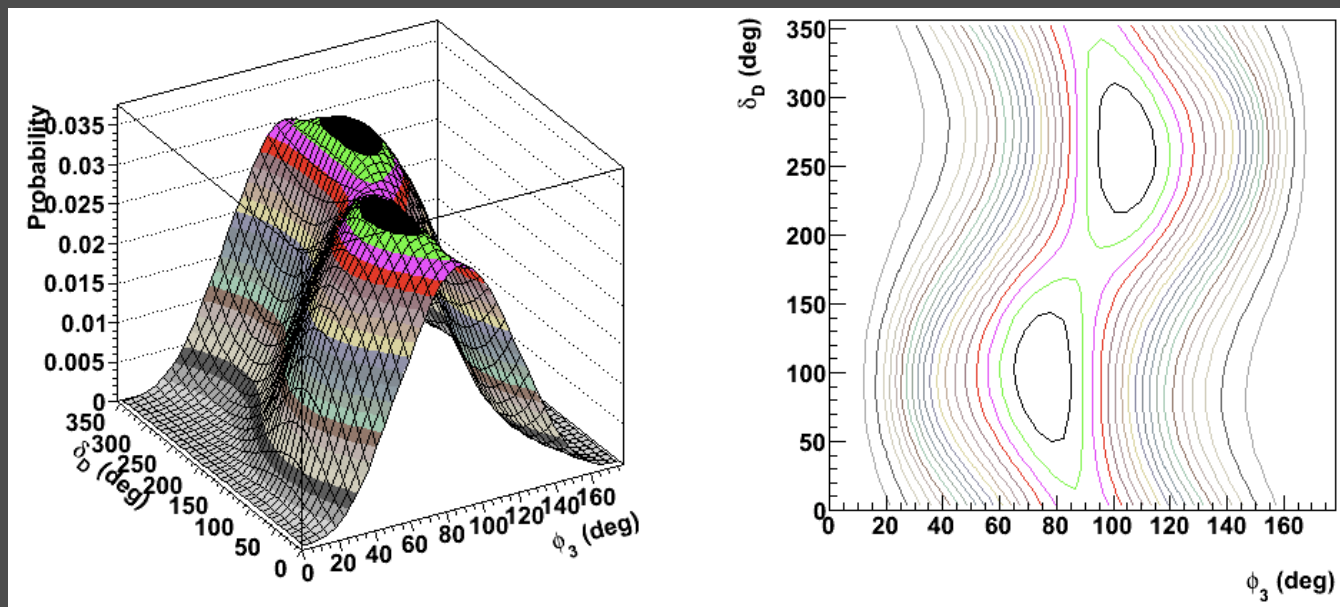
$$\phi_3 = 70^\circ \begin{matrix} +27^\circ \\ -29^\circ \end{matrix}$$

Global fit by UTfit group



GGSZ : $D \rightarrow K_S \pi \pi$ について
Dalitz解析を用いる方法
これまでの最も良い測定。

ADS+GLW : 本解析の方法
但し $D^* K$, DK^* も用いている。
 δ_D は用いていない。
(δ_D を用いる事できれいな
ピークが見える可能性。)



$$\phi_1 = 21.1^\circ \pm 0.9^\circ$$

$$\phi_2 = 89^\circ \begin{matrix} +4.4^\circ \\ -4.2^\circ \end{matrix}$$

$\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 = 180^\circ$ に近い方が選ばれた。

不連続不定性

$$\begin{aligned}
 (R_{\text{ADS}} =) r_B^2 + r_D^2 + 2r_B r_D \cos \phi_3 \cos (\delta_B + \delta_D) &= 0.0078 \pm 0.0066 \\
 (R_{\text{CP}+} =) 1 + r_B^2 + 2r_B \cos \phi_3 \cos \delta_B &= 1.09 \pm 0.09 \\
 (R_{\text{CP}-} =) 1 + r_B^2 - 2r_B \cos \phi_3 \cos \delta_B &= 0.90 \pm 0.10 \\
 (\mathcal{A}_{\text{CP}+} =) 2r_B \sin \phi_3 \sin \delta_B / R_{\text{CP}+} &= 0.26 \pm 0.08 \\
 (\mathcal{A}_{\text{CP}-} =) -2r_B \sin \phi_3 \sin \delta_B / R_{\text{CP}-} &= -0.16 \pm 0.09 \\
 \delta_D &= (21.9 \pm 12.4)^\circ
 \end{aligned}$$

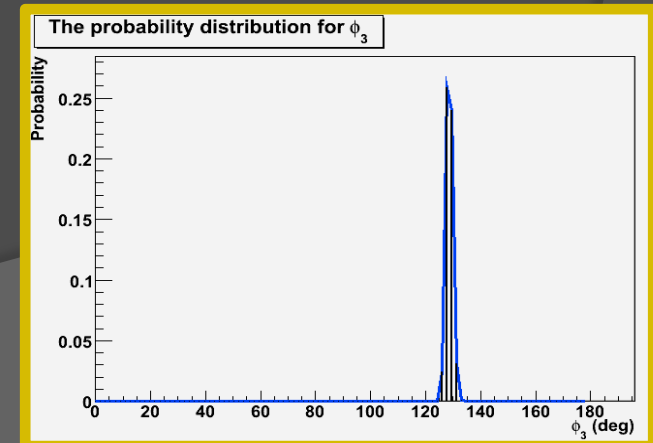
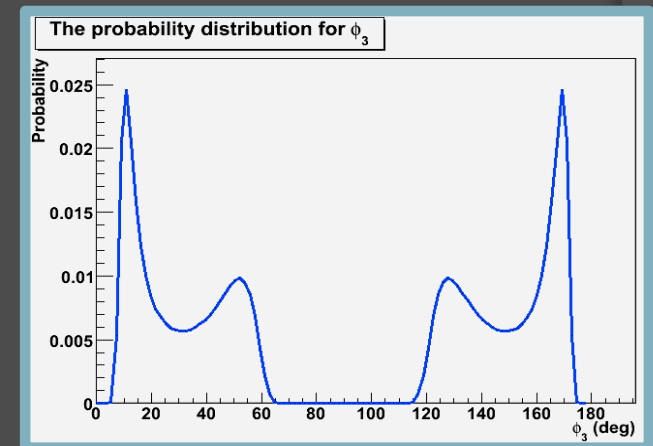
R_{ADS} と δ_D なしの場合
 $2 \times 2 \times 2 = 8$ つの不連続不定性

