

$B \rightarrow DK, D \rightarrow K_s K \pi$ 崩壊によるCP非保存  
角  $\phi_3$  の測定に向けた  $D^* \rightarrow D \pi, D \rightarrow K_s K \pi$   
崩壊のDalitz plot解析

2011年 12月 6日

東北大学 鈴木 善明

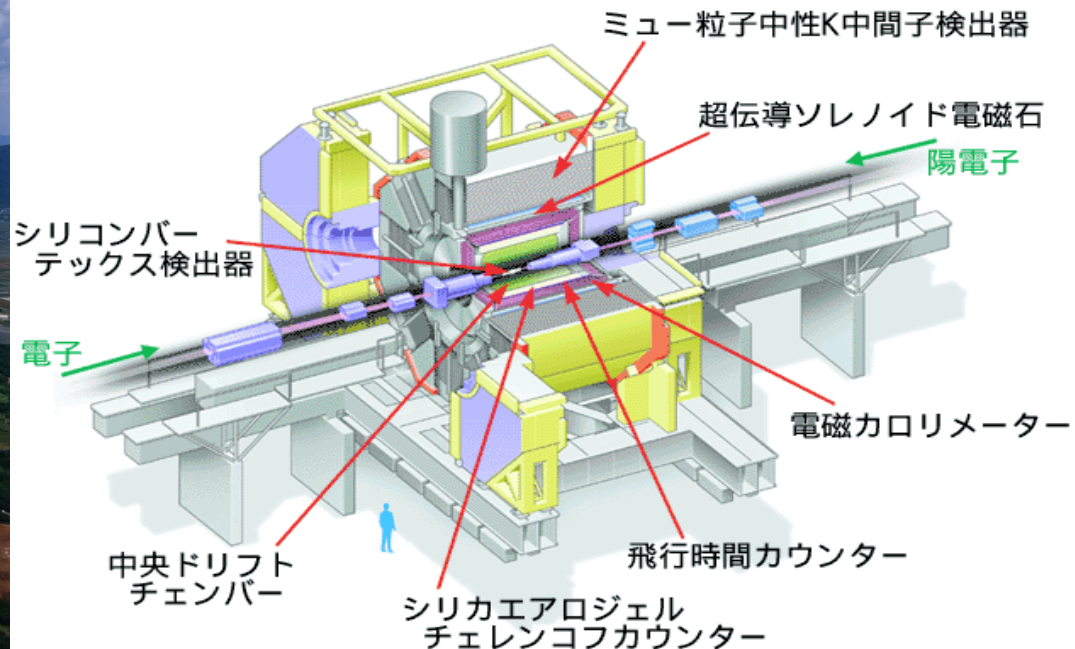
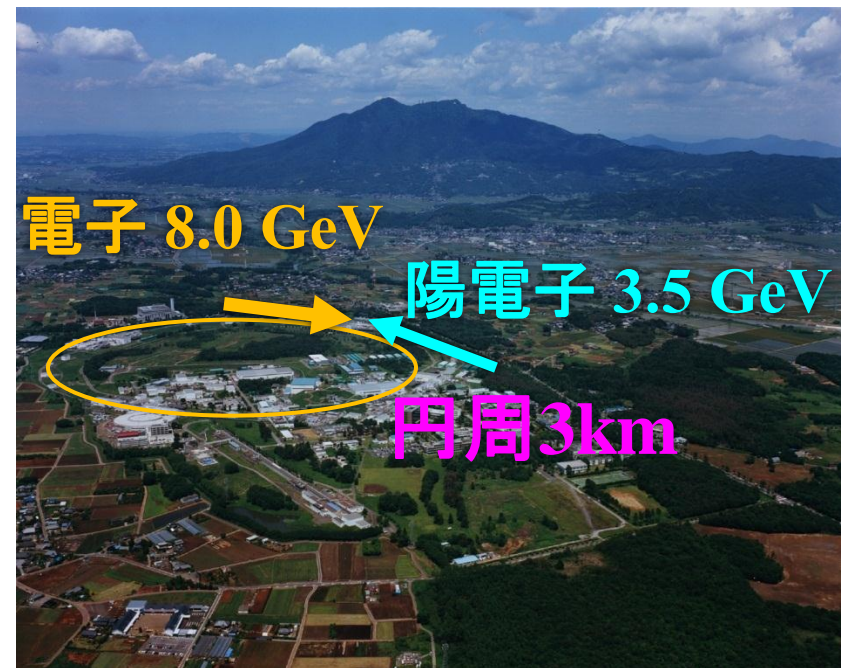
and Belle collaboration

B workshop 2011 @ 磐梯熱海

# 目次

- イントロダクション
  - Belle実験
  - $\phi_3$  の測定
- コントロールサンプル  $B^- \rightarrow D\pi^-$ ,  $D \rightarrow K_s K^{\mp} \pi^{\pm}$  の解析
- $D^{*\pm} \rightarrow D\pi^{\pm}$ ,  $D \rightarrow K_s K^{\mp} \pi^{\pm}$  崩壊の研究
  - $D$  の選定
  - Dalitz plot のフィットの手法
  - フィッターの検証
- 今後
- まとめ

# Belle実験



- 積分ルミノシティ:  $1014 \text{ fb}^{-1}$  (Y(4S):  $711 \text{ fb}^{-1}$ )
- SuperKEKB, BelleIIへのアップグレードのため2010年6月に運転終了。

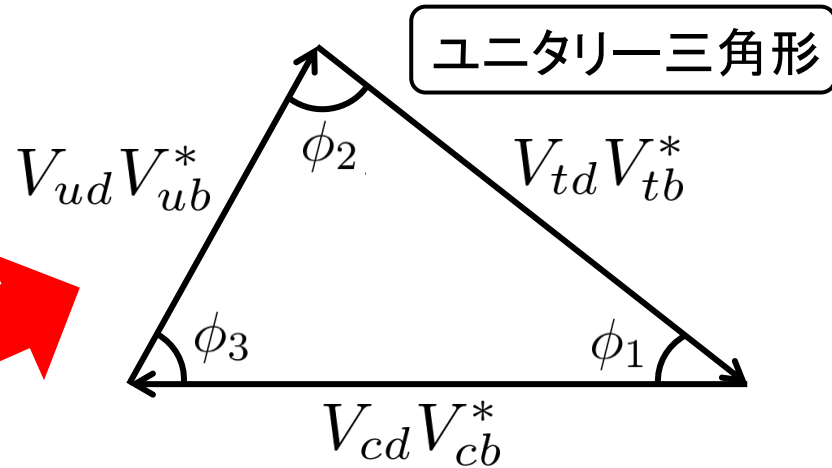
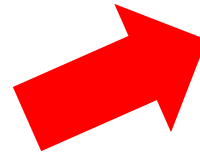
# CP非保存角 $\phi_3$

CKM行列

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

ユニタリ条件

$$V_{ud}V_{ub}^* + V_{cd}V_{cb}^* + V_{td}V_{tb}^* = 0$$



$\phi_1, \phi_2$  は精度よく測定されており、 $\phi_3$  の値が新物理の有無(三角形が閉じるか否か)を決める。

$$\phi_1 = 21.15^\circ \begin{matrix} +0.90^\circ \\ -0.88^\circ \end{matrix}$$

$$\phi_2 = 89.0^\circ \begin{matrix} +4.4^\circ \\ -4.2^\circ \end{matrix}$$

$$\phi_3 = 68^\circ \begin{matrix} +13^\circ \\ -14^\circ \end{matrix}$$

$\phi_1, \phi_2$  : CKMfitter, ICHEP2010

$\phi_3$  : CKMfitter, EPS2011

$\phi_3$  の測定精度の向上が課題

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

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

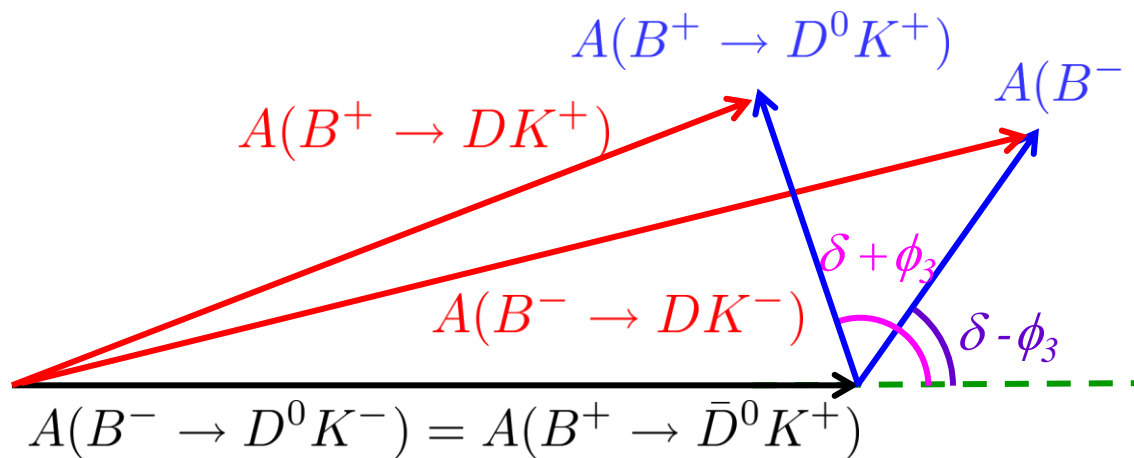
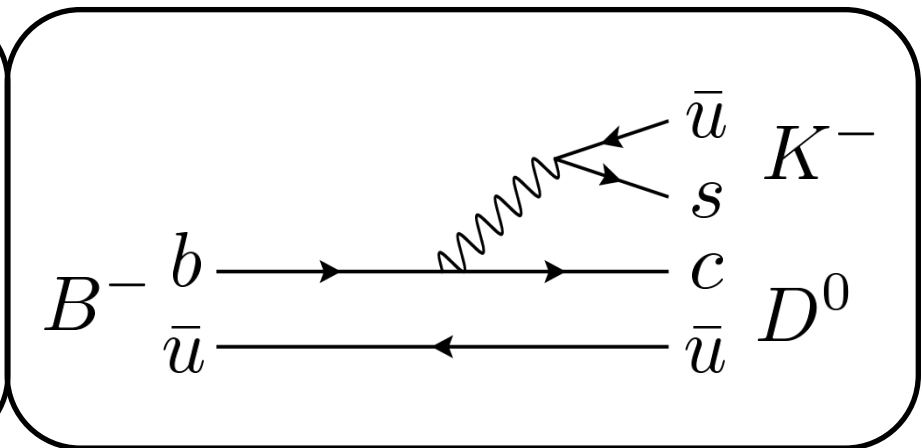
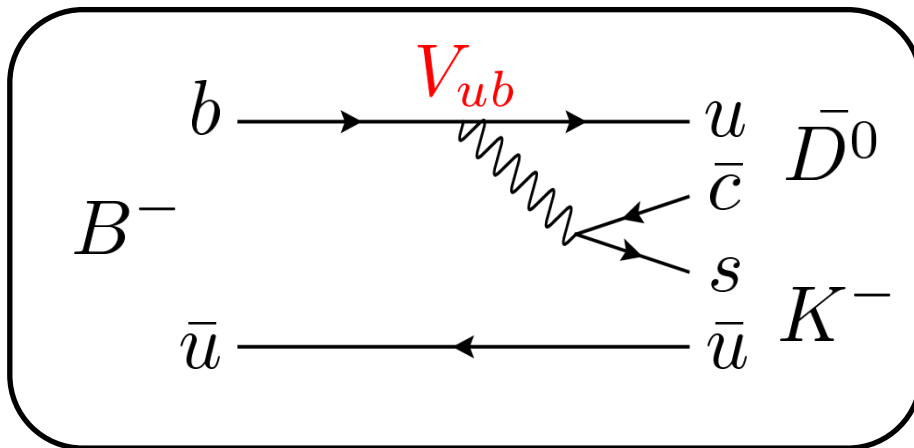
$b \rightarrow u$  遷移を含む崩壊

( $B \rightarrow DK$ )で $\phi_3$  の測定が可能。

# $B \rightarrow DK$ 崩壊

$$B^- \rightarrow \bar{D}^0 K^-$$

$$B^- \rightarrow D^0 K^-$$



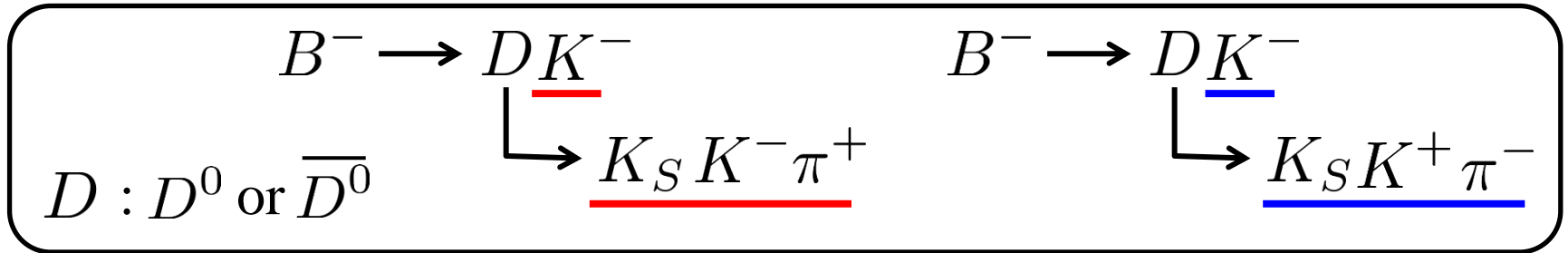
$D : D^0 \text{ or } \bar{D}^0$   
 $D^0$  と  $\bar{D}^0$  は同じ終状態に崩壊しうる。

$\delta$  : 強い相互作用に起因する位相差

$B^-$  と  $B^+$  の崩壊分岐比を測定することで  $\delta, \phi_3$  が求まる。

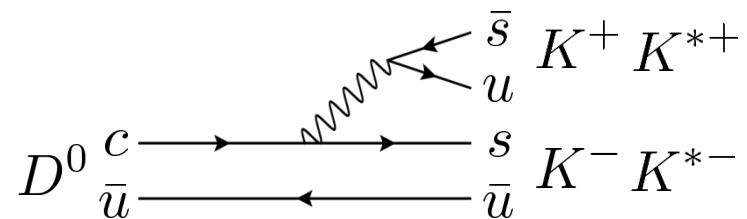
# $\overline{D}^0$ の崩壊

本解析では、まだ測定されたことのない  $D \rightarrow K_S K \pi$  崩壊を用いる。



- 直近までの  $\phi_3$  の最高精度の測定は  $D \rightarrow K_S \pi \pi$  の Dalitz plot 解析。
- 様々な中間共鳴状態を含み、様々な強い相互作用の状態が寄与するため  $\phi_3$  に強い制限をかけることが可能。

特に最大の共鳴である  $D \rightarrow K^{*+} K^-$  と  $D \rightarrow K^{*-} K^+$  は同じ過程で崩壊し、同じパラメータが寄与するので、**未知のパラメータが少ない。**



# 変形GW法

## B<sup>+</sup>, B<sup>-</sup> の分岐比

$$D \rightarrow K_S K^- \pi^+ \quad A[B^- \rightarrow K^-(K^{*+} K^-)_D] = |A_B A_D| \left[ 1 + r_B r_D e^{i(\delta_B + \delta_D - \phi_3)} \right]$$

$$D \rightarrow K_S K^+ \pi^- \quad A[B^- \rightarrow K^-(K^{*-} K^+)_D] = |A_B A_D| e^{i\delta_D} \left[ r_D + r_B e^{i(\delta_B - \delta_D - \phi_3)} \right]$$

$$D \rightarrow K_S K^- \pi^+ \quad A[B^+ \rightarrow K^+(K^{*-} K^+)_D] = |A_B A_D| \left[ 1 + r_B r_D e^{i(\delta_B + \delta_D + \phi_3)} \right]$$

$$D \rightarrow K_S K^+ \pi^- \quad A[B^+ \rightarrow K^+(K^{*+} K^-)_D] = |A_B A_D| e^{i\delta_D} \left[ r_D + r_B e^{i(\delta_B - \delta_D + \phi_3)} \right]$$

$$r_B = \left| \frac{\bar{A}_B}{A_B} \right| = \left| \frac{A(B^- \rightarrow \bar{D}^0 K^-)}{A(B^- \rightarrow D^0 K^-)} \right|, \quad r_D = \left| \frac{\bar{A}_D}{A_D} \right| = \left| \frac{A(\bar{D}^0 \rightarrow K^{*+} K^-)}{A(D^0 \rightarrow K^{*+} K^-)} \right|$$

$r_D$  は他の測定で精度よく測定されている (既知数) とする。

→ 未知数は  $\delta_D$ ,  $\delta_B$ ,  $r_B$ ,  $\phi_3$  の4つ。分岐比の4式を連立すれば解ける。

この崩壊モードのみで  $\phi_3$  の測定が可能

$$\cos \phi_3 = \frac{(R_1 + R_3 - 2)^2 - (R_2 + R_4 - 2r_D^2)^2}{4[(R_1 - 1)(R_3 - 1) - (R_2 - r_D^2)(R_4 - r_D^2)]}$$

