



# $B^0 \rightarrow D^* \pi$ 崩壊モード

## を用いたCP対称性の破れの測定

10/14

板垣憲之輔

東北大学 素粒子実験研究室



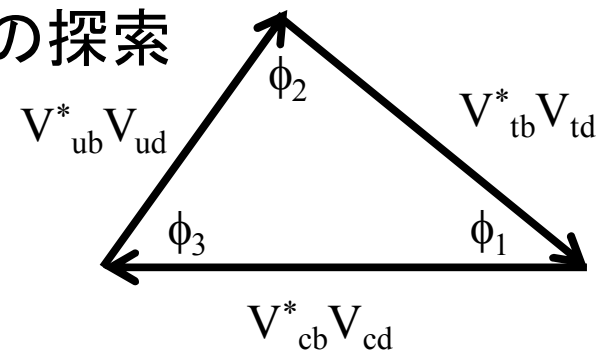
# 内容

- Introduction
  - 目的
  - $B^0 \rightarrow D^* \pi$
- 解析
  - $B^0$ の再構成
- まとめ、プラン

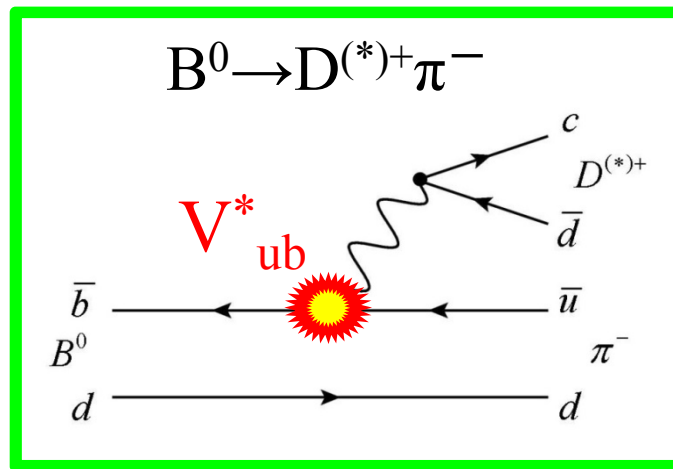
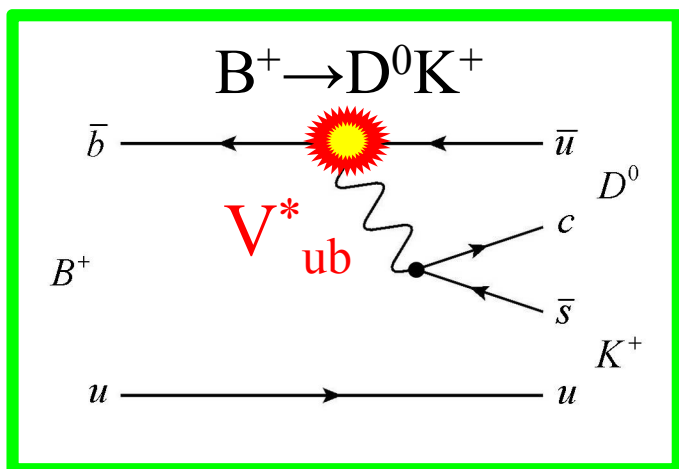
# Introduction

# 目的

- $\phi_3$ の精密測定：標準理論  $\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 = 180^\circ$   
 → 標準理論の検証、標準理論を超える物理の探索



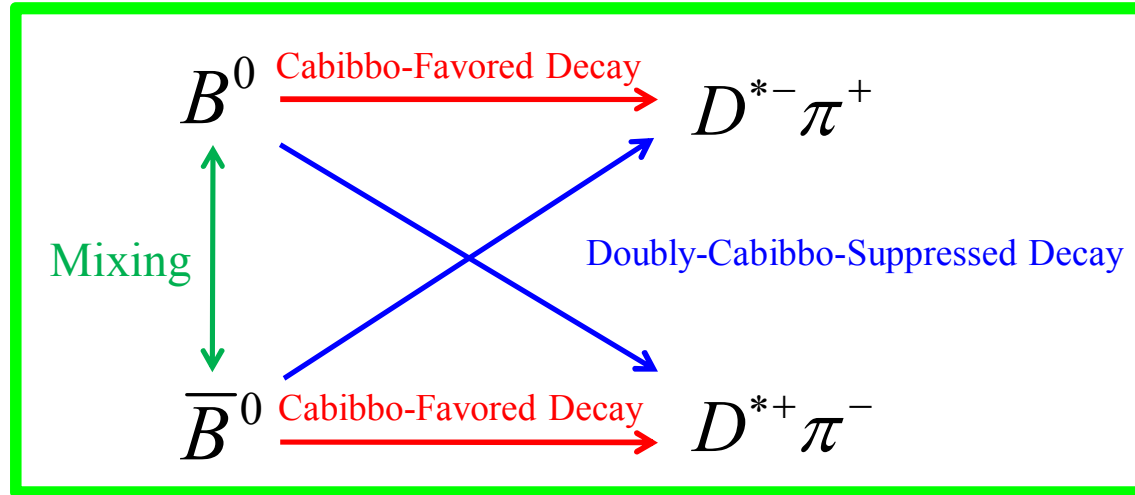
- $\phi_3 \rightarrow V_{ub}^*$ の位相  
 – 測定に用いる崩壊モード： $B \rightarrow DK, D\pi$