- (a) $\phi_3 \rightarrow \delta_B, \delta_B \rightarrow \phi_3$
- (b) $\phi_3 \rightarrow -\phi_3, \delta_B \rightarrow -\delta_B$
- (c) $\phi_3 \rightarrow \phi_3 + \pi, \delta_B \rightarrow \delta_B + \pi$

R_{ADS} と δ_D ありの場合
 2つの不連続不定性

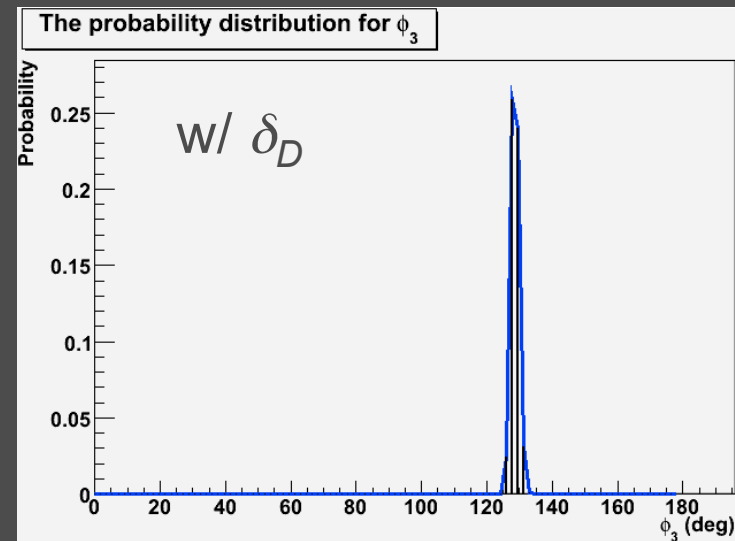
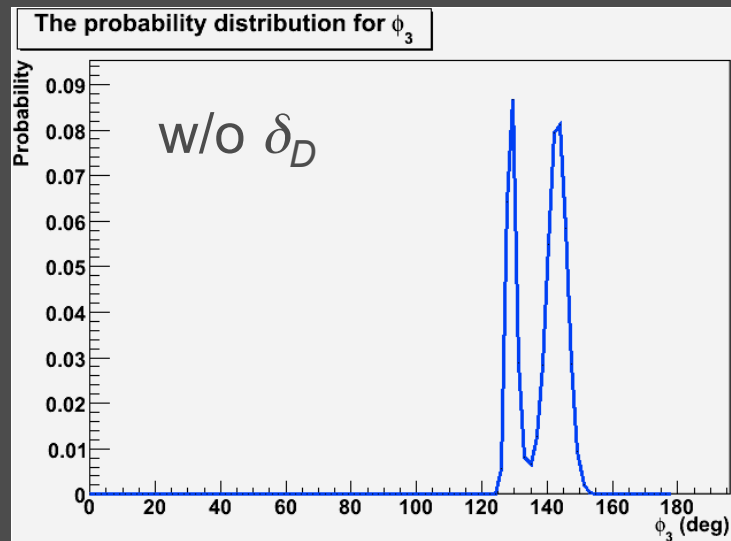
$$\phi_3 \rightarrow \phi_3 + \pi, \delta_B \rightarrow \delta_B + \pi$$

$\phi_3 = 130^\circ$, 観測量の誤差を現在の1/20としたときの結果。
 $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲を示した。



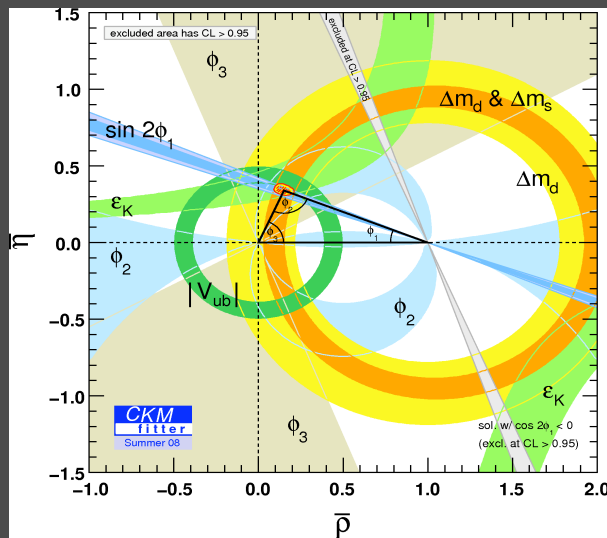
ϕ_3 測定

観測量の誤差：現在の1/20
 $\phi_3=130^\circ, \delta_B=10^\circ$



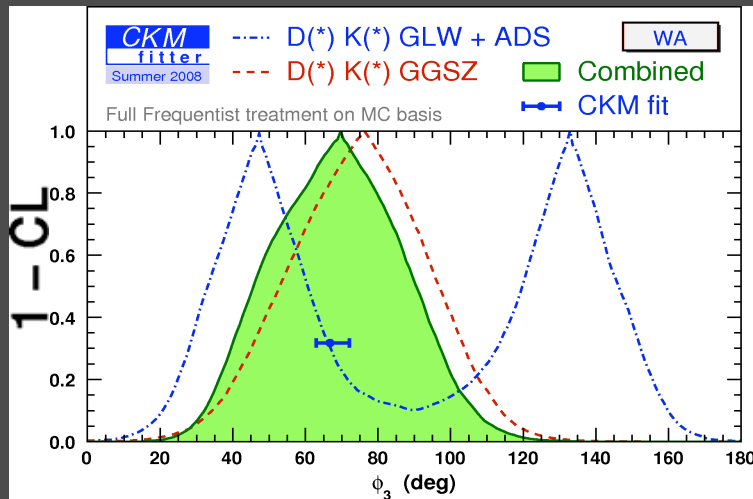
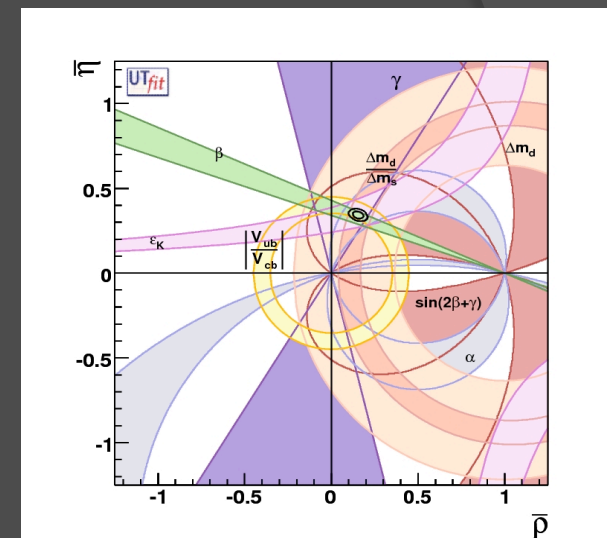
精度が上がると、 δ_D を加える効果はより明らかになる。
効果の大きさは、 ϕ_3 と δ_B の値にも依存する。