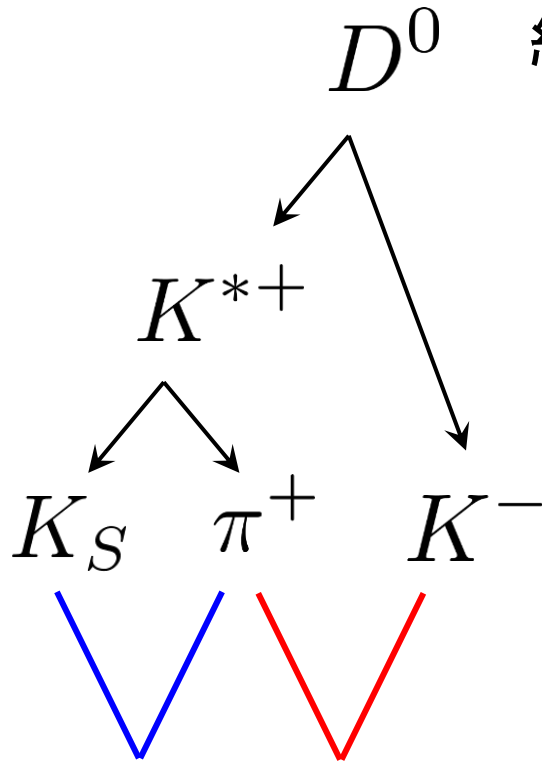
$$R_1 = \left[ \frac{A[B^- \rightarrow K^-(K^{*+} K^-)_D]}{A_B A_D} \right]^2, \quad R_2 = \dots$$

# Dalitz Plot

同じ終状態でも様々な中間共鳴状態を  
経由してきている。

$$D^0 \rightarrow ?? \rightarrow K_S K \pi$$

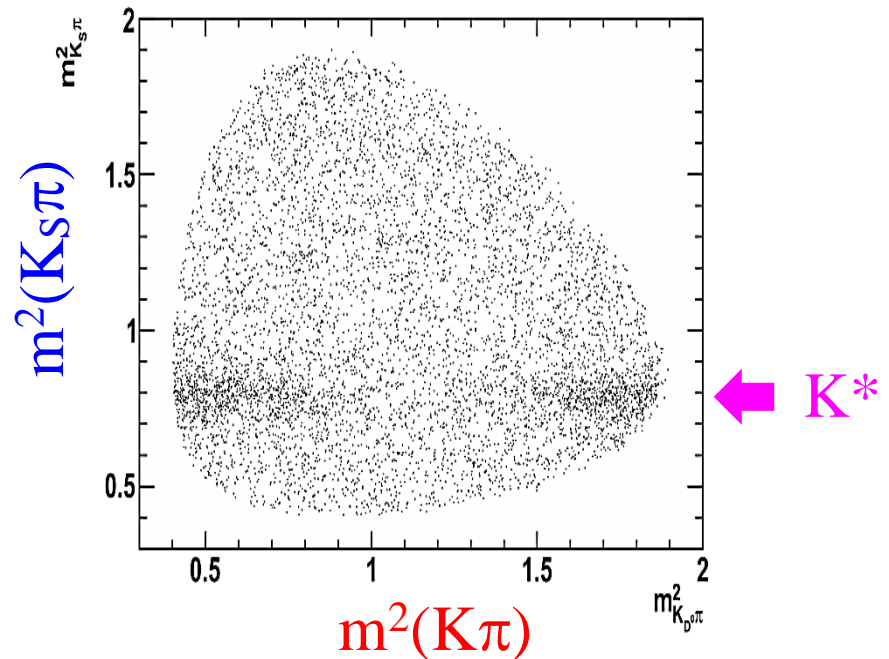
(e.g.  $D \rightarrow K^* K$ ,  $K^{*0} K^0$ ,  $a_0 \pi$ , ...etc.)



実際に組み合わせて  
massを出してみる。



$D^0 \rightarrow K_S K \pi$  の Dalitz Plot (MC)



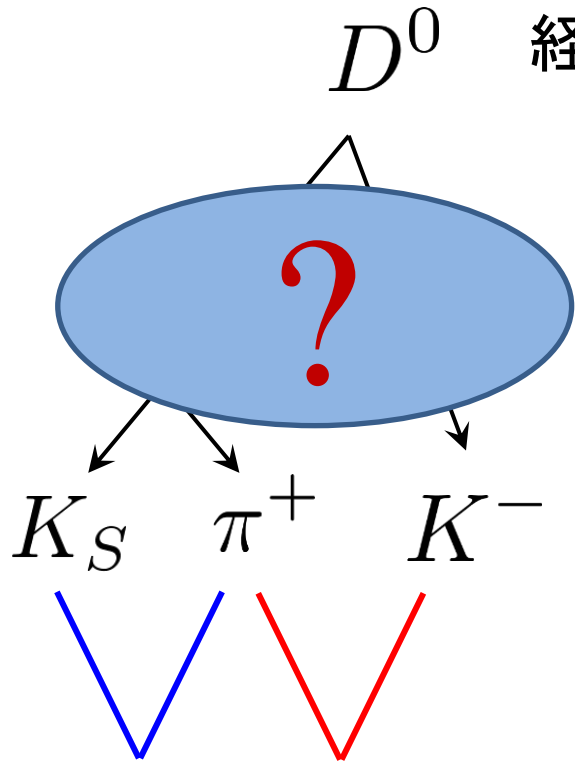


# Dalitz Plot

同じ終状態でも様々な中間共鳴状態を  
経由してきている。

$$D^0 \rightarrow ?? \rightarrow K_S K \pi$$

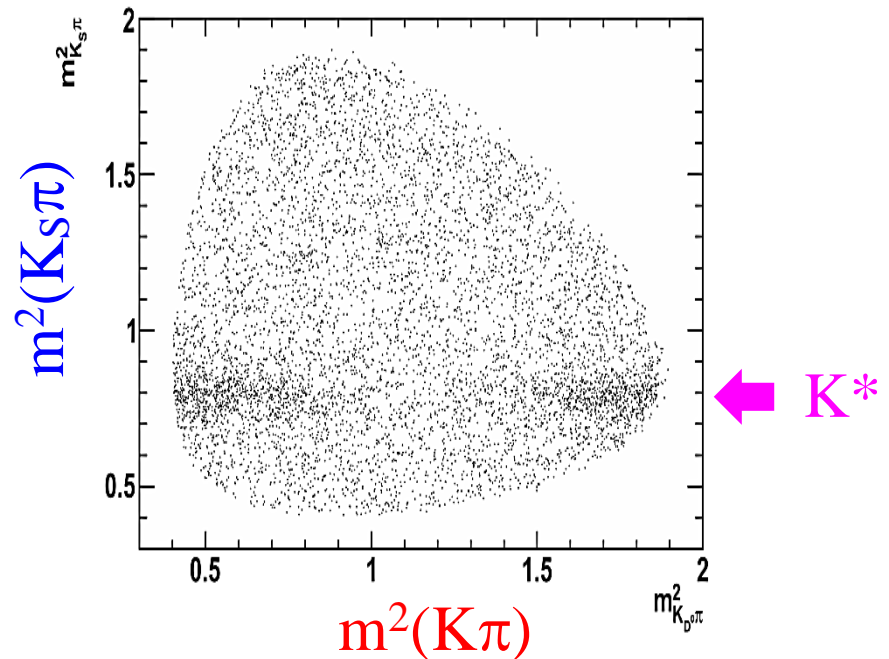
(e.g.  $D \rightarrow K^* K$ ,  $K^{*0} K^0$ ,  $a_0 \pi$ , ...etc.)



実際に組み合わせて  
massを出してみる。



$D^0 \rightarrow K_S K \pi$  の Dalitz Plot (MC)



コントロールサンプル

$B^- \rightarrow D\pi^-, D \rightarrow K_s K^{\mp} \pi^{\pm}$  の解析

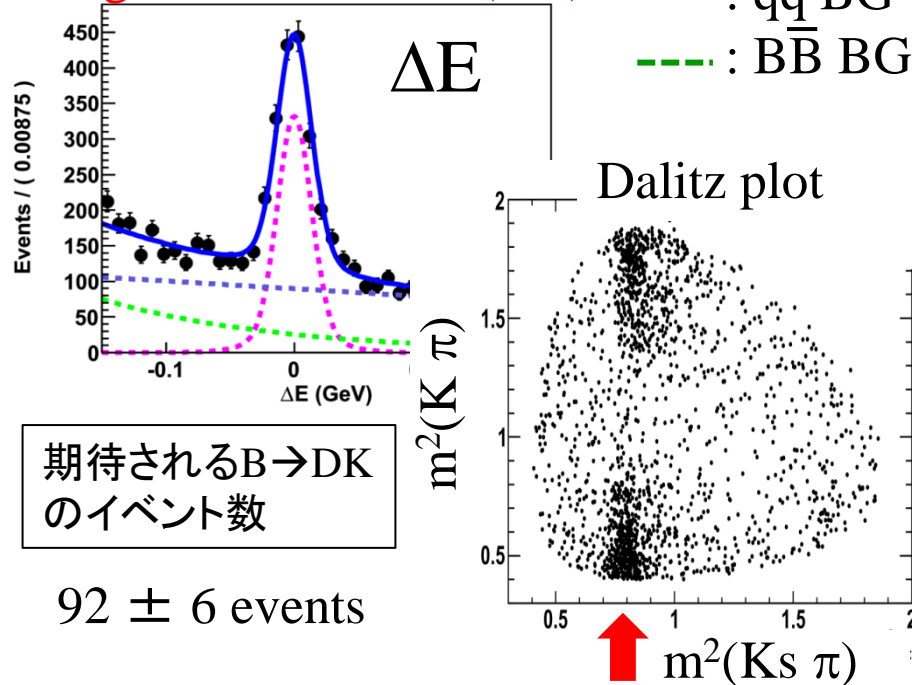
Y(4S)の全データ(711 fb<sup>-1</sup>)を使用

# Control sample : $B \rightarrow D\pi, D \rightarrow K_s K\pi$

$B^- \rightarrow D\pi^-, D \rightarrow K_s K^- \pi^+$

— : total pdf  
 - - - : signal  
 - - - :  $q\bar{q}$  BG  
 - - - :  $B\bar{B}$  BG

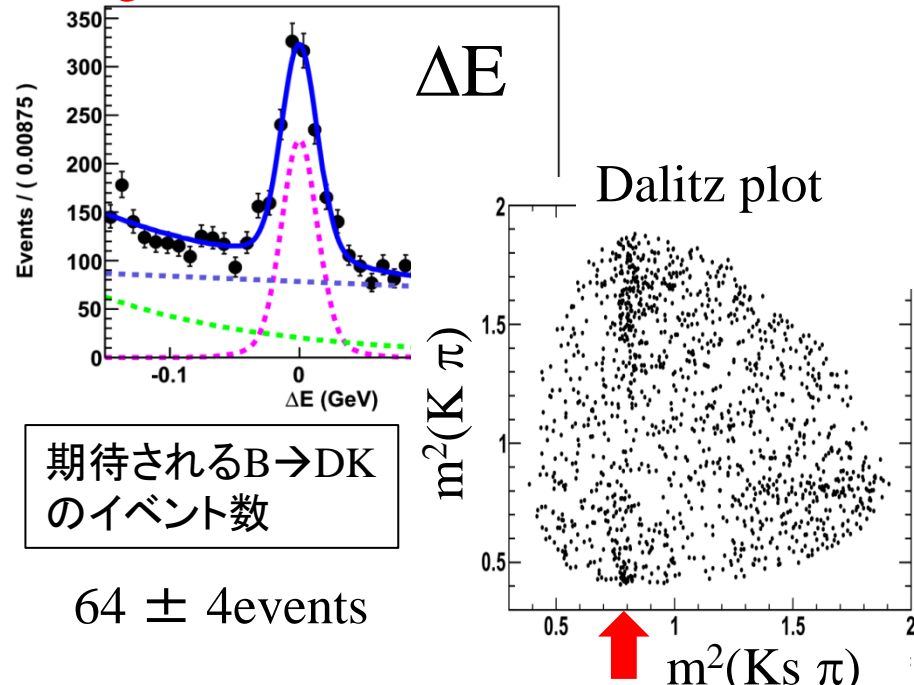
Signal :  $1359 \pm 44(\text{stat})$



期待される  $B \rightarrow DK$  のイベント数

$92 \pm 6$  events

$B^- \rightarrow D\pi^-, D \rightarrow K_s K^+ \pi^-$

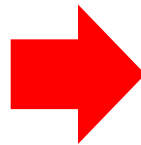


Signal :  $946 \pm 38(\text{stat})$

期待される  $B \rightarrow DK$  のイベント数

$64 \pm 4$  events

Dalitz plot 上の複雑な構造が見て取れる

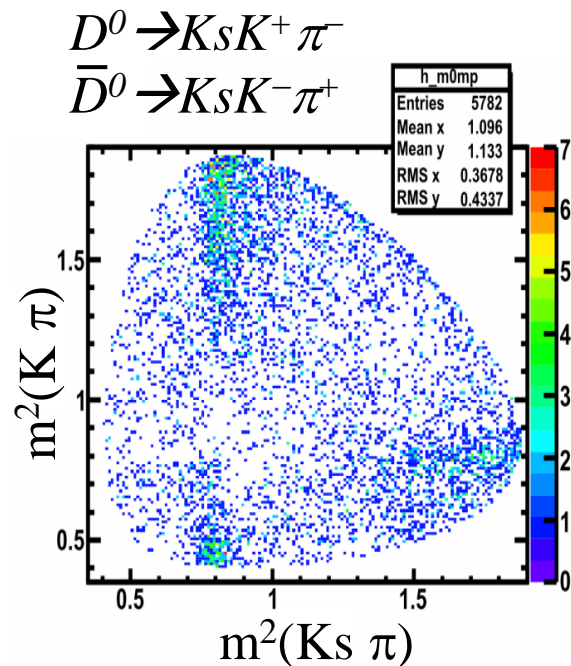
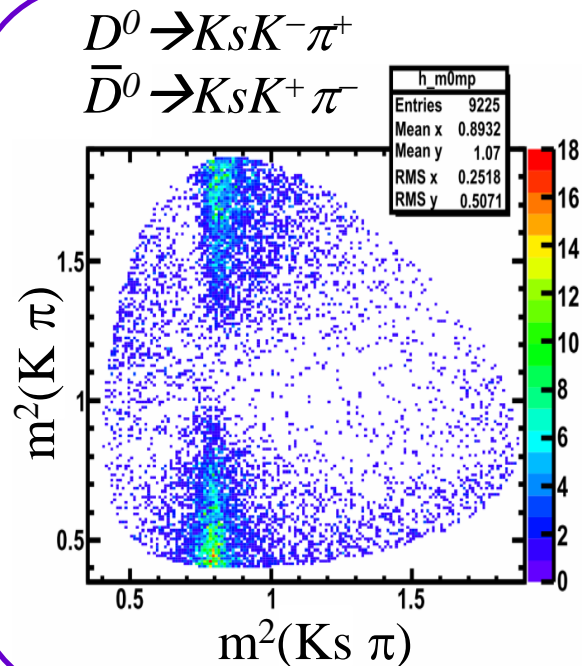


Dalitz plot のフィットによって各共鳴の情報を得ることができる

$D^{*\pm} \rightarrow D\pi^\pm, D \rightarrow K_s K^{\mp} \pi^\pm$  崩壊の研究

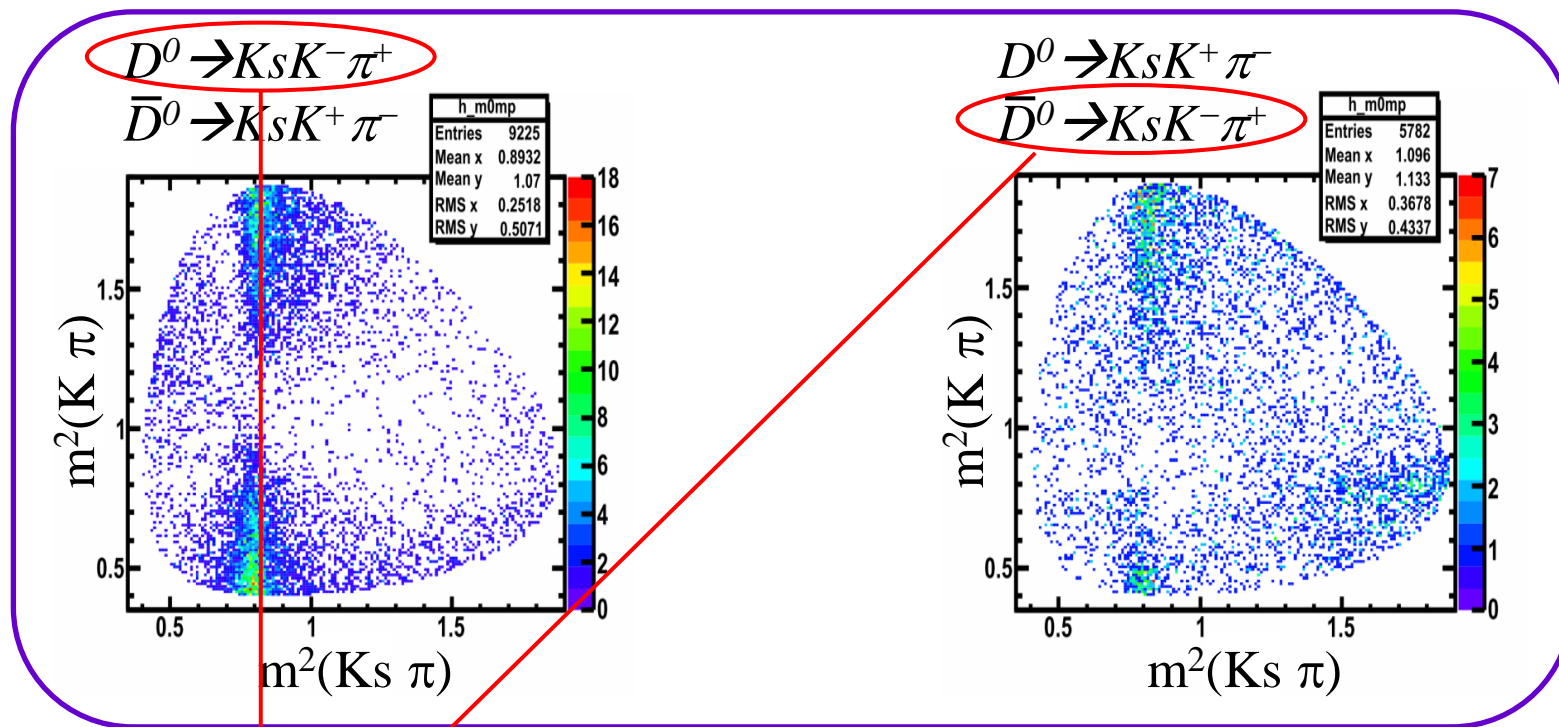
# Tagged $D$ の Dalitz Plot

フィットに用いる  $D \rightarrow K_s K \pi$  の Dalitz plot の分布のモデルは tagged  $D$  (from  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ ,  $D^{*-} \rightarrow \bar{D}^0 \pi^-$ ) を用いて作成する。