ϕ_3 フィット (Global fit)



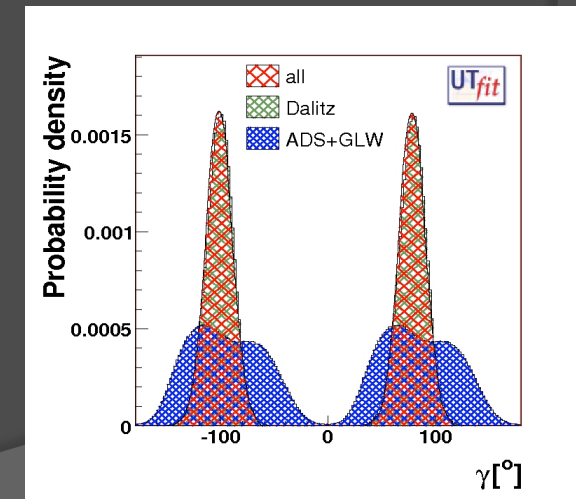
左 : CKMfitterグループ
(Frequentist)

右 : UTfitグループ
(Bayesian)



これらは、似通った値を返すことが多い。

C. Amsler et al., Phys. Lett. B667, 1 (2008)



Statistical approaches

- Bayesian approach

$$P(H/D) = \frac{P(D/H)P(H)}{P(D)}$$

H : hypothesis (ϕ_3), D : data (R_{ADS}, \dots)
 $P(H)$: prior probability, $P(D/H)$: likelihood,
 $P(H/D)$: posterior probability

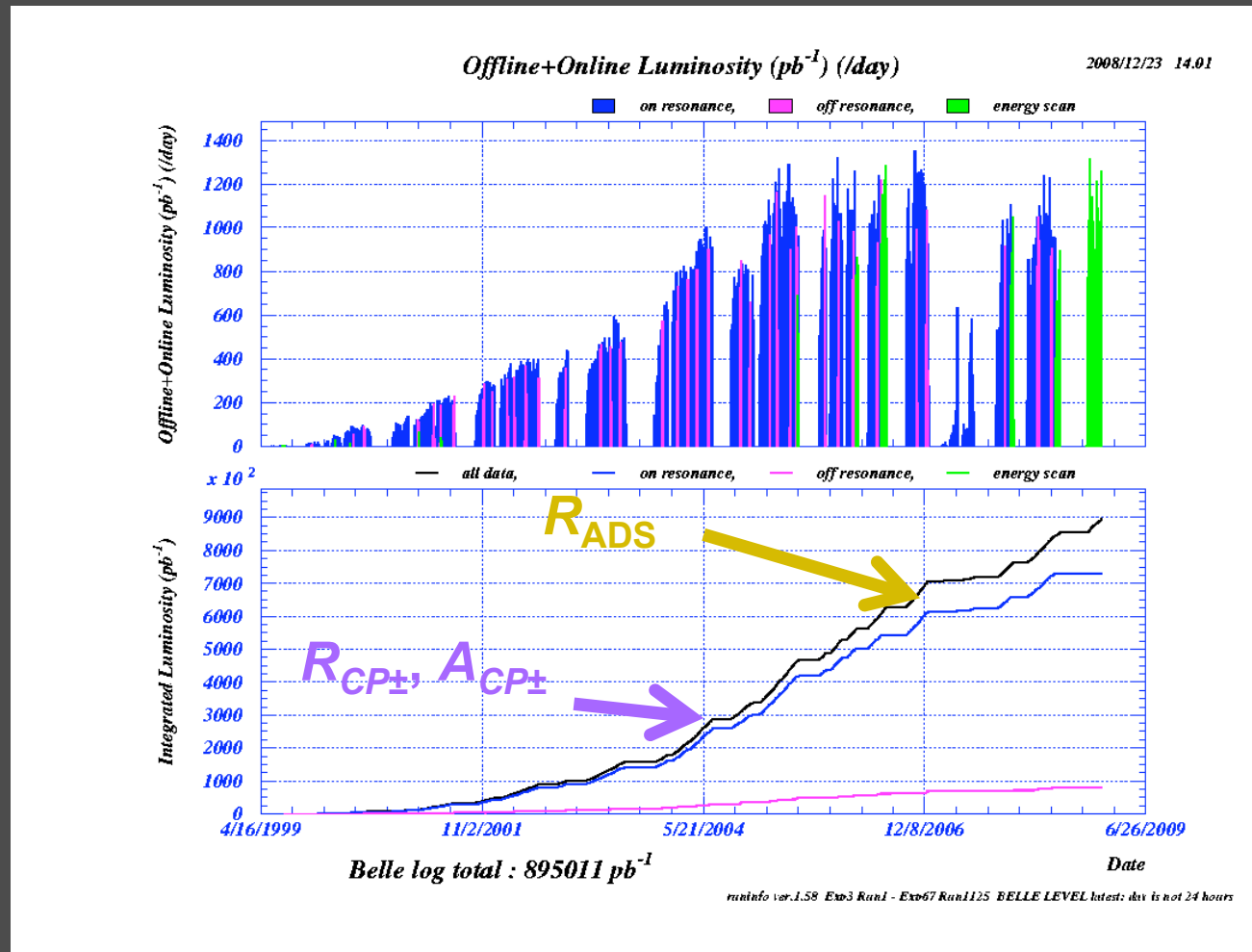
- Frequentist approach

$$P(n_x) = \lim_{n_t \rightarrow \infty} \frac{n_x}{n_t}$$

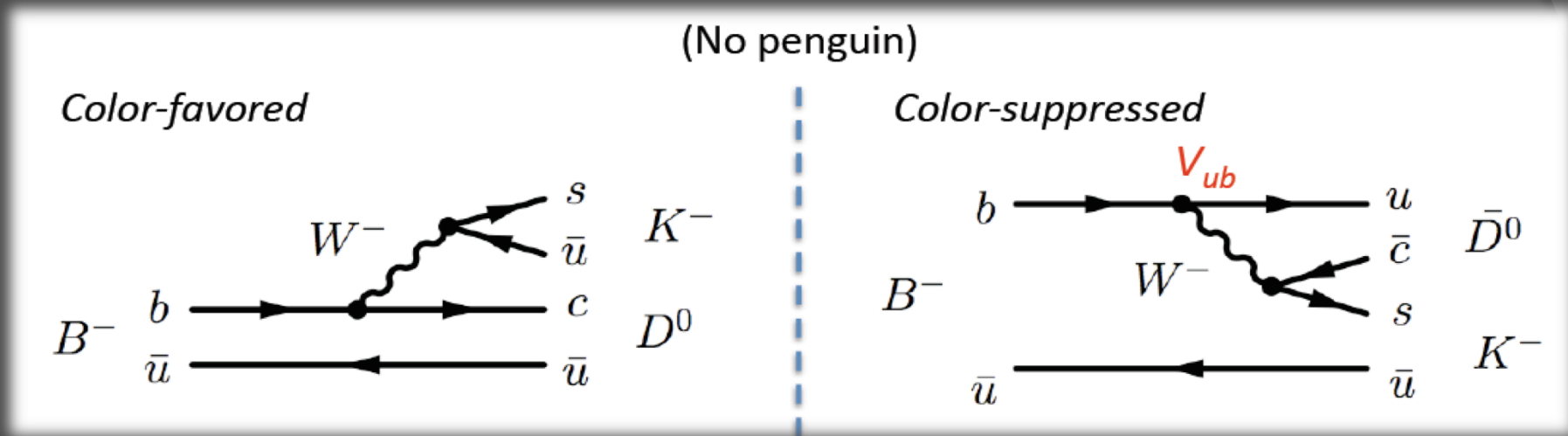
n_t : Total number of trials

n_x : Number of trials where the event x occurred

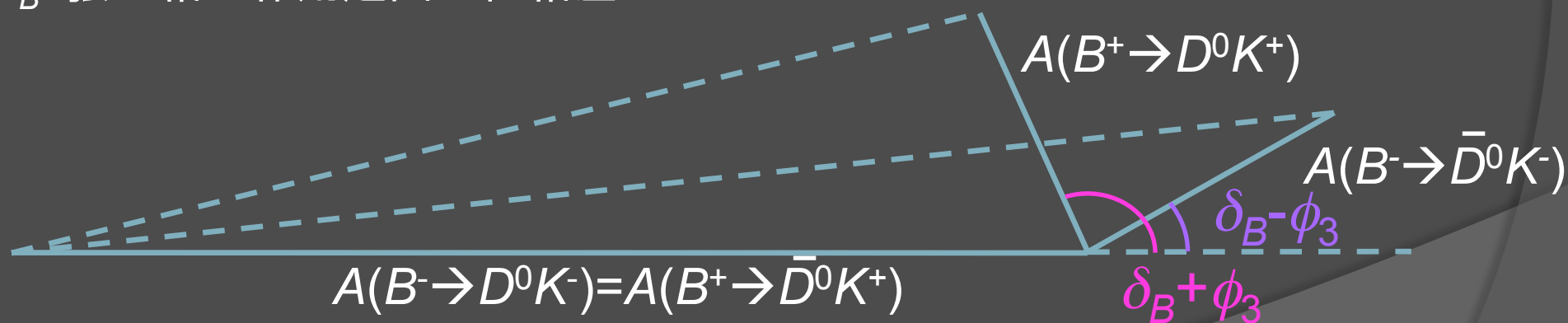
Luminosity and observations



$B \rightarrow DK$ 崩壊 / ϕ_3 測定の基本



δ_B : 強い相互作用起因の位相差



B, B^+ の崩壊を解析し、 ϕ_3 と δ_B を分離して求める。

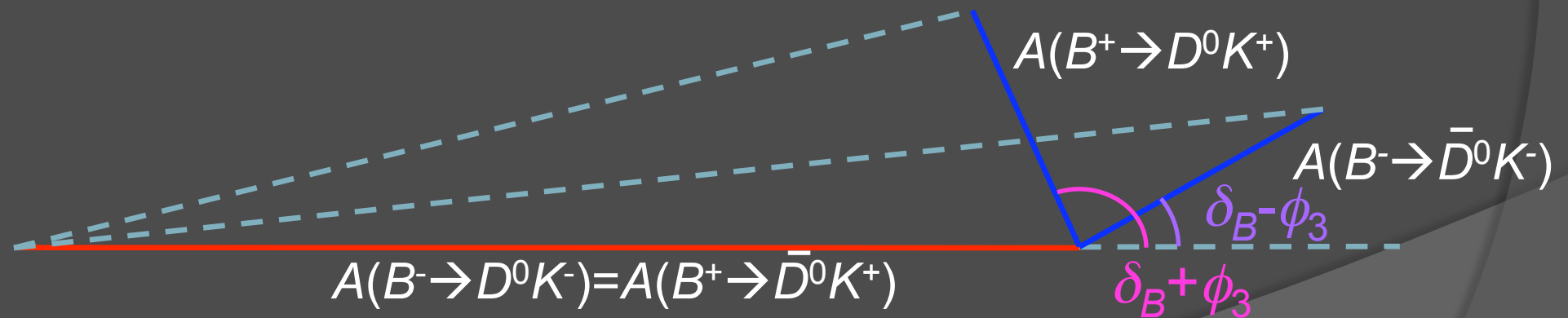
位相は直接測れず、辺の長さから余弦定理でアプローチする。

振幅の大きさの比： r_B

$$r_B \equiv \left| \frac{A(B^- \rightarrow \bar{D}^0 K^-)}{A(B^- \rightarrow D^0 K^-)} \right|$$