# Tagged $D$ の Dalitz Plot

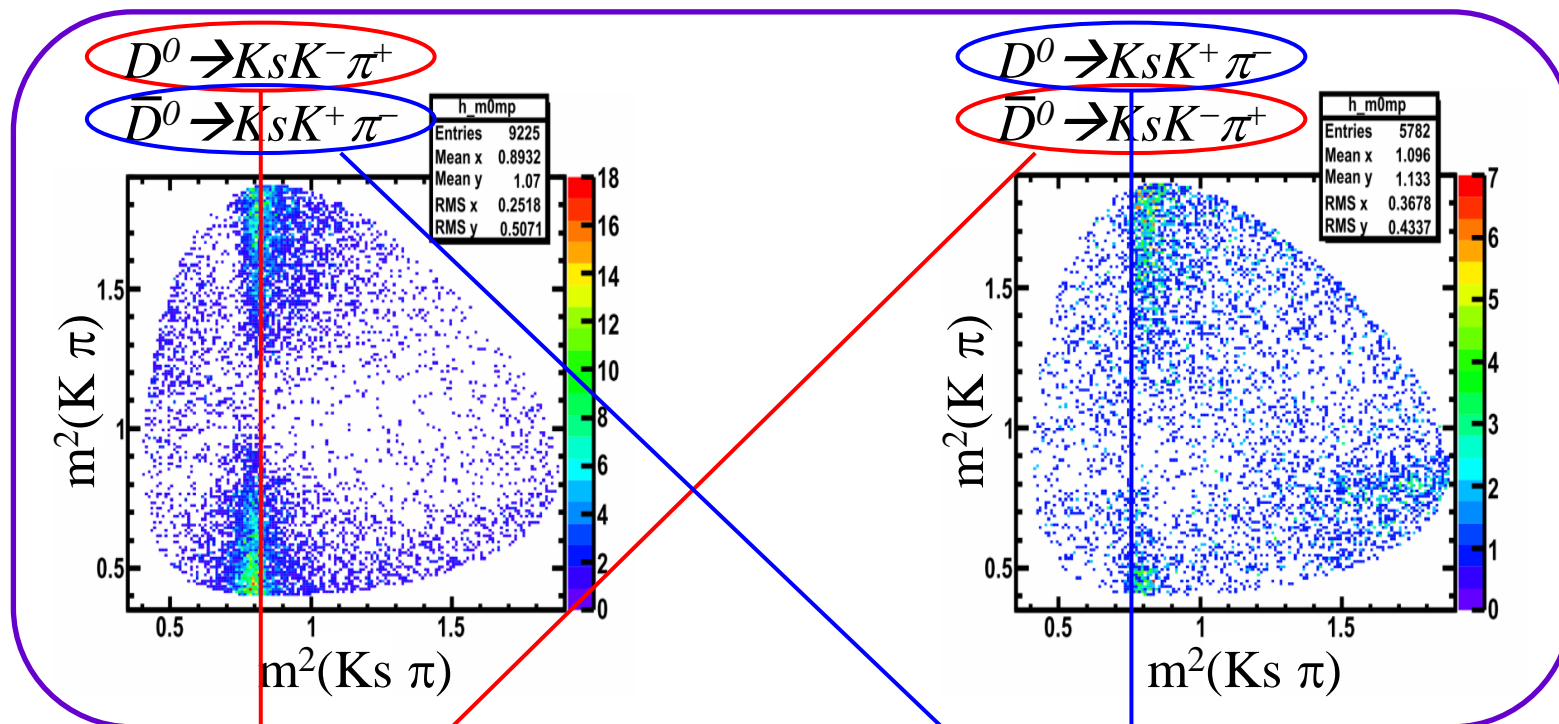
フィットに用いる  $D \rightarrow K_s K \pi$  の Dalitz plot の分布のモデルは tagged  $D$  (from  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ ,  $D^{*-} \rightarrow \bar{D}^0 \pi^-$ ) を用いて作成する。



$B^- \rightarrow DK^-, D \rightarrow K_s K^- \pi^+$

# Tagged $D$ の Dalitz Plot

フィットに用いる  $D \rightarrow K_s K \pi$  の Dalitz plot の分布のモデルは tagged  $D$  (from  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ ,  $D^{*-} \rightarrow \bar{D}^0 \pi^-$ ) を用いて作成する。



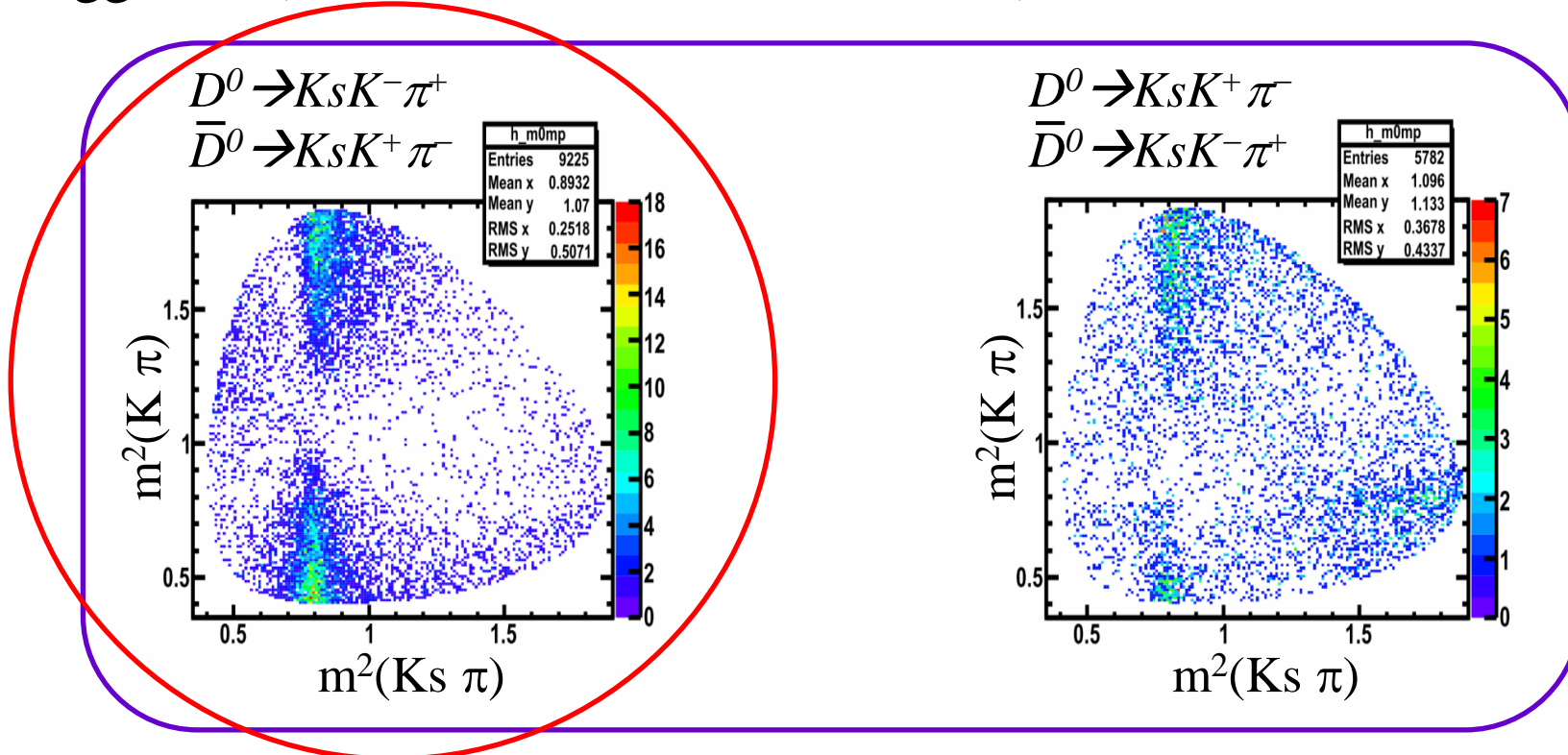
$B^- \rightarrow DK^-, D \rightarrow K_s K^- \pi^+$

$B^- \rightarrow DK^-, D \rightarrow K_s K^+ \pi^-$

この2つの平面上の分布のモデルを重ね合わせてそれぞれの  $B \rightarrow DK, D \rightarrow K_s K \pi$  の平面をフィットすることになる。

# Tagged $D$ の Dalitz Plot

フィットに用いる  $D \rightarrow K_s K \pi$  の Dalitz plot の分布のモデルは tagged  $D$  (from  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ ,  $D^{*-} \rightarrow \bar{D}^0 \pi^-$ ) を用いて作成する。



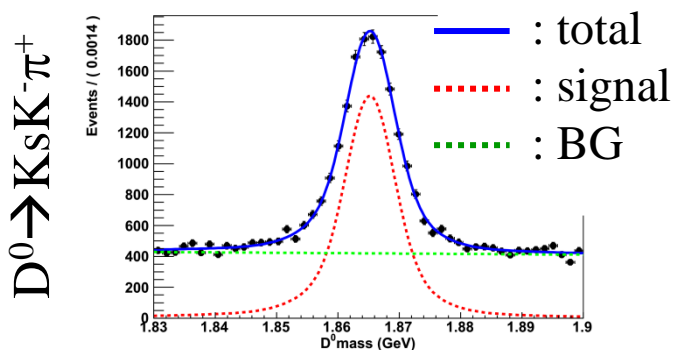
今回はこちらの Dalitz plot のフィットの手法、fitter の検証についてのお話をします。



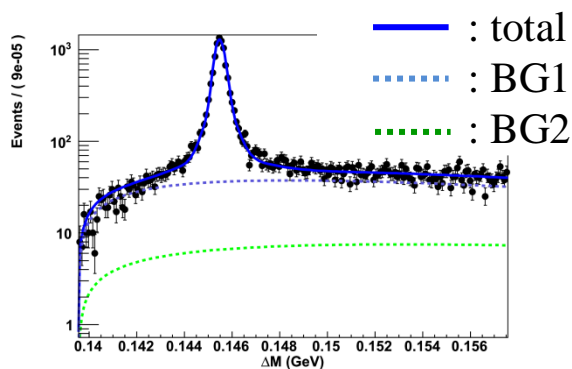
# Tagged $D$ の選定

- $Y(4S)$  のデータ  $141 \text{ fb}^{-1}$  を使用。
- $p^*(D^*) > 2.5 \text{ GeV}/c$
- $|K_s \text{ mass (PDG)} - K_s \text{ mass}| < 0.0125$  ( $\sim 4\sigma$ )
- $D^0$  mass と  $\Delta M$  は  $2\sigma$  でカット。

$D^0$  mass



$\Delta M$  ( $D^*$  mass -  $D^0$  mass)

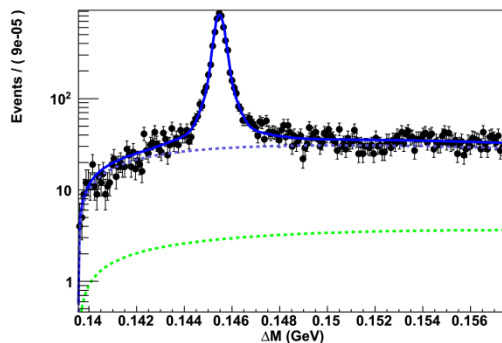
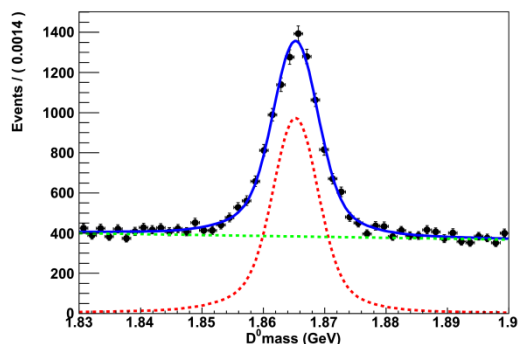


# of events /  $141 \text{ fb}^{-1}$   
 with  $D^0$  mass &  $\Delta M$   $2\sigma$   
 cut.

$\sim 9,300$  events

Purity : 93.1%

$D^0 \rightarrow K_s K^+ \pi^-$



$\sim 5,800$  events

Purity : 92.1%

# 共鳴の分布関数

Spin 0

$$A_0 = F_D F_r \frac{1}{M_r^2 - M_{AB}^2 - iM_r \Gamma_{AB}}$$

Spin 1

$$A_1 = F_D F_r \frac{M_{BC}^2 - M_{AC}^2 + \frac{(M_D^2 - M_C^2)(M_A^2 - M_B^2)}{M_{AB}^2}}{M_r^2 - M_{AB}^2 - iM_r \Gamma_{AB}}$$

Spin 2

$$A_2 = \frac{F_D F_r}{M_r^2 - M_{AB}^2 - iM_r \Gamma_{AB}} \left[ \left( M_{BC}^2 - M_{AC}^2 + \frac{(M_D^2 - M_C^2)(M_A^2 - M_B^2)}{M_{AB}^2} \right)^2 - \frac{1}{3} \left( M_{AB}^2 - 2M_D^2 - 2M_C^2 + \frac{(M_D^2 - M_C^2)^2}{M_{AB}^2} \right) \left( M_{AB}^2 - 2M_A^2 - 2M_B^2 + \frac{(M_A^2 - M_B^2)^2}{M_{AB}^2} \right) \right]$$

$a_0(980)^\pm$

$$A_{a_0(980)} = F_D F_r \frac{g_{K\bar{K}}}{M_r^2 - M_{AB}^2 - i(\rho_{\eta\pi} g_{\eta\pi}^2 + \rho_{K\bar{K}} g_{K\bar{K}}^2)}$$

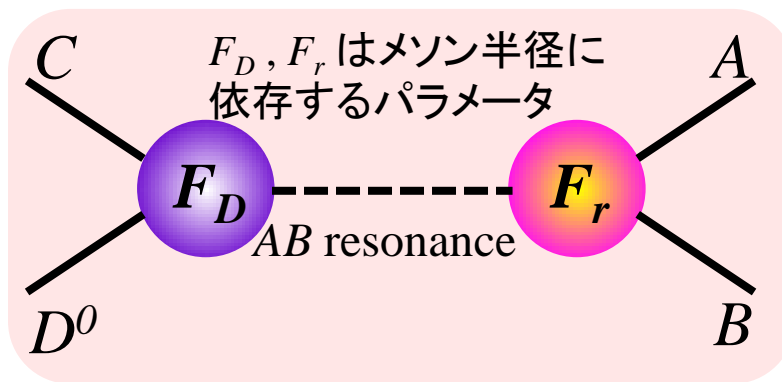
S. Kopp et al. (CLEO Collaboration), Phys. Rev. D 63, 092001 (2001)

赤字のパラメータをフリーにして以下のPDFでフィットする。

$$PDF = f_{sig} N_{norm} \left| \sum_j a_j e^{i\varphi_j} A_j \right|^2 + (1 - f_{sig}) PDF_{bkg}$$

フラクションの定義

$$f_i = \frac{\int |a_i e^{i\varphi_i} A_i|^2 dm_x^2 dm_y^2}{\int |\sum_j a_j e^{i\varphi_j} A_j|^2 dm_x^2 dm_y^2}$$



Dalitz plane のフィットはパラメータが非常に多く複雑なため、MC(干渉の効果を考慮)を用いてフィットの精度を確かめておく必要がある。

今回はジェネレーターレベルでのテストについて発表する。

この7個の共鳴を使う

$\bar{K}_0^*(1430)^0 K_S$
$\bar{K}^*(892)^0 K_S$
$\bar{K}_1^*(1680)^0 K_S$
$\bar{K}_2^*(1430)^0 K_S$
$K_0^*(1430)^+ K^-$
$K^*(892)^+ K^-$
$K_1^*(1680)^+ K^-$
$K_2^*(1430)^+ K^-$
$a_0(980)^- \pi^+$
$a_0(1450)^- \pi^+$
$a_2(1320)^- \pi^+$
Non-resonant