r_B は0.1-0.2と考えられており、これが ϕ_3 測定を難しくする。

r_B 測定は非常に重要な課題。

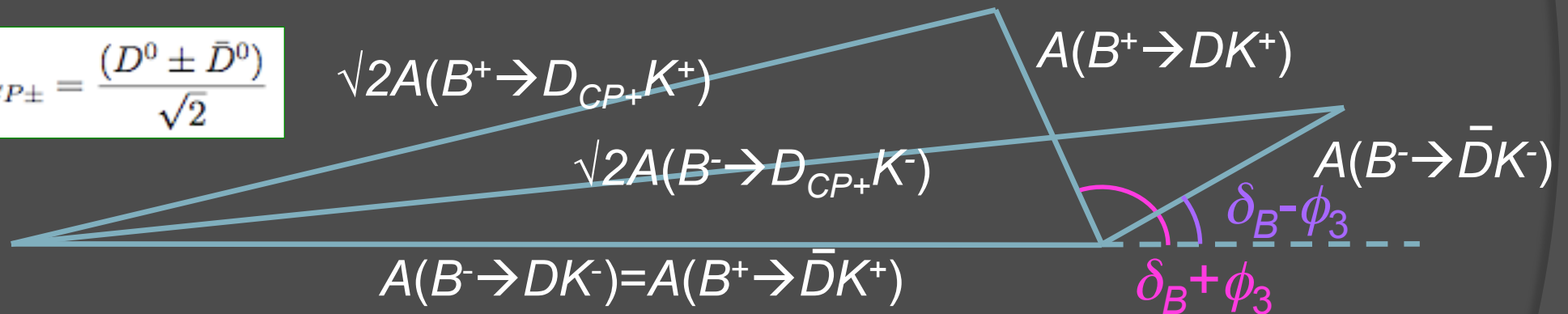


- $D \rightarrow CP$ 固有状態

- 比較的大きな崩壊幅。精密な測定が必要。

M. Gronau and D. Wyler, PL B265, 172 (1991)

$$D_{CP\pm} = \frac{(D^0 \pm \bar{D}^0)}{\sqrt{2}}$$

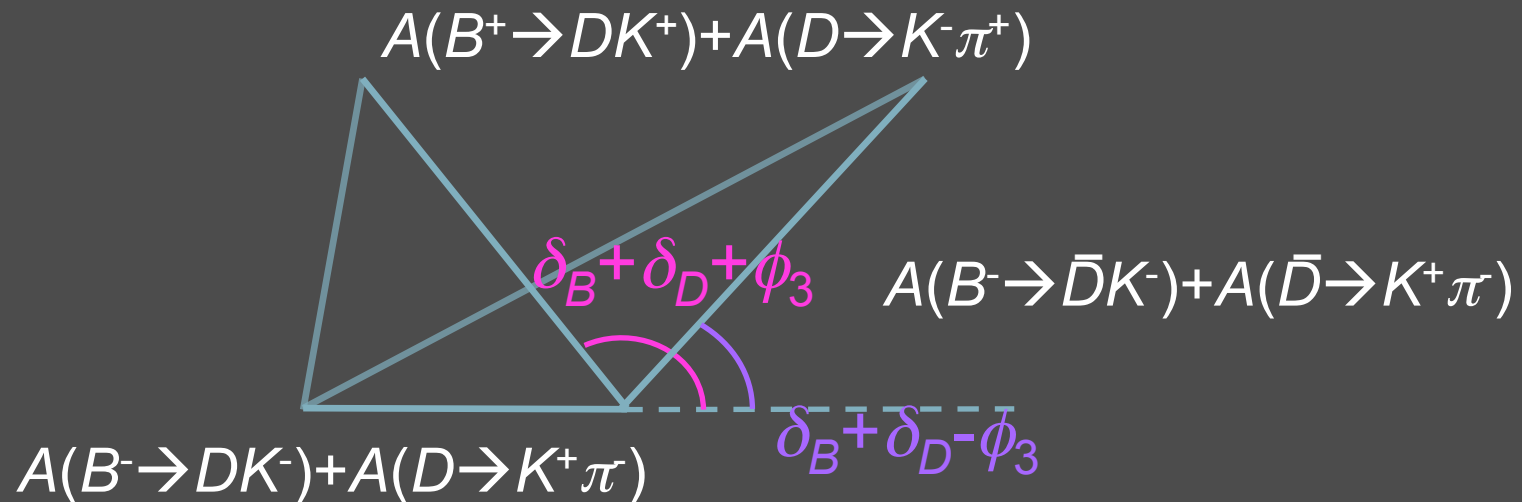


$$\begin{aligned}
 R_{CP\pm} &\equiv \frac{\mathcal{B}(B^- \rightarrow D_{CP\pm} K^-) + \mathcal{B}(B^+ \rightarrow D_{CP\pm} K^+)}{\mathcal{B}(B^- \rightarrow DK^-) + \mathcal{B}(B^+ \rightarrow \bar{D}K^+)} \\
 &= 1 + r_B^2 \pm 2r_B \cos \delta_B \cos \phi_3 \\
 \mathcal{A}_{CP\pm} &\equiv \frac{\mathcal{B}(B^- \rightarrow D_{CP\pm} K^-) - \mathcal{B}(B^+ \rightarrow D_{CP\pm} K^+)}{\mathcal{B}(B^- \rightarrow D_{CP\pm} K^-) + \mathcal{B}(B^+ \rightarrow D_{CP\pm} K^+)} \\
 &= \frac{\pm 2r_B \sin \delta_B \sin \phi_3}{R_{CP\pm}}
 \end{aligned}$$

$$R_{\text{ADS}} = \frac{\mathcal{B}(B^- \rightarrow [K^+\pi^-]_D K^-) + \mathcal{B}(B^+ \rightarrow [K^-\pi^+]_D K^+)}{\mathcal{B}(B^- \rightarrow [K^-\pi^+]_D K^-) + \mathcal{B}(B^+ \rightarrow [K^+\pi^-]_D K^+)} = r_B^2 + r_D^2 + 2r_B r_D \cos(\delta_B + \delta_D) \cos \phi_3$$

- $D \rightarrow K^+ \pi^-$

- 崩壊幅は小さいが、 CP 非保存の影響は大きい。



*D. Atwood, I Dunietz and A. Soni, PRL78, 3257 (1997);
 PRD63, 036005 (2001)*

$B \rightarrow DK, D \rightarrow K\pi$ 崩壊の解析

崩壊分岐比を用い、 ϕ_3 の関数 R_{ADS} を定義できる。

$$R_{\text{ADS}} \equiv \frac{\mathcal{B}(B^- \rightarrow [K^+\pi^-]_D K^-) + \mathcal{B}(B^+ \rightarrow [K^-\pi^+]_D K^+)}{\mathcal{B}(B^- \rightarrow [K^-\pi^+]_D K^-) + \mathcal{B}(B^+ \rightarrow [K^+\pi^-]_D K^+)} = r_B^2 + r_D^2 + 2r_B r_D \cos \phi_3 \cos(\delta_B + \delta_D)$$