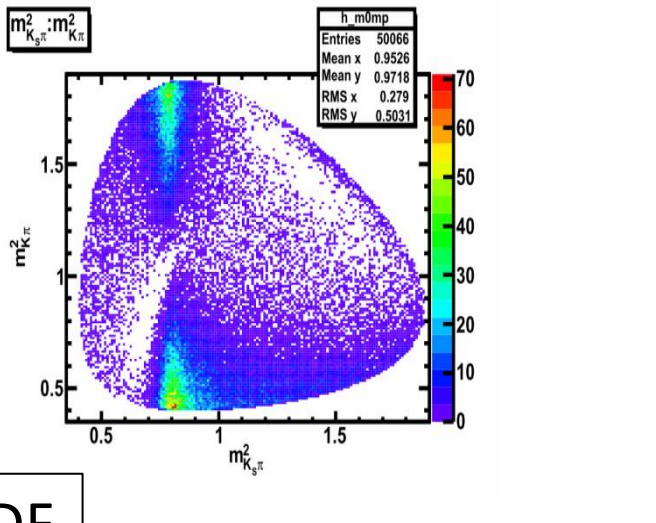
## 7個の共鳴を使ったテスト

50,000 events are generated at  $Y(4S)$  on-resonance

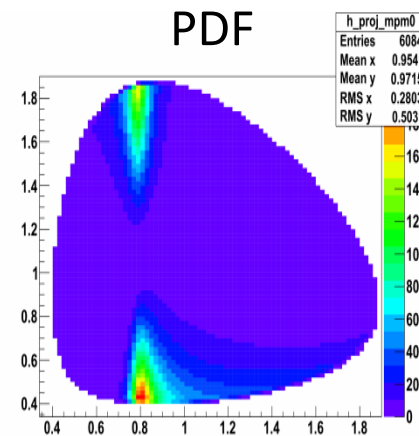
# プロジェクトのテスト

まず、ジェネレータとフィッターで同じ分布を使っているかを確認。  
 (ジェネレータとフィッターで同じパラメータを入力)

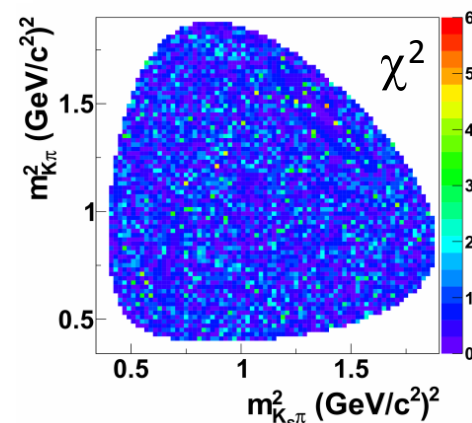
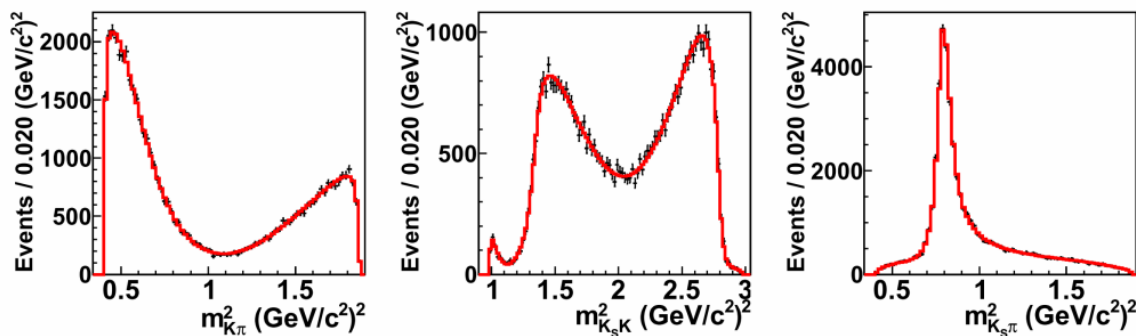
Data  
sample



PDF



New fitter's PDF



$\chi^2/\text{ndf} = 1.021$

・ データ点 — PDF ※フィットはしていない

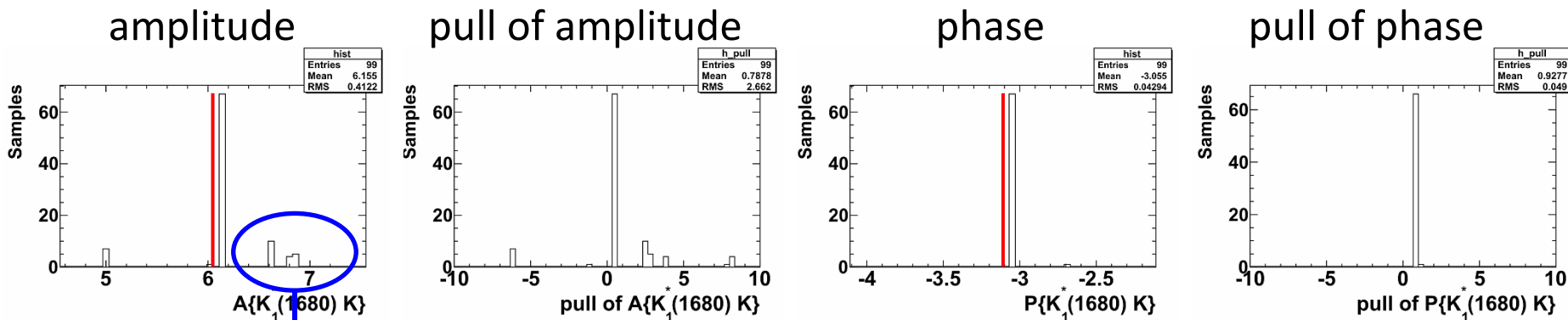
良く一致している

# フィット結果

Dalitz plane のフィットでは、パラメータの初期値によって、解が間違っただけに収束してしまう場合があるため、100個の初期値でフィットをする。

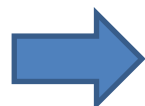
$$K_1^*(1680)^+ K^-$$

代表してこの共鳴の結果のみを示す。



赤線は生成に使った値

間違っただけに収束してしまった解

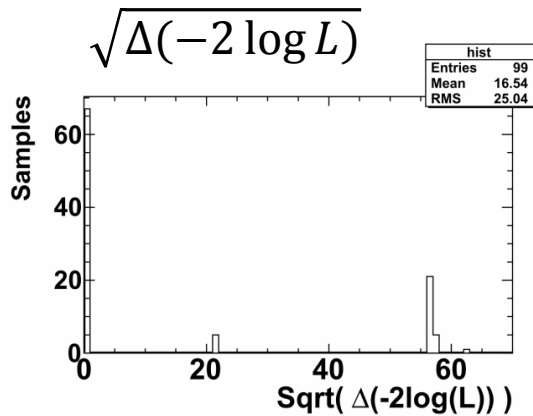
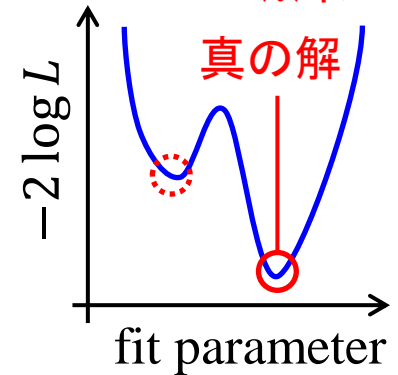


この解をどうやって除外するかが重要

# フィット結果(続き)

※イメージ図

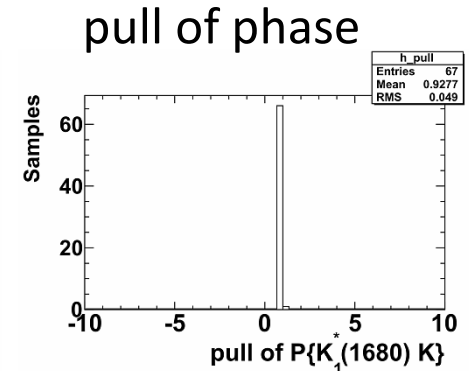
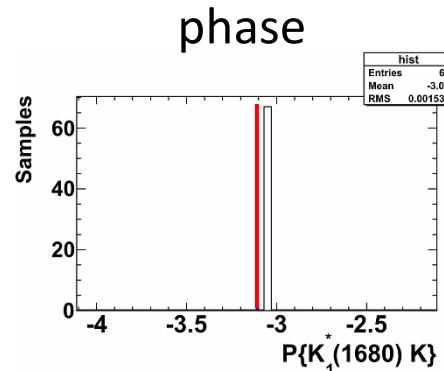
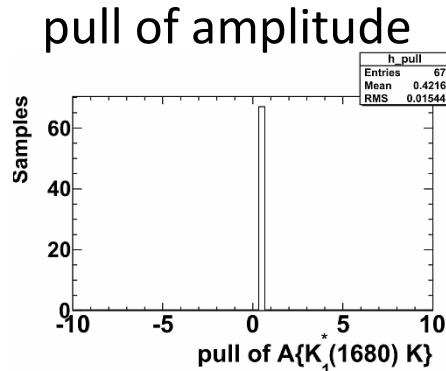
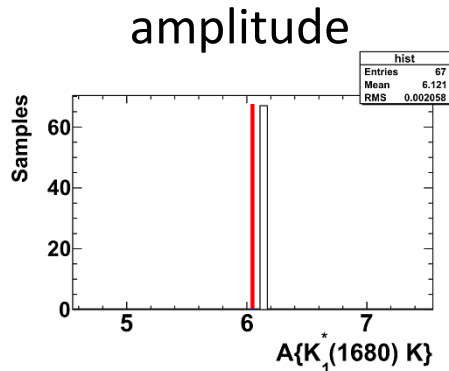
間違っただ値に収束してしまうのは、 $-2\log L$  が  
真の解以外のところで極小値を持つてしまうため。



そこで

$$\sqrt{-2 \log(L/L_{max})} < 1$$

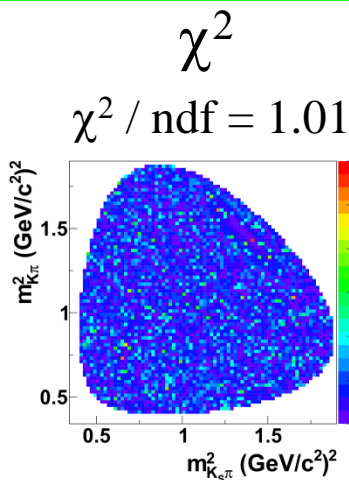
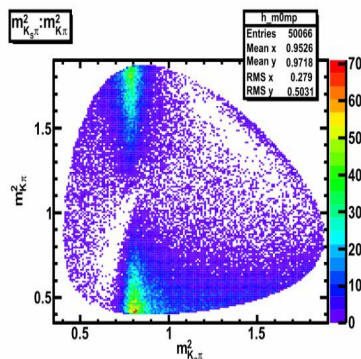
を課すと...



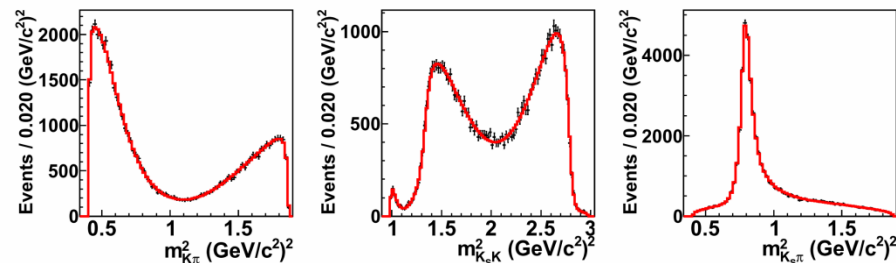
解が一つに収束することを確認

# フィット結果 (続き)

$L$  maximum の解



Fit result



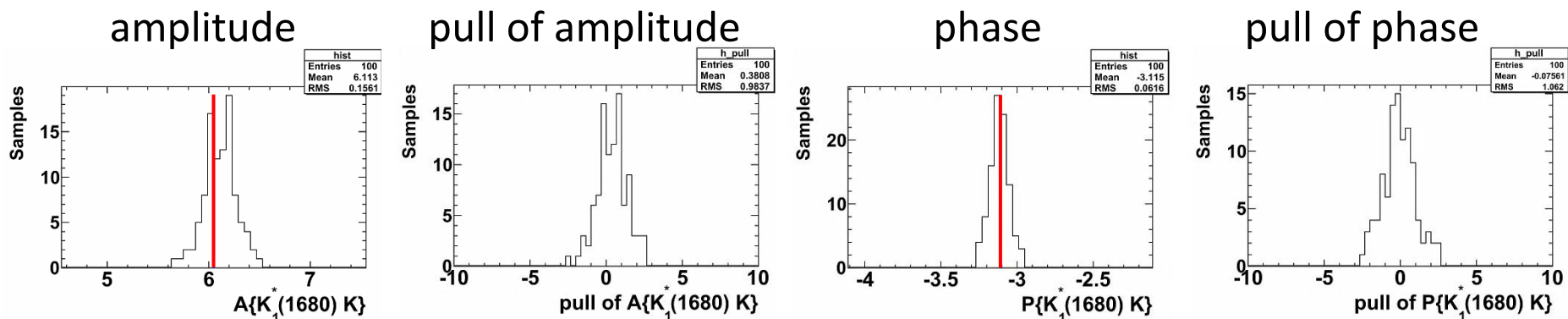
Black dots : data, Red line : fitted function

Mode	Fraction	Amplitude fit / gen	Phase [rad] fit / gen
$\bar{K}_0^{*0} (1430) K_S$	0.031	$1.294 \pm 0.150 / 1.47$	$-2.360 \pm 0.077 / -2.23$
$\bar{K}_1^{*0} (1680) K_S$	0.035	$3.892 \pm 0.134 / 4.01$	$0.226 \pm 0.064 / 0.19$
$K_0^{*+} (1430) K^-$	0.109	$2.379 \pm 0.082 / 2.41$	$2.474 \pm 0.065 / 2.43$
$K_1^{*+} (892) K^-$	0.540	1 / 1	0 / 0
$K_1^{*+} (1680) K^-$	0.086	$6.121 \pm 0.171 / 6.05$	$-3.061 \pm 0.054 / -3.11$
$K_2^{*+} (1430) K^-$	0.094	$4.990 \pm 0.109 / 5.05$	$2.196 \pm 0.020 / 2.23$
$a_0^- (980) \pi^+$	0.025	$1.240 \pm 0.070 / 1.16$	$1.545 \pm 0.142 / 1.40$
Sum	0.920	$\mathcal{G}_{KK} = 0.455 \pm 0.088$	

# アンサンブルテスト

このフィットの正当性を示すために、100個の別統計のMCに対してフィットを行った。

$$K_1^*(1680)^+ K^-$$



100個のフィット結果について無矛盾な結果が得られた。

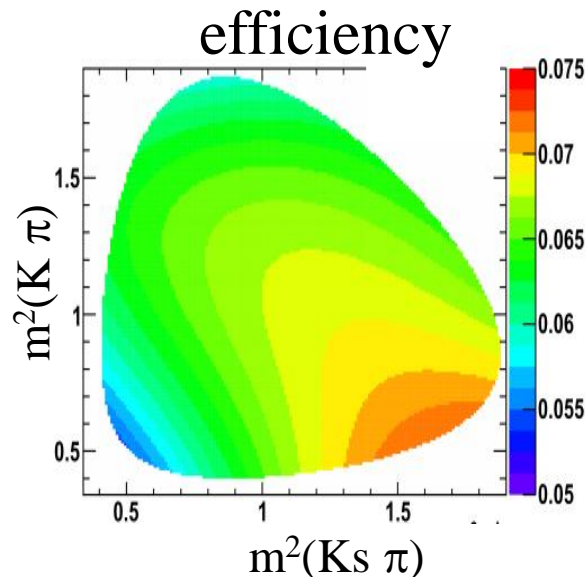
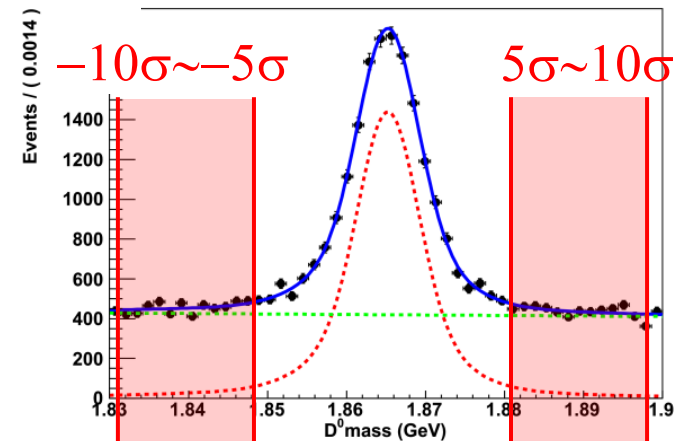
フィッターが正しく動作していることが確認できた。