$D : D^0$ または \bar{D}^0

$[f]_D : f$ が D の崩壊から来る。

$$r_D = \left| \frac{A(D^0 \rightarrow K^+\pi^-)}{A(D^0 \rightarrow K^-\pi^+)} \right| = 0.0578 \pm 0.0008$$

$\delta_D : D$ 中間子崩壊の強い相互作用位相差

- 方針：上式に出てくる崩壊のイベント数を測り、 R_{ADS} を求める。

分母 ($B^- \rightarrow [K^+\pi^-]_D K^-, B^+ \rightarrow [K^-\pi^+]_D K^+$) : ϕ_3 の情報を含む

分子 ($B^- \rightarrow [K^-\pi^+]_D K^-, B^+ \rightarrow [K^+\pi^-]_D K^+$) : 比をとるため

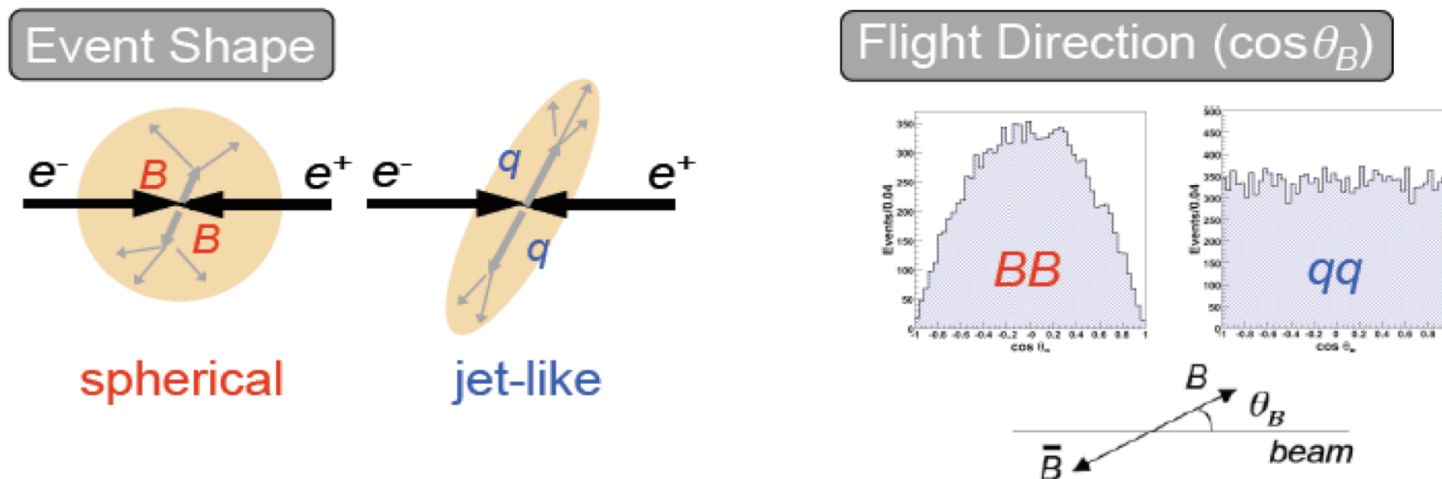
崩壊の再構成と $q\bar{q}$ バックグラウンド抑圧

- K^\pm/π^\pm 同定 : Efficiency $\sim 90\%$ 、Fake rate $\sim 10\%$
- D 中間子質量の要請 : $|M(K^+\pi^-) - 1.865| < 0.015 \text{ GeV}/c^2$ (3σ)
- B 中間子候補の再構成

$$M_{bc} \equiv \sqrt{E_{\text{beam}}^2 - |\vec{p}_{K^+} + \vec{p}_{\pi^-} + \vec{p}_{K^-}|^2} \quad |M_{bc} - 5.279| < 0.007 \text{ GeV}/c^2$$

$$\Delta E \equiv E_{K^+} + E_{\pi^-} + E_{K^-} - E_{\text{beam}} \quad \text{フィットする。}$$

- $q\bar{q}$ バックグラウンド ($q=u,d,s,c$) の抑圧

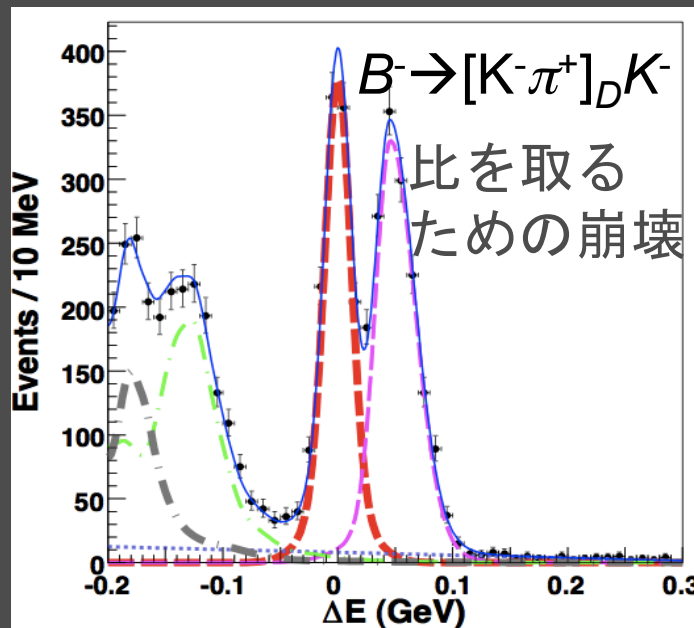
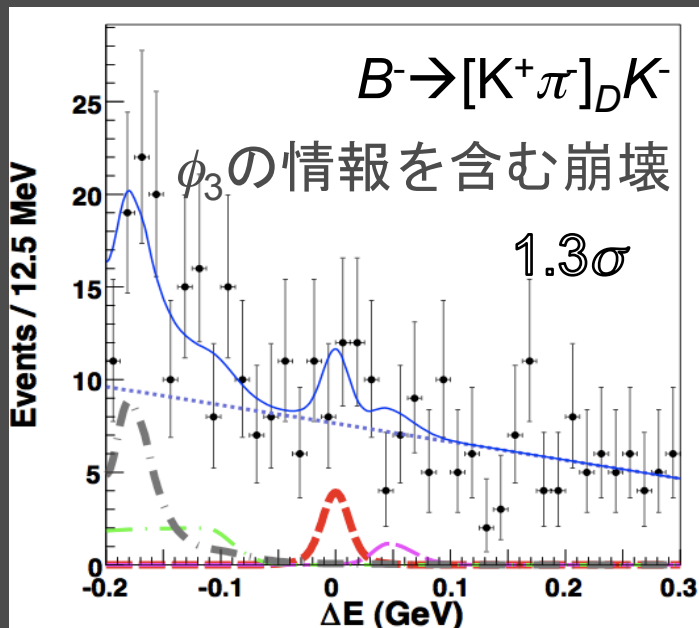