# 実データのフィットに向けて

実際のデータやシミュレーションレベルでのフィットを行うためには、BGや検出効率を考慮しなければならない。

- バックグラウンドは  $D$  の purity からフラクションを固定。
- バックグラウンドの形状は  $D$  mass のサイドバンドから決定。
- Dalitz plot 上の検出効率を考慮。



BGや検出効率については既に準備が整い、現在シミュレーションレベルでのテスト中。

# まとめ

$B \rightarrow DK, D \rightarrow K_S K \pi$  崩壊を用いた  $\phi_3$  の測定を目指した解析を行っている。

- $B \rightarrow DK, D \rightarrow K_S K \pi$  崩壊を用いた  $\phi_3$  の測定は未だなされていない。
- この崩壊モードだけで  $\phi_3$  を測定することが出来る。
- 2次元フィットを行い、 $B \rightarrow D\pi, D \rightarrow K_S K \pi$  のシグナルを得た。  
 $B^- \rightarrow D\pi^-, D \rightarrow K_S K^- \pi^+ : 1,359 \pm 44(\text{stat}) \text{ events}$   
 $B^- \rightarrow D\pi^-, D \rightarrow K_S K^+ \pi^- : 946 \pm 38(\text{stat}) \text{ events}$   
(Belleの全データ(770M BB events)を使用)
- Dalitz plot の解析に用いられる  $B^- \rightarrow DK^-$  のイベント数を見積もった。  
 $B^- \rightarrow DK^-, D \rightarrow K_S K^- \pi^+ : 92 \pm 6 \text{ events}$   
 $B^- \rightarrow DK^-, D \rightarrow K_S K^+ \pi^- : 64 \pm 4 \text{ events}$

# まとめ

- $D \rightarrow K_S K \pi$  の Dalitz plot 解析の有用な結果は未だない。
- $D \rightarrow K_S K \pi$  の Dalitz plot のフィット手法を確立し、 $D \rightarrow K_S K \pi$  を用いた  $\phi_3$  測定の可能性を示した。

## プラン

- シミュレーションレベル、実データのフィットを行う。
- $D^0 \rightarrow K_S K^+ \pi^-$  の Dalitz plot のフィットをする。
- 作成した  $D^0$  の Dalitz plot のモデルを利用して  $B \rightarrow DK$ ,  $D \rightarrow K_S K \pi$  をフィットし、 $\phi_3$  の情報を得る。

Backup

- $B \rightarrow DK, D \rightarrow K_s K \pi$  崩壊の研究
  - KSFW Likelihood ratio
  - コントロールサンプル(  $B \rightarrow D \pi, D \rightarrow K_s K \pi$  )の研究
  - 期待される  $B \rightarrow DK$  イベントの数
  - ダリッツ解析の必要性

$B \rightarrow DK, D \rightarrow K_s K \pi$  崩壊の研究

# Selection criteria

Impact parameter	$ dr  < 5\text{mm}$ , $ dz  < 5\text{cm}$
$M_{bc}$	$5.27 < M_{bc} < 5.29 \text{ GeV}/c^2$
PID	for all charged K : $\text{PID}(K) > 0.6$ for all charged $\pi$ : $\text{PID}(\pi) < 0.4$
Mass	$ M(\pi^+\pi^-) - M(K_S)  < 0.0125 \text{ GeV}/c^2$ $ M(K^*K) - M(D^0)  < 0.0159 \text{ GeV}/c^2$
Best candidate selection	Use the best $M_{bc}$

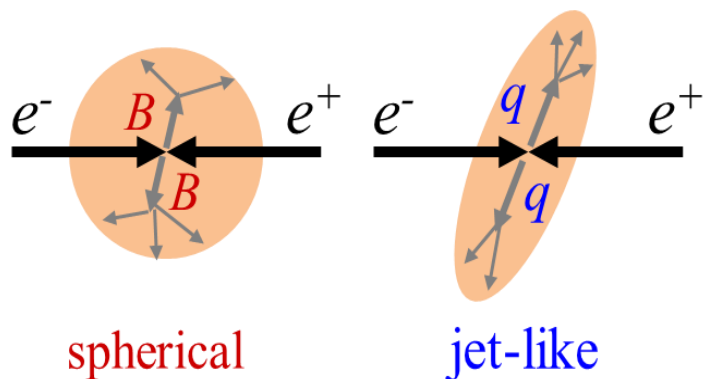
Y(4S)の全データ(711 fb<sup>-1</sup>)を使用。

# Likelihood Ratio (KSFW)

信号事象の数は2次元フィット (KSFW Likelihood vs  $\Delta E$ )によって求められる。

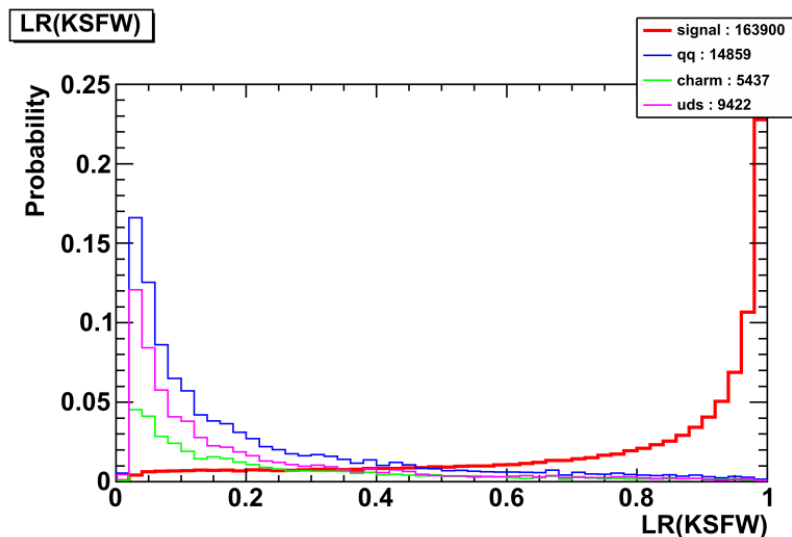
KSFW:

運動量方向などからイベントの形状を数値化する手法。



シグナル(Bを經由)は球状に、  
 $q\bar{q}$ イベントはジェット状に分布

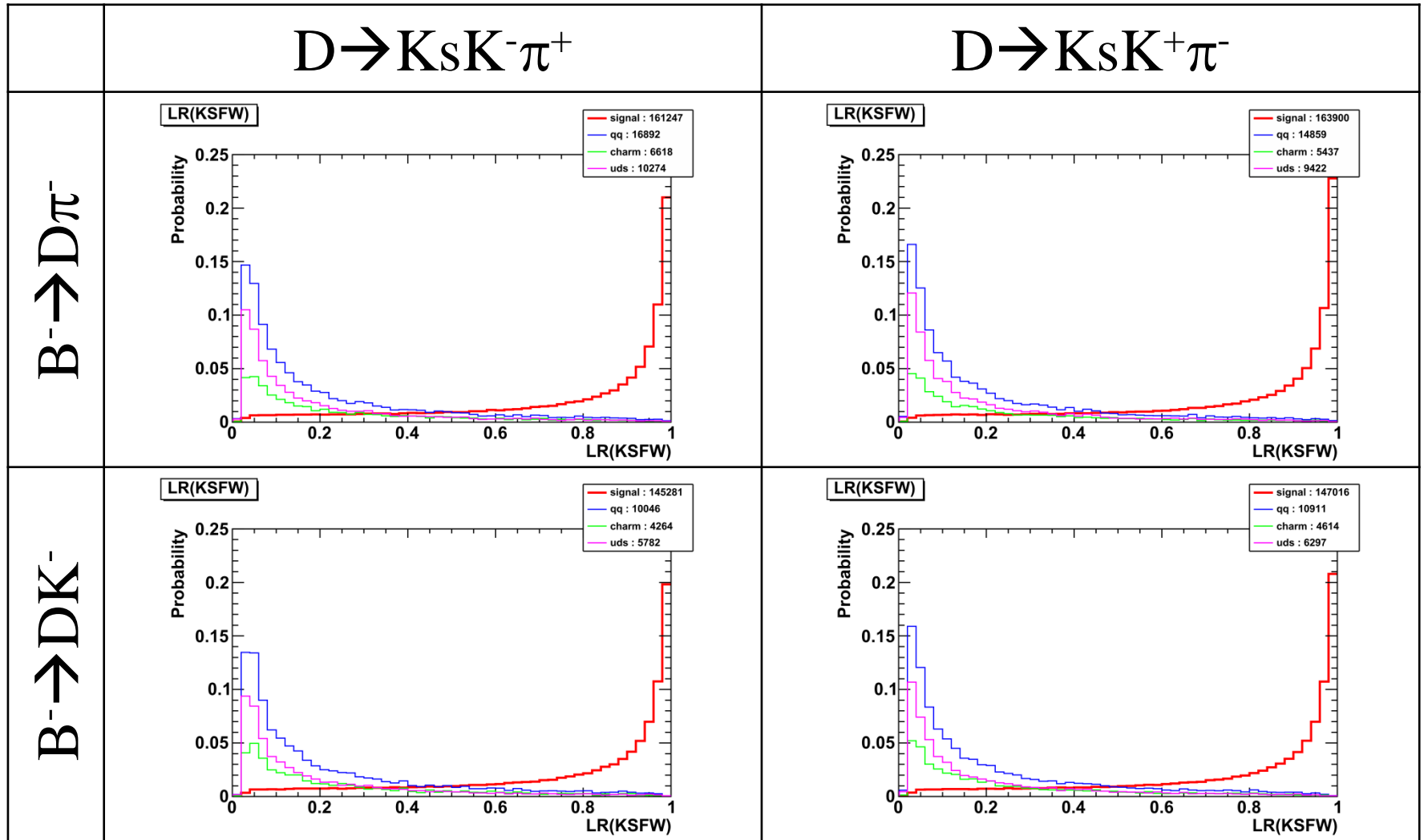
Example of KSFW likelihood ratio



Red : signal

Blue :  $q\bar{q}$  (charm + uds)

# KSFW Likelihood (MC)



Red : signal Blue : qq (charm + uds)

シグナルと $q\bar{q}$ バックグラウンドはよく分離できている。



# フィットに用いるPDF

For  $\Delta E$

for signal	Double gaussian
for $B\bar{B}$ background	Exponential
for $q\bar{q}$ background	1 <sup>st</sup> chebyshev

For KSFV likelihood

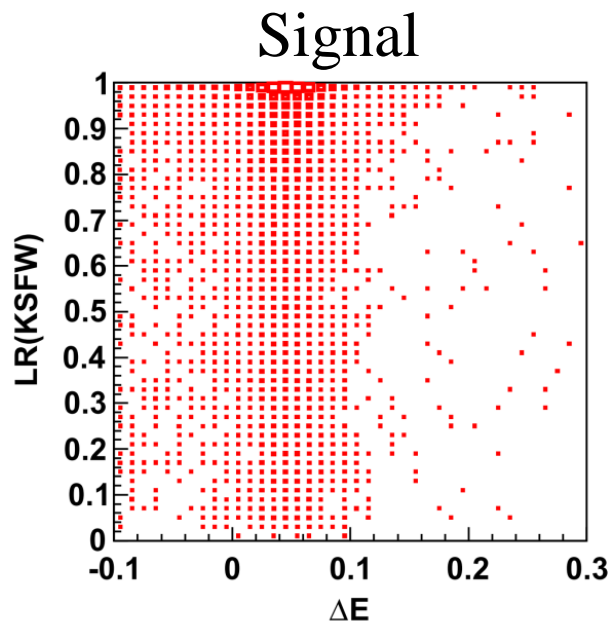
Histogram PDF

for signal	Obtained from signal MC
for $B\bar{B}$ background	Obtained from $B\bar{B}$ MC
for $q\bar{q}$ background	Obtained from $q\bar{q}$ MC

# $\Delta E$ とKSFWの相関

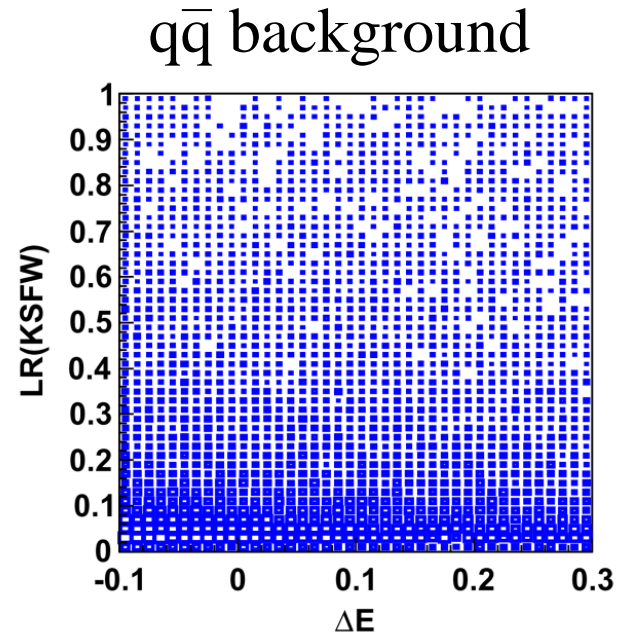
$\Delta E$ とKSFW likelihoodはほとんど相関を持たない。

そのため、2次元フィットのためのPDFは、単純に $\Delta E$ とKSFW likelihoodのPDFの積として表すことができる。



相関係数

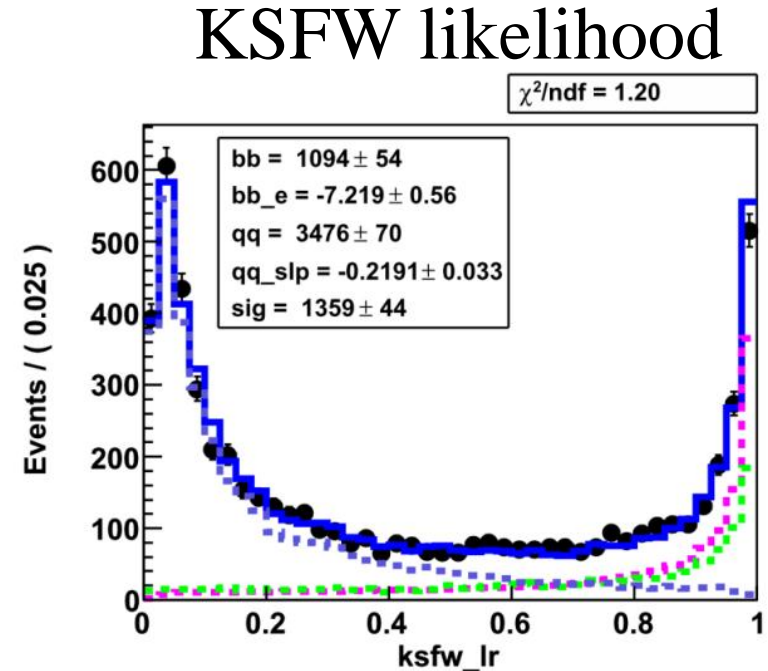
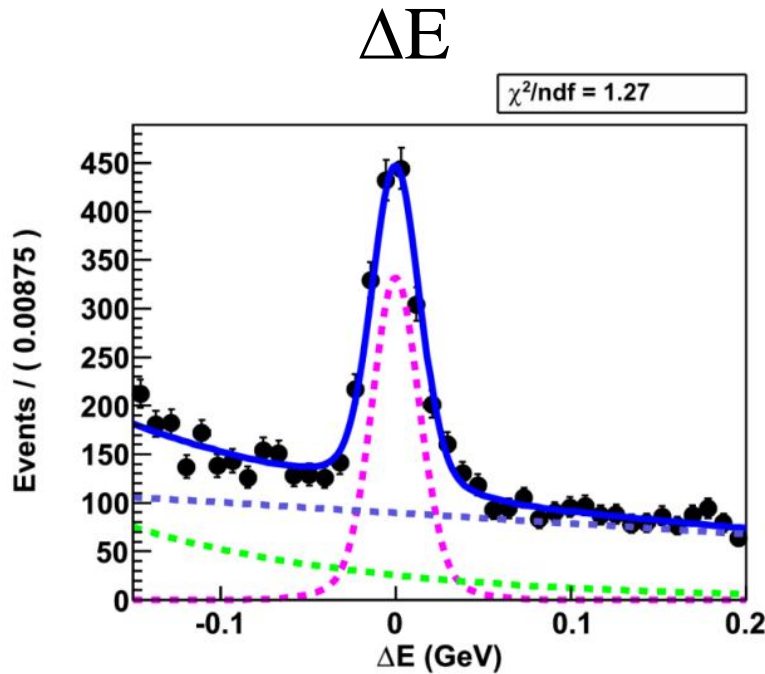
0.0083



0.033

# Control sample : $B^- \rightarrow D\pi^-$ , $D \rightarrow K_s K^- \pi^+$

Projection for each axis

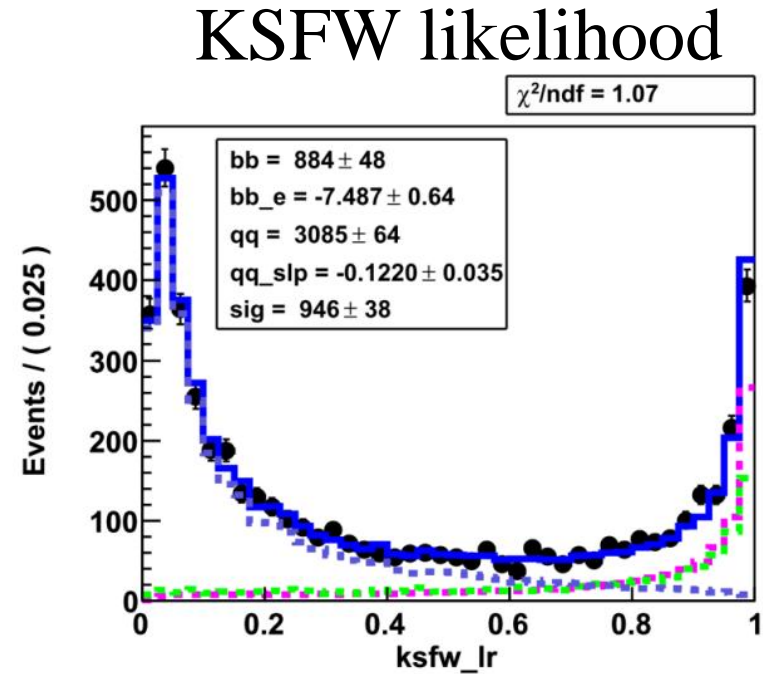
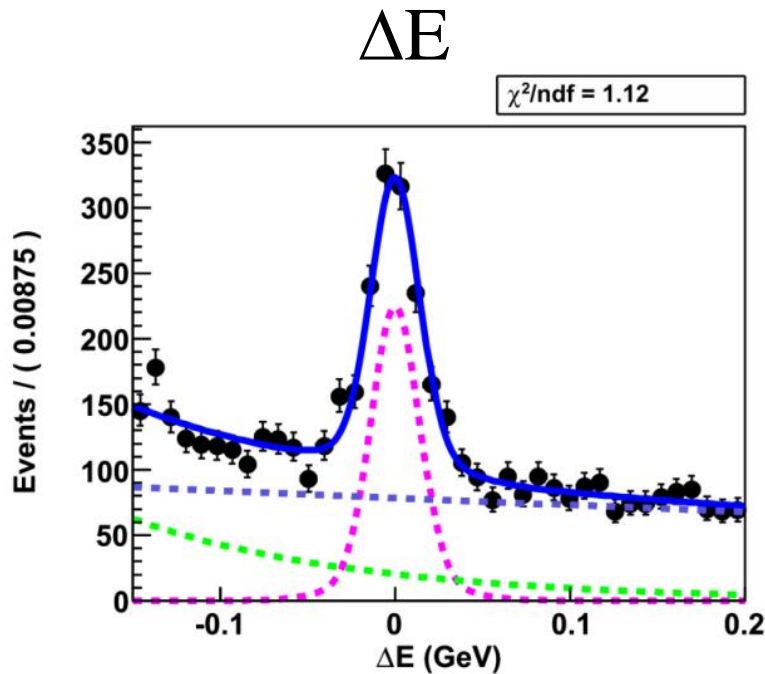


Blue solid : total pdf, Magenta dashed : signal  
Blue dashed :  $q\bar{q}$  BG, Green dashed :  $B\bar{B}$  BG

Signal events :  $1359 \pm 44(\text{stat})$

# Control sample : $B^- \rightarrow D\pi^-$ , $D \rightarrow K_s K^+ \pi^-$

Projection for each axis



Blue solid : total pdf, Magenta dashed : signal  
Blue dashed :  $q\bar{q}$  BG, Green dashed :  $B\bar{B}$  BG

Signal events :  $946 \pm 38(\text{stat})$

# 期待される $B \rightarrow DK$ イベントの数

$B^- \rightarrow D\pi^-, D \rightarrow K_s K^- \pi^+ : 1,359 \pm 44(\text{stat}) \text{ events}$

$B^- \rightarrow D\pi^-, D \rightarrow K_s K^+ \pi^- : 946 \pm 38(\text{stat}) \text{ events}$

$B \rightarrow DK, D \rightarrow K\pi$ の解析によると、

( Y. Horii, K. Trabelsi, H. Yamamoto et al., PRD 78, 071901(R) (2008) )

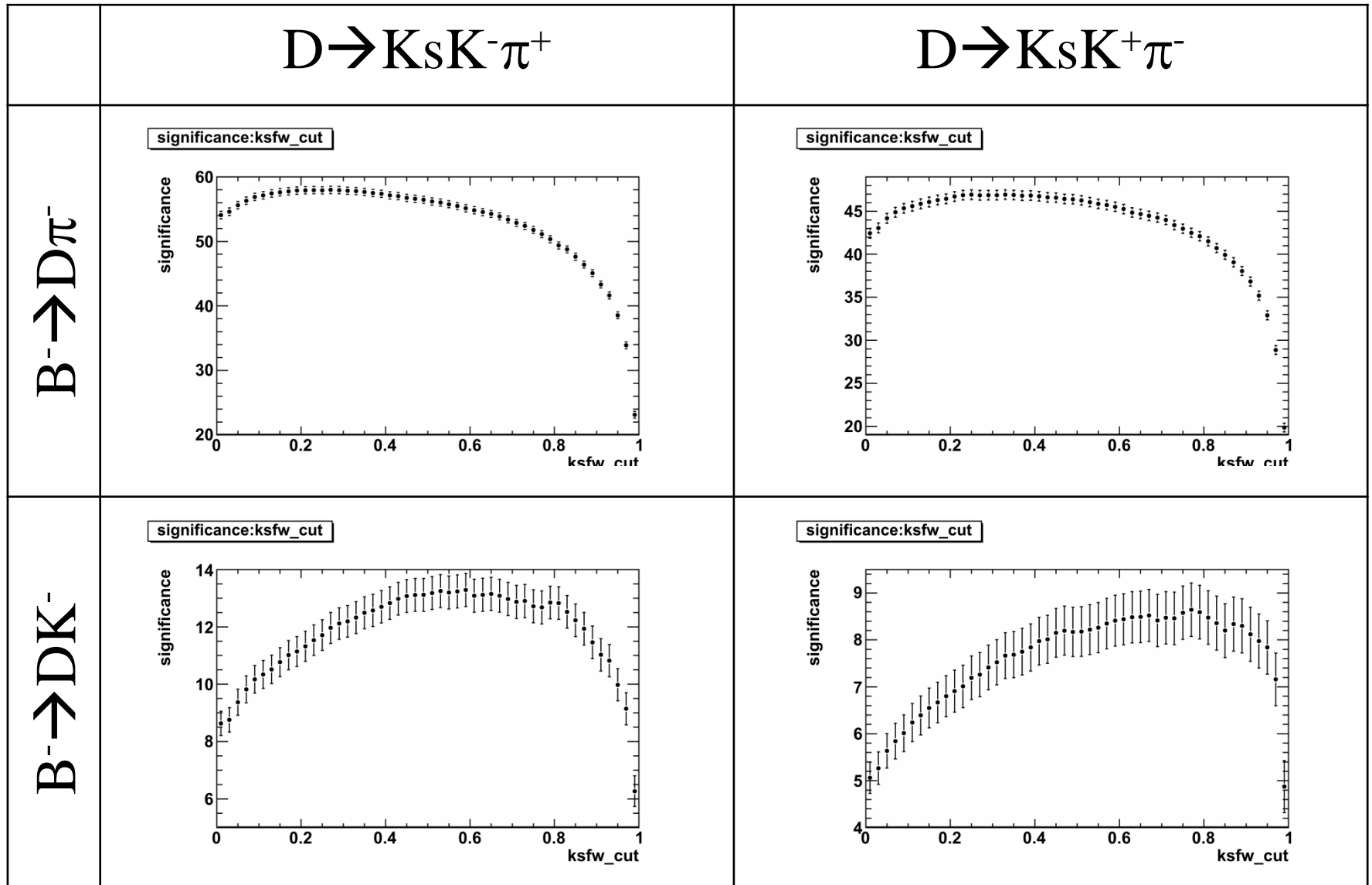
$$\frac{\text{Br}(B^- \rightarrow DK^-)}{\text{Br}(B^- \rightarrow D\pi^-)} = [ 6.77 \pm 0.23(\text{stat}) \pm 0.30(\text{syst}) ] \times 10^{-2}$$

期待される $B \rightarrow DK, D \rightarrow K_s K\pi$ イベントの数は、

$B^- \rightarrow DK^-, D \rightarrow K_s K^- \pi^+ : 92 \pm 6 \text{ events}$

$B^- \rightarrow DK^-, D \rightarrow K_s K^+ \pi^- : 64 \pm 4 \text{ events}$

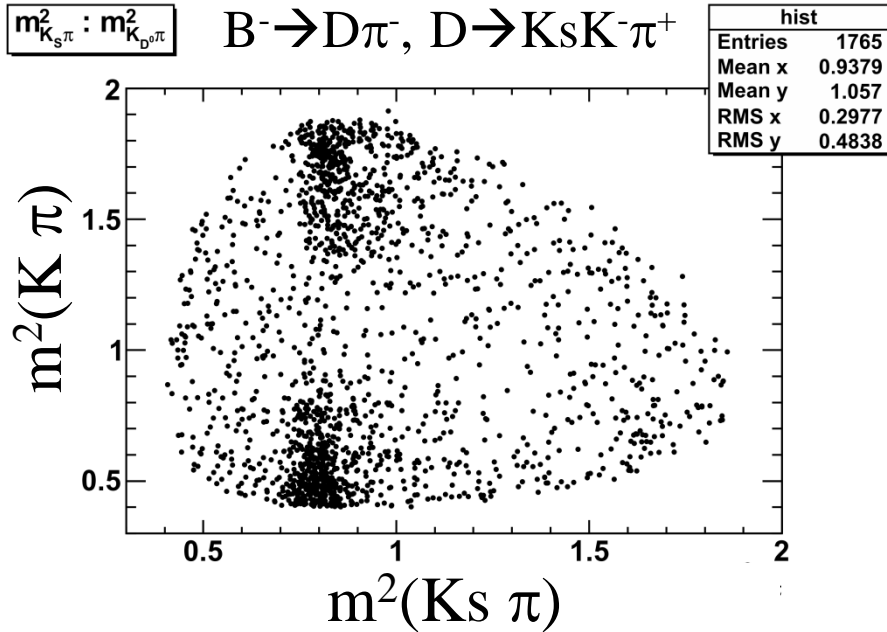
# The merit of LR(KSFW)



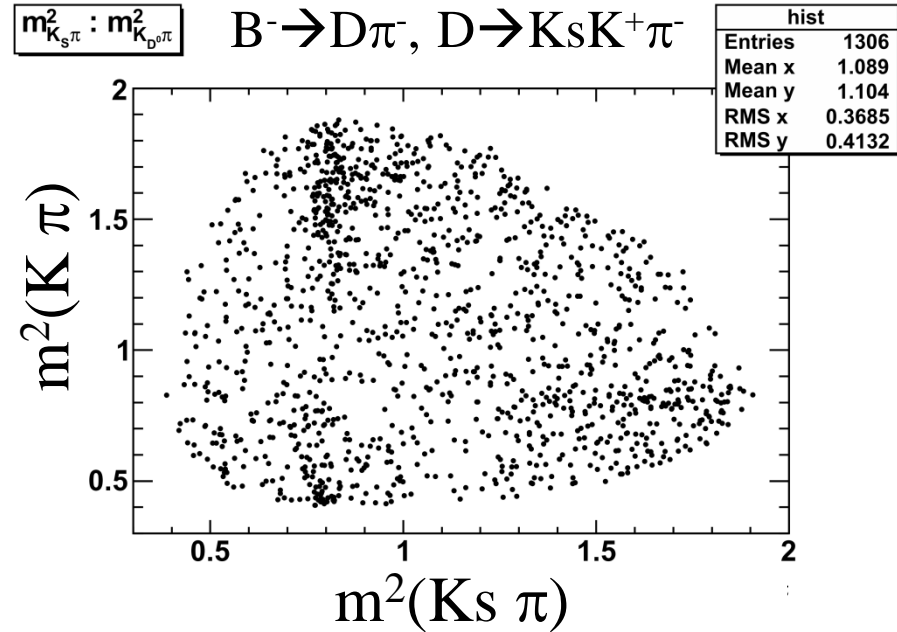
These distributions are reasonable.

# Dalitz Plot

Dalitz plot (real data) with  $|\Delta E| > 0.04$  GeV & LR(KSFW)  $> 0.2$



$K^*K$ のイベントが支配的

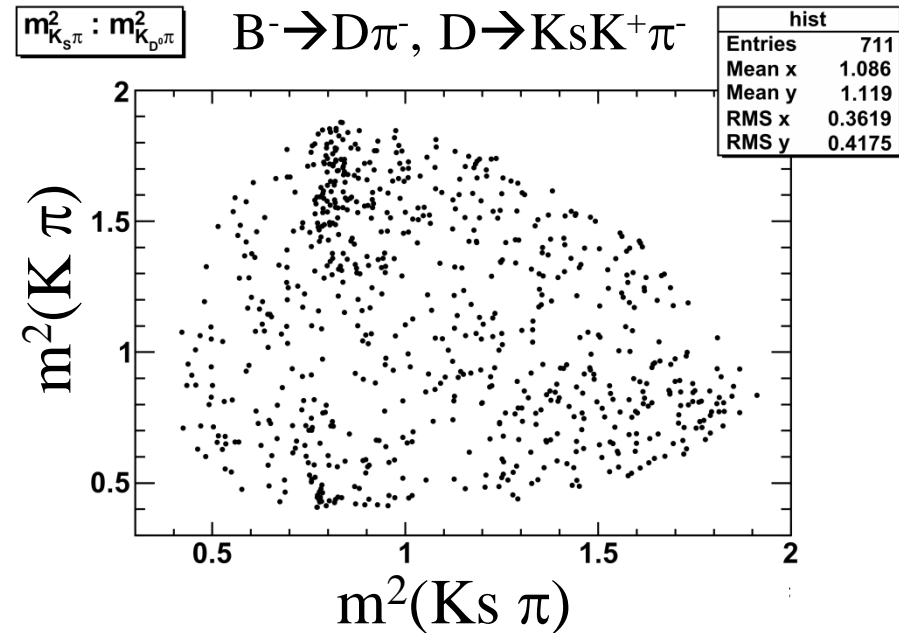
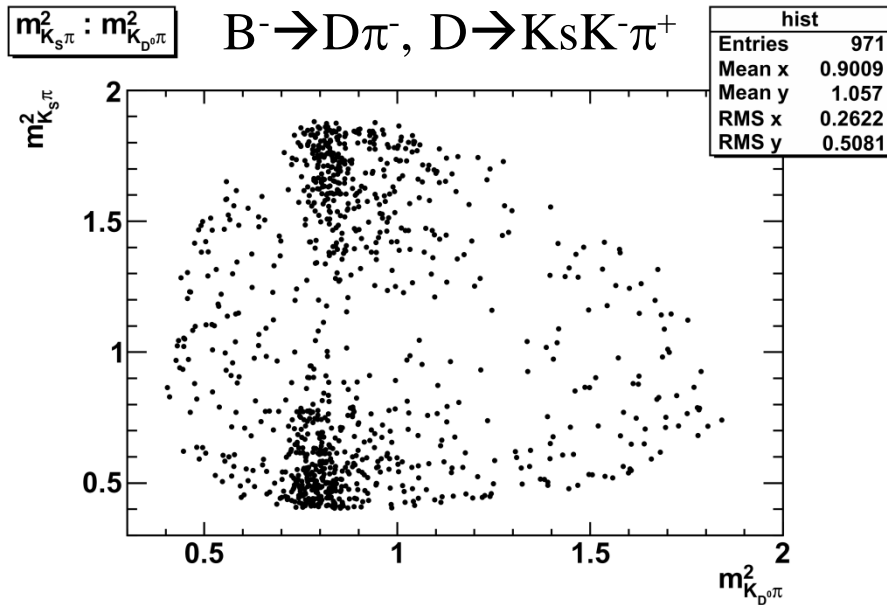


より複雑な構造が見て取れる  
( $K^*K$ ,  $K^{*0}K^0$ , non-resonant, etc.)