$\Delta E=0$ にピークするバックグラウンド

- $B^- \rightarrow D\pi, D \rightarrow K^+K^-$: 組み違い
 - $M(K^+\pi) \sim M_D$ のときバックグラウンドになる。
 - $M(K^+K^-) \sim M_D$ のイベントを禁止する。
→ 禁止後、 (0.22 ± 0.19) イベントが残る。→ 差し引く。
- $B^- \rightarrow [K^-\pi^+]_D K^-$: 粒子識別ミス
 - D の崩壊からの2つの粒子に対するミスIDから来る。
 - IDを入れ替えたとき $M(K^+\pi) \sim M_D$ になるイベントを禁止。
→ 禁止後、 (0.17 ± 0.13) イベントが残る。→ 差し引く。
- $B^- \rightarrow K^+\pi K^-$: その他
 - $M(K^+\pi)$ サイドバンドのデータをフィットして効いてくるイベント数 (-2.3 ± 2.4) を得た。
→ 2.4 イベントを系統誤差として扱う。

結果

(657M $B\bar{B}$)



(図には B^+ の崩壊も含まれる)

実線 : 和

- 赤 : Signal
- 緑 : $B^- \rightarrow X\pi$ BG (as $B^- \rightarrow D^*\pi$)
- 灰 : $B^- \rightarrow XK^-$ BG (as $B^- \rightarrow D^*K^-$)
- 青 : $q\bar{q}$ BG
- 桃 : $B^- \rightarrow D\pi$ BG

$$\begin{aligned}
 R_{\text{ADS}} &= \frac{\mathcal{B}(B^- \rightarrow [K^+\pi^-]_D K^-) + \mathcal{B}(B^+ \rightarrow [K^-\pi^+]_D K^+)}{\mathcal{B}(B^- \rightarrow [K^+\pi^-]_D K^-) + \mathcal{B}(B^+ \rightarrow [K^+\pi^-]_D K^+)} \\
 &= [7.8_{-5.7}^{+6.3}(\text{stat})_{-2.8}^{+2.0}(\text{syst})] \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

$$R_{\text{ADS}} < 1.8 \times 10^{-2} \text{ (90\% C.L.)}$$

B→DKとB→Dπの測定結果

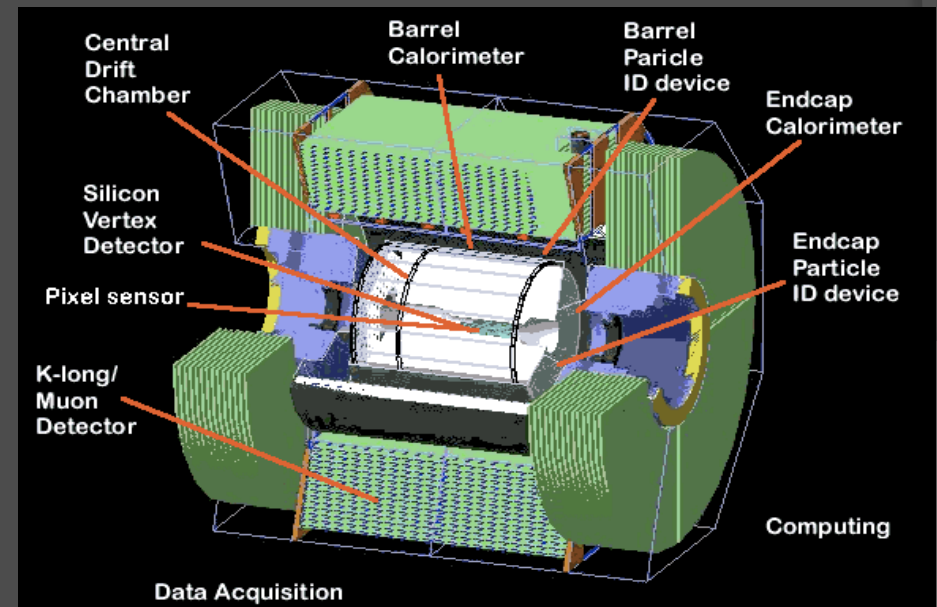
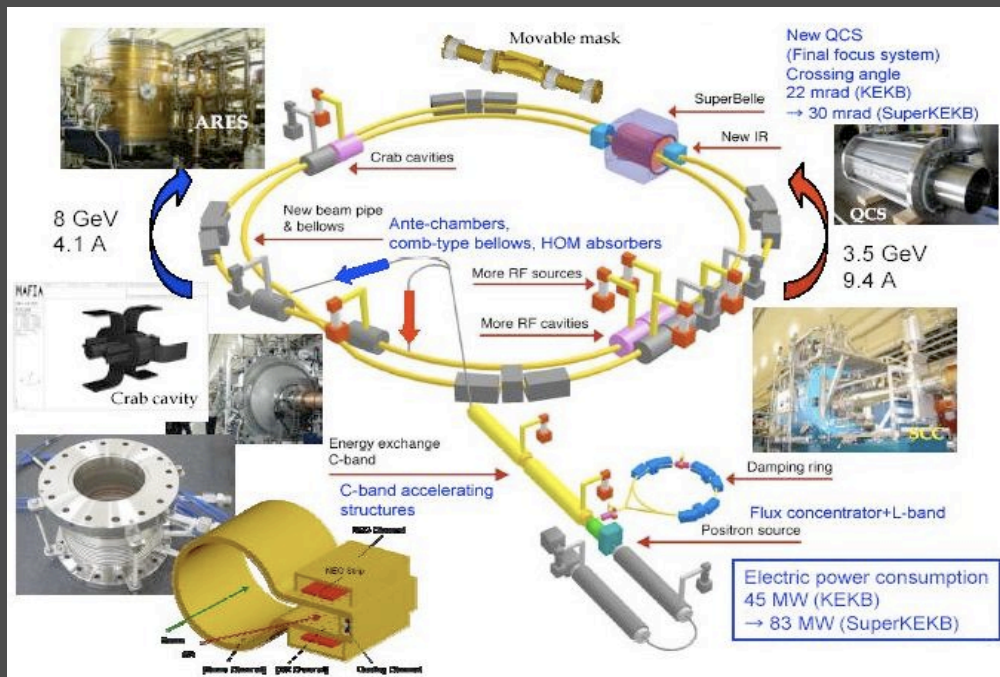
Mode	Efficiency (%)	Signal yield	Significance	Branching fraction [90% C.L. upper limit]	\mathcal{A}_{Dh}
$B^- \rightarrow D_{\text{sup}} K^-$	15.4 ± 0.3	$9.7^{+7.7}_{-7.0}$	1.3σ	$(1.2^{+1.0+0.3}_{-0.9-0.4} \pm 0.1) \times 10^{-7}$ [2.8×10^{-7}]	$-0.1^{+0.8}_{-1.0} \pm 0.4$
$B^- \rightarrow D_{\text{sup}} \pi^-$	23.1 ± 0.4	$93.8^{+15.2}_{-14.6}$	6.6σ	$(6.29^{+1.02+0.28}_{-0.98-0.41} \pm 0.24) \times 10^{-7}$	$-0.02^{+0.15}_{-0.16} \pm 0.04$
$B^- \rightarrow D_{\text{fav}} K^-$	15.1 ± 0.3	1220^{+41}_{-40}	...	...	...
$B^- \rightarrow D_{\text{fav}} \pi^-$	22.8 ± 0.4	27202^{+177}_{-176}	...	...	...