これらのダリッツプロットをフィットし、それぞれの共鳴状態の振幅などの情報を得る必要がある。

# Dalitz Plot

Dalitz plot (real data) with  $|\Delta E| > 0.04$  GeV &  $\text{LR}(\text{KSFW}) > 0.8$

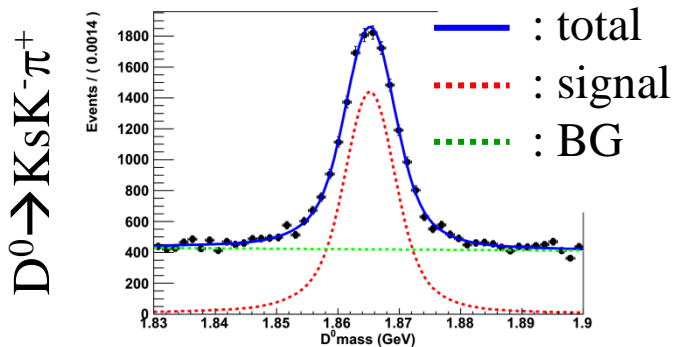




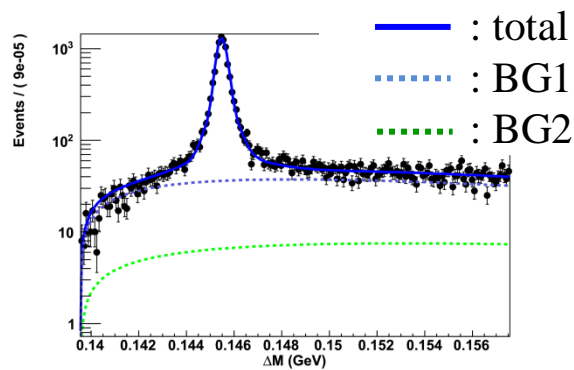
# Tagged D events

フィットに用いる $D \rightarrow K_S K \pi$  のダリッツ平面のモデルはtagged D (from  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ ,  $D^{*-} \rightarrow \bar{D}^0 \pi^-$ )を用いて作られる。

$D^0$  mass



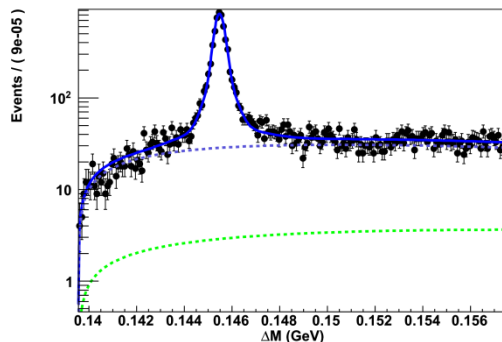
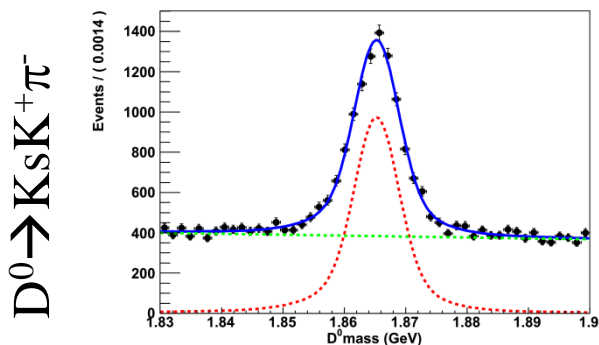
$\Delta M$  ( $D^*$  mass -  $D^0$  mass)



# of events /  $141 \text{ fb}^{-1}$   
 with  $D^0$  mass &  $\Delta M$   $2\sigma$   
 cut.

~9,300 events

Purity : > 90%



~5,800 events

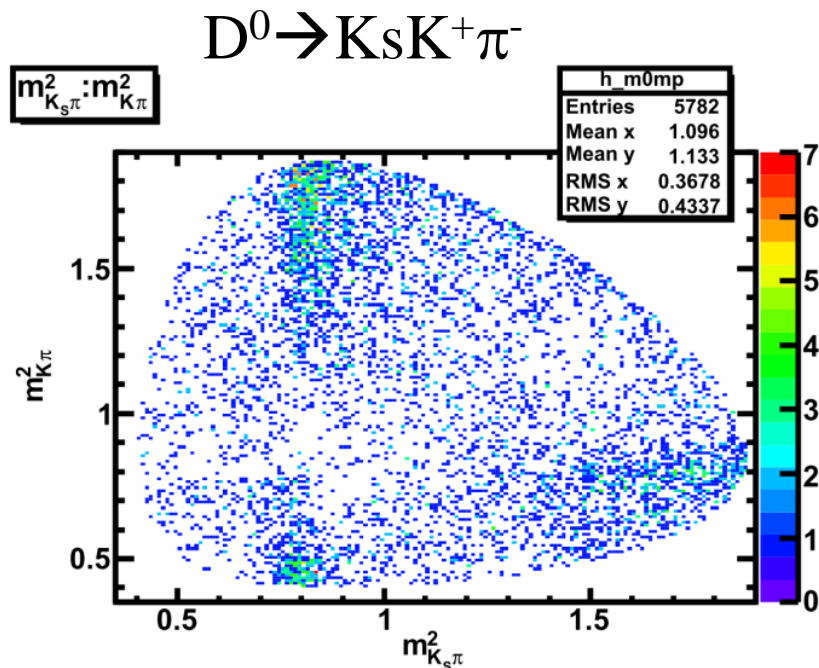
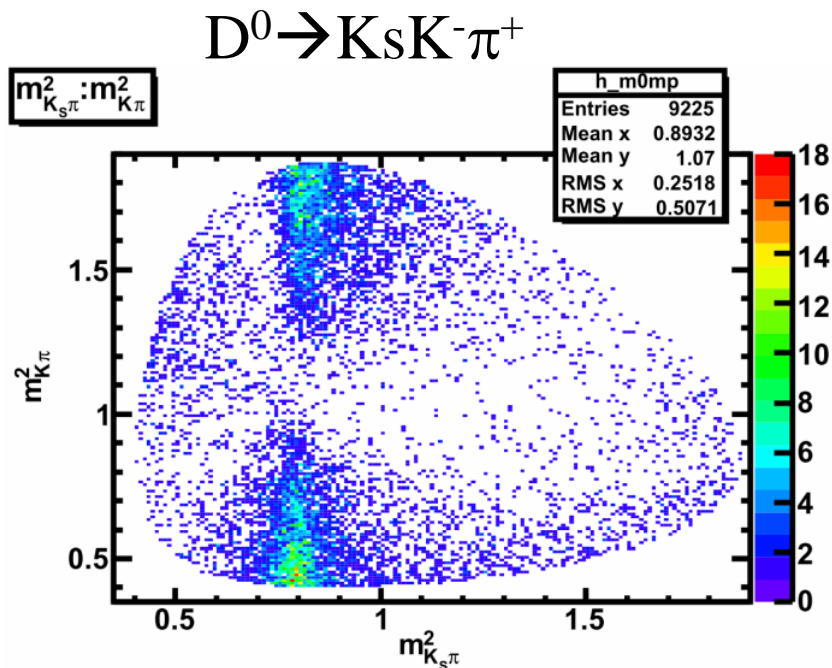
Purity : > 90%

Y(4S) の全データを用いた場合に期待されるtagged D のイベント数は

$D^0 \rightarrow K_S K^- \pi^+$  : ~70,000 events

$D^0 \rightarrow K_S K^+ \pi^-$  : ~44,000 events

# Tagged D の Dalitz Plot



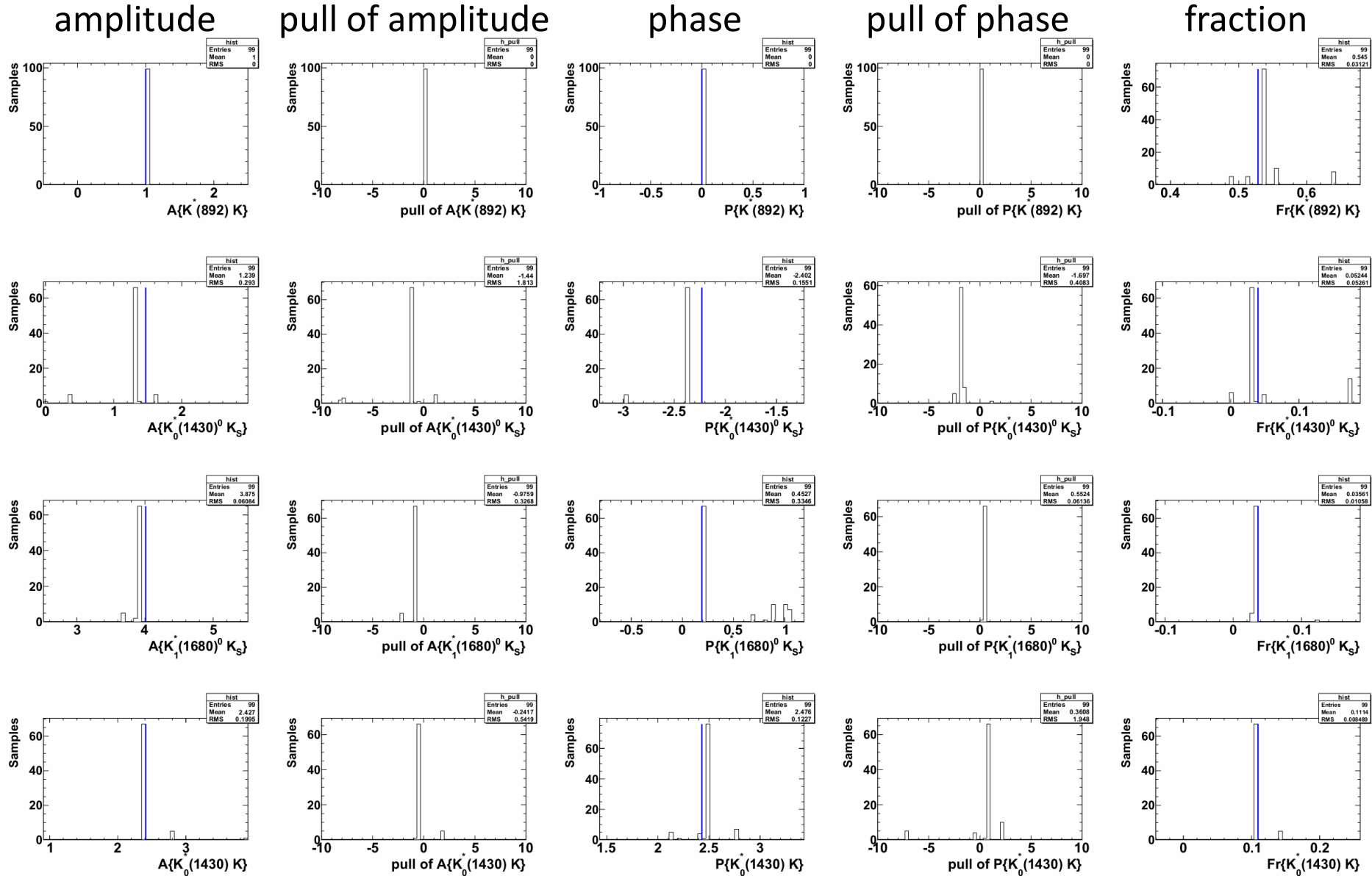
このダリッツプロットから作成したモデルを使って  $B \rightarrow DK$  のダリッツプロットをフィットすることになる。

$B \rightarrow DK$  では  $D^0$  と  $\bar{D}^0$  は区別できないため、 $D^0 \rightarrow K_s K^- \pi^+$  と  $D^0 \rightarrow \bar{K}_s K^- \pi^+$  の両方が入ってくることになる。