系統誤差のリスト

Source	R_{ADS}	$R_{D\pi}$	\mathcal{A}_{ADS}	$\mathcal{A}_{D\pi}$
Fit	$\pm 26\%$	$\pm 3.1\%$	± 0.40	± 0.04
Peaking backgrounds	$^{+2}_{-25} \%$	$^{+2.2}_{-5.3} \%$	...	...
Efficiency	$\pm 2.7\%$	$\pm 2.5\%$	...	...
Detector asymmetry	± 0.01	± 0.01

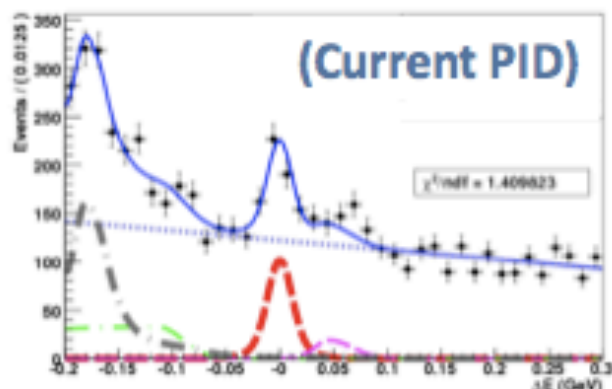
次世代のBファクトリー実験

- KEKB加速器は来年度まで運転予定。(~1/ab)
- その後3年で、次世代のBファクトリー実験を始める予定。(目標：50/ab)

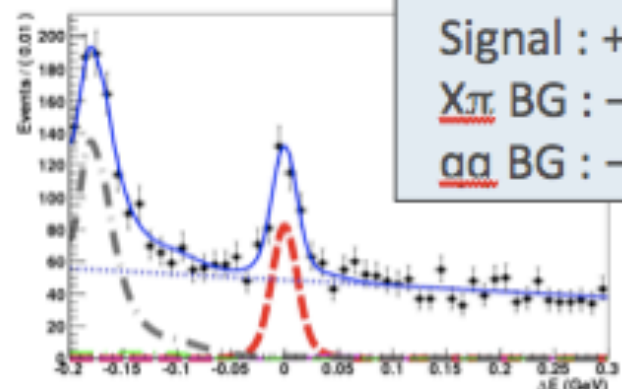


Prospects for ϕ_3 measurement (ADS and GLW)

- Signal extraction for $B \rightarrow DK, D \rightarrow K\pi$ (@ 10/ab)

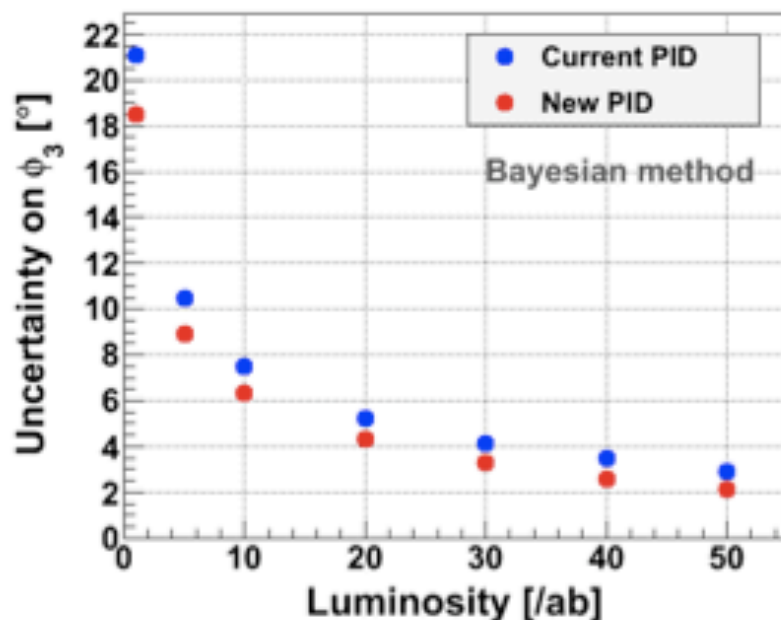


New PID
 K/π Eff. = 95%
 Fake rate = 1%



Efficiencies
 Signal : + 10%
 $X\pi$ BG : - 80%
 $\alpha\alpha$ BG : - 50%

- Error estimation for ϕ_3



Modes : DK and D*K
 Assumption : Current result
 $\phi_3 = 70^\circ, r_{R(DK)} = r_{R(D^*K)} = 0.1,$
 $\delta_{R(DK)} = 110^\circ, \delta_{R(D^*K)} = -40^\circ,$
 $\delta_D = 23^\circ \pm 11^\circ$

	10 /ab	50 /ab
Current PID	7.5°	2.9°
New PID	6.3°	2.1°

New PID reduces error of ϕ_3 .