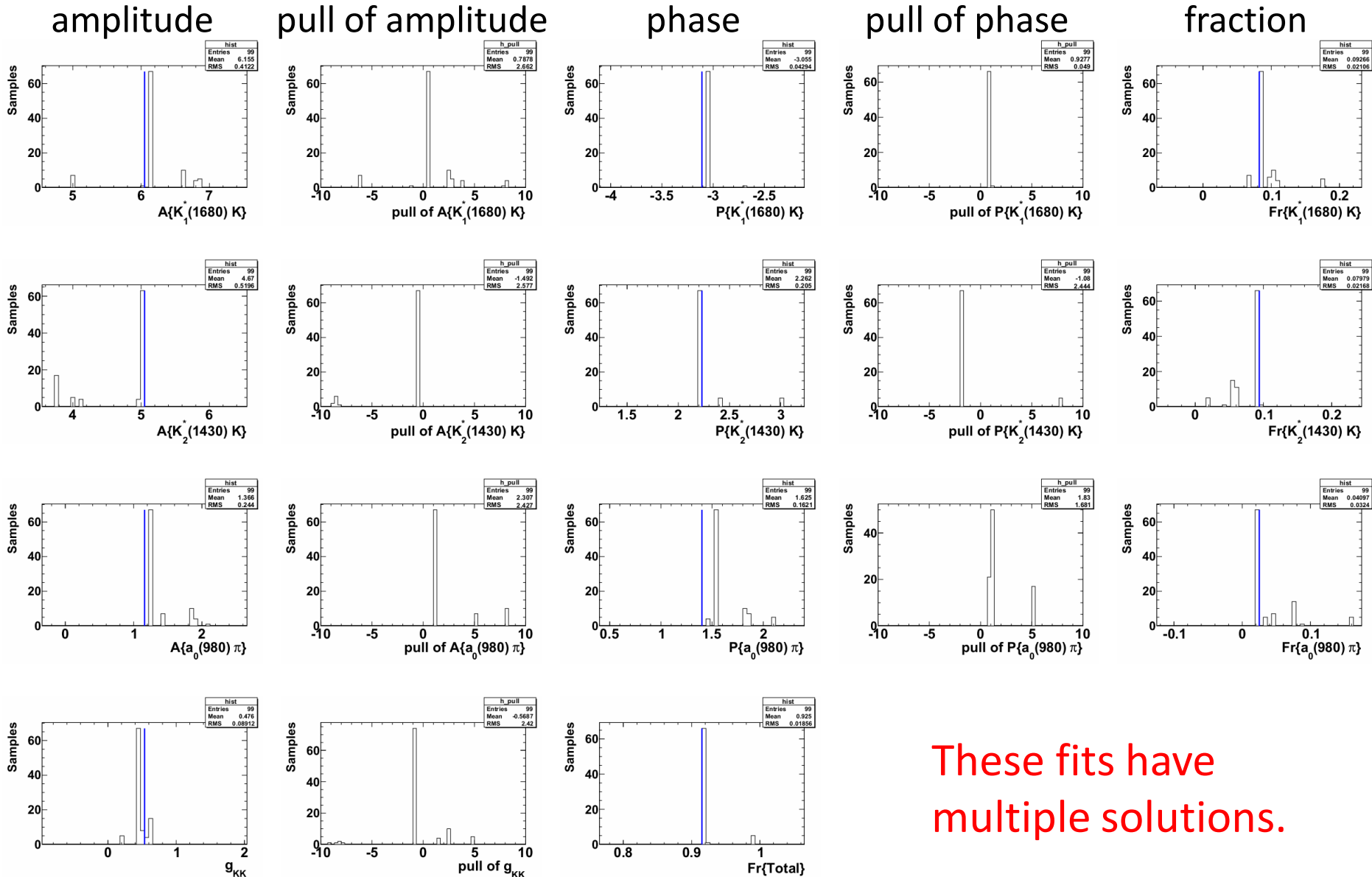
そのため、二つモデルを組み合わせる必要がある。

# Fitter のテストの全結果

# Fit test

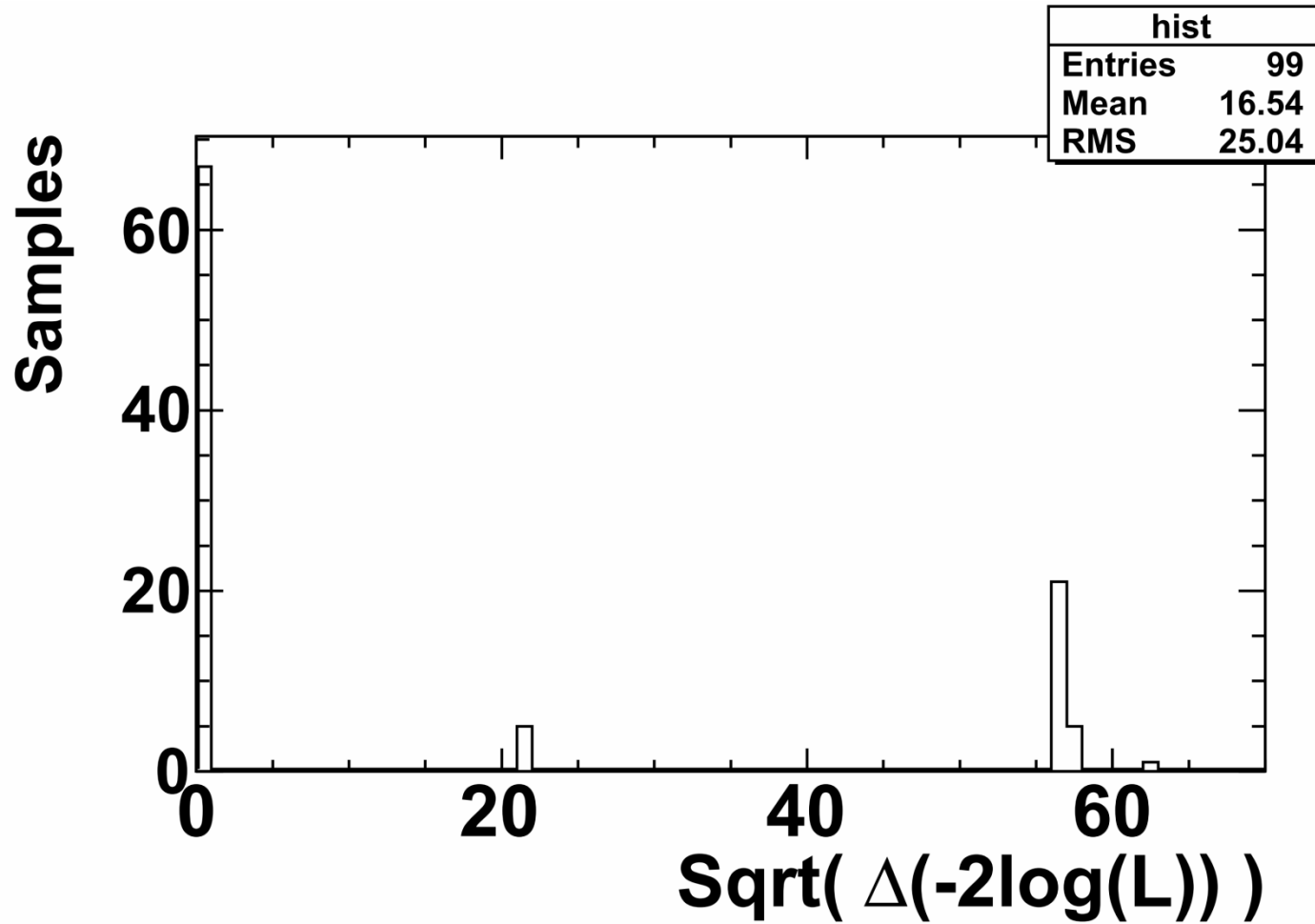


# Fit test (cont.)



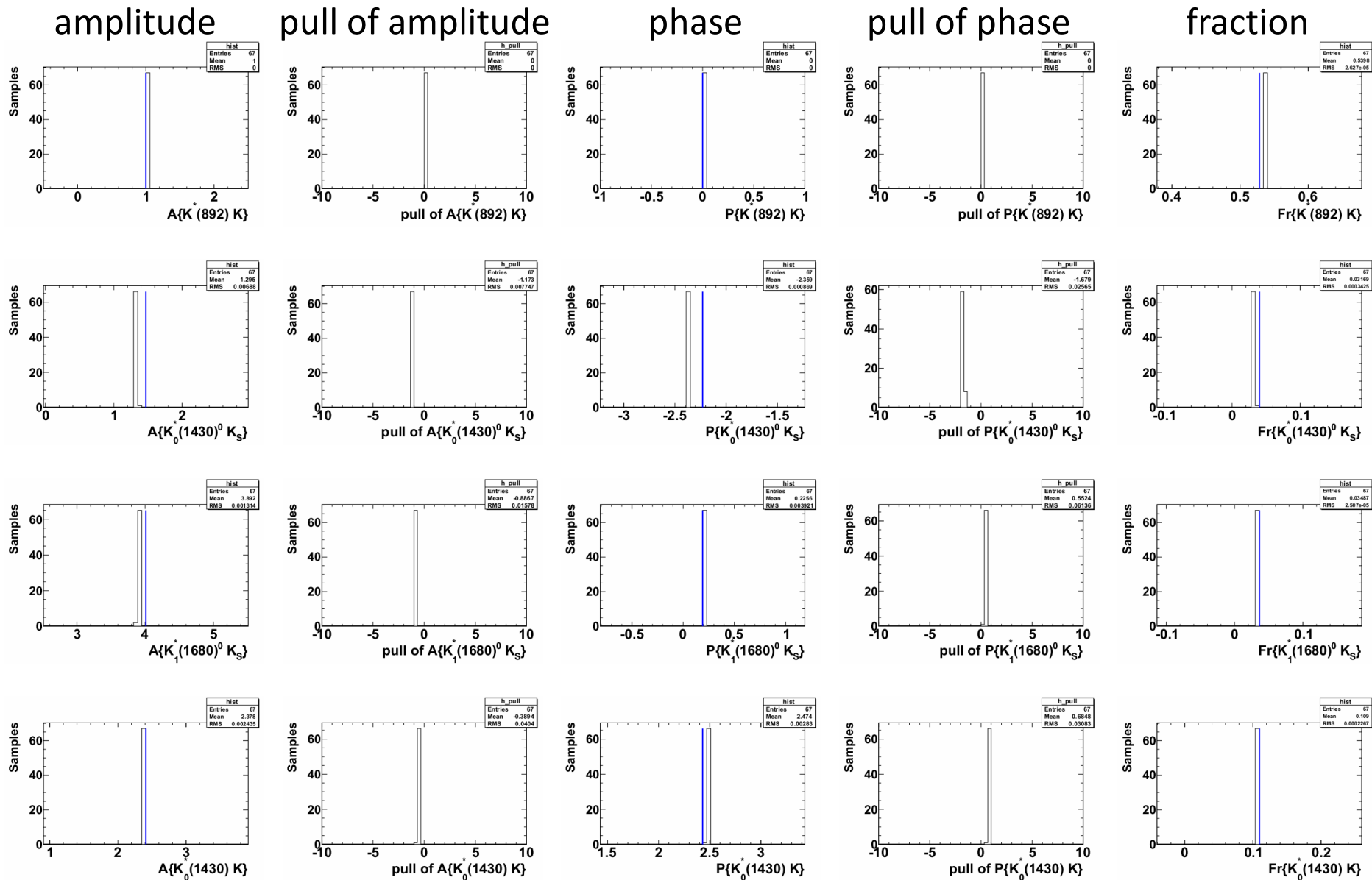
These fits have multiple solutions.

# Fit test (cont.)

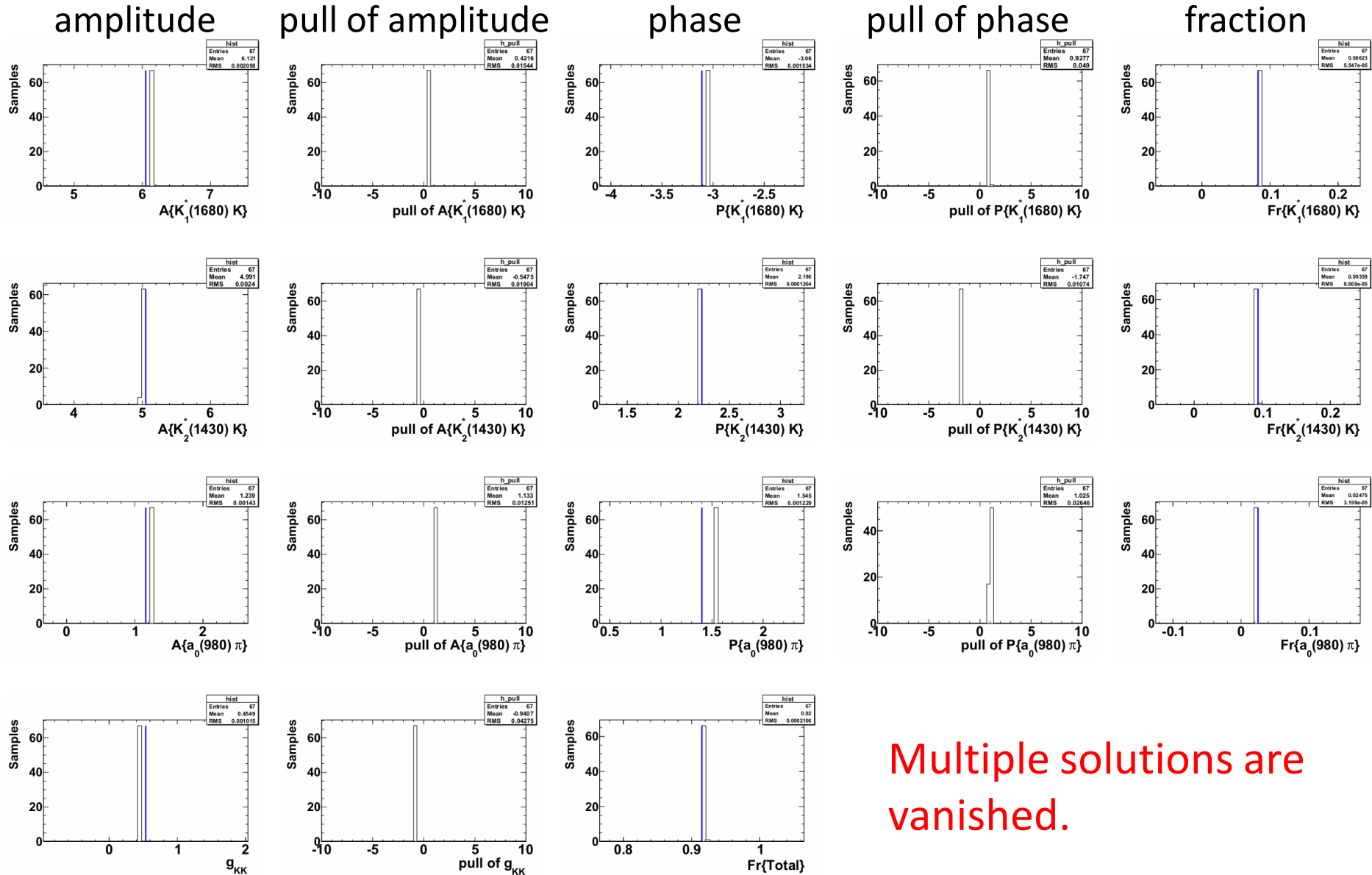


# Fit test (cont.)

$$\sqrt{-2 \log(L/L_{max})} < 1$$



# Fit test (cont.) $\sqrt{-2 \log(L/L_{max})} < 1$



Multiple solutions are vanished.



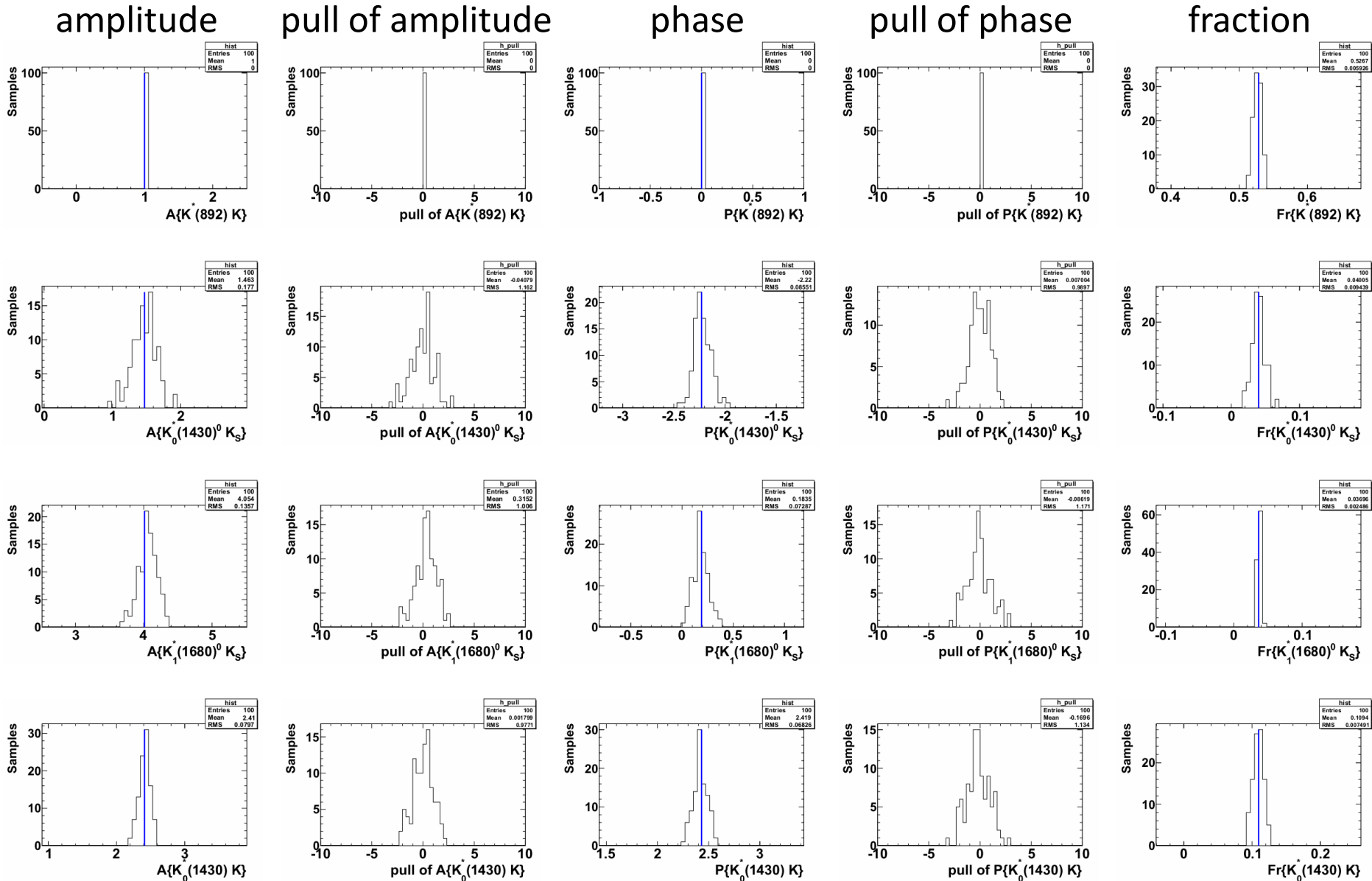
- The fitter was tested at generation level using 100 MCs which include 7 resonances.
- 50,000 events are generated per 1 MC at Y(4S) on-resonance, SVD1 & SVD2.
- The past fitting, 100 fitting was executed per 1 MC, but this time, 1 fitting per 1 MC.
- This fitting is tested using the random and fixed ( at generation values ) initial parameters.

$\bar{K}_0^{*0} (1430) K_S$
$\bar{K}_1^{*0} (1680) K_S$
$K_0^{*+} (1430) K^-$
$K_1^{*+} (892) K^-$
$K_1^{*+} (1680) K^-$
$K_2^{*+} (1430) K^-$
$a_0^- (980) \pi^+$

Projection & fit test using 7 resonances

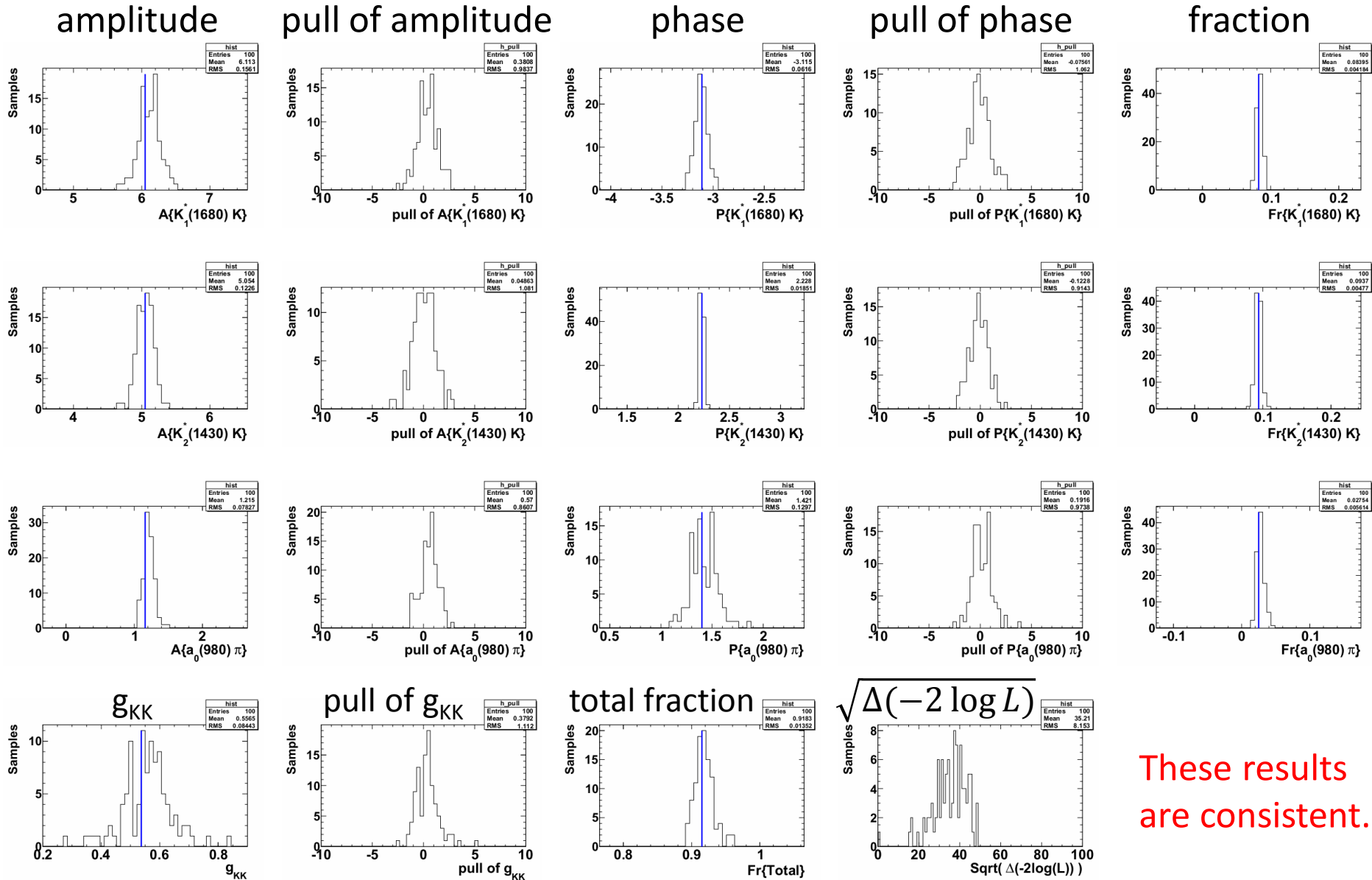
# Fit test

The initial parameters are fixed at generation value.



# Fit test (cont.)

The initial parameters are fixed at generation value.



These results are consistent.

# PDF integration method

$$\int \left| \sum_j a_j e^{i\phi_j} A_j \right|^2 d\mathcal{DP} = \sum_j \sum_{j'} a_j a_{j'}^* e^{i(\phi_j - \phi_{j'})} \int A_j A_{j'}^* d\mathcal{DP}$$

constant

---

Previous

---

New

Need to calculate the integration one time only using new method.