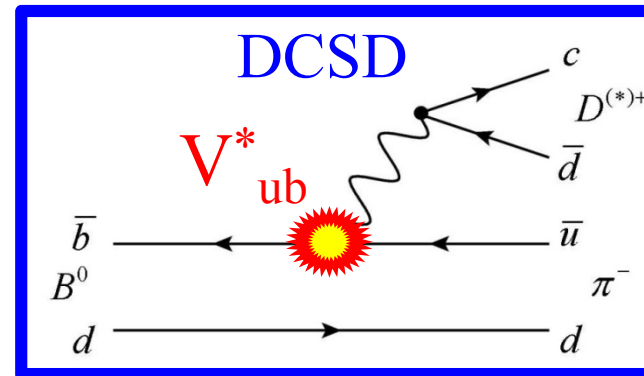
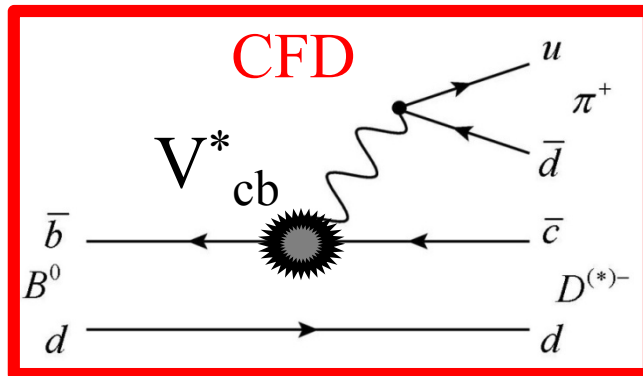
- $B^0 \rightarrow D^* \pi$ の再構成をおこない、 $\phi_3$ を求める

# $B^0 \rightarrow D^* \pi$ 崩壊モード

- $B^0 \rightarrow D^{*-} \pi^+$
- $B^0 \rightarrow D^{*+} \pi^-$
- $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \pi^-$
- $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*-} \pi^+$



–  $B^0, \bar{B}^0$  は  $D^{*-} \pi^+, D^{*+} \pi^-$  のどちらにも直接崩壊する



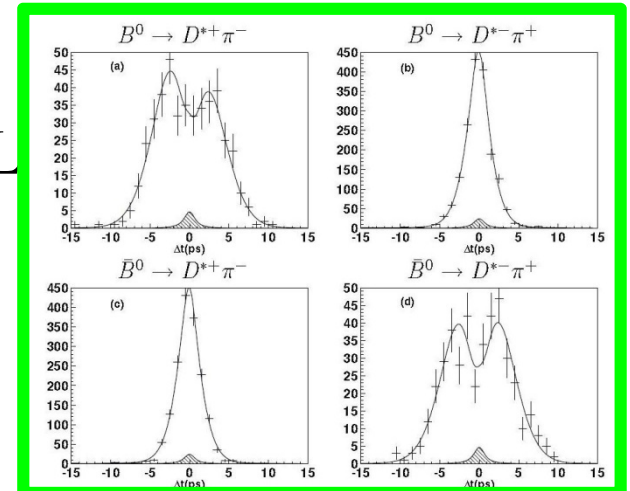
- $B^0 \bar{B}^0$  混合を介しての崩壊も起こる
- 四つの組み合わせはそれぞれ直接崩壊と混合を介在する崩壊の和となる

# $B^0 \rightarrow D^* \pi$ 崩壊モード

- $B^0 \rightarrow D^{*-} \pi^+$  と  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \pi^-$  ( $B^0 \rightarrow D^{*+} \pi^-$  と  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*-} \pi^+$ ) の崩壊頻度
  - 崩壊頻度の時間分布にずれが生じる
  - ずれ :  $2R \sin(2\phi_1 + \phi_3 \pm \sigma)$ 
    - $2\phi_1 \rightarrow B^0 \bar{B}^0$  混合
    - $\phi_3 \rightarrow V_{ub}$  を含む過程
    - $R, \sigma$  : 実験的に求められる

→  $B^0 \rightarrow D^* \pi$  の崩壊頻度を測定することで  $\phi_3$  を求められる

- 以前の結果 ( $350 \text{ fb}^{-1}$ )
  - $|\sin(2\phi_1 + \phi_3)| > 0.44$  (0.13) at 68% (95%) CL



- 現在のデータ ( $711 \text{ fb}^{-1}$ ) を使い、精度よく求める

# 解析

# $B^0$ の再構成

- $B^0$ を再構成するための解析モジュールを作成
- $B^0$ の再構成に使用する下位崩壊
  - $D^* \rightarrow D^0 \pi$ 
    - $D^0 \rightarrow K\pi, K\pi\pi^0, K\pi\pi\pi, K_s\pi\pi$
  - $D^* \rightarrow D\pi^0$ 
    - $D \rightarrow K\pi\pi$

→作成したモジュールについて、MCを用いて再構成の精度を確認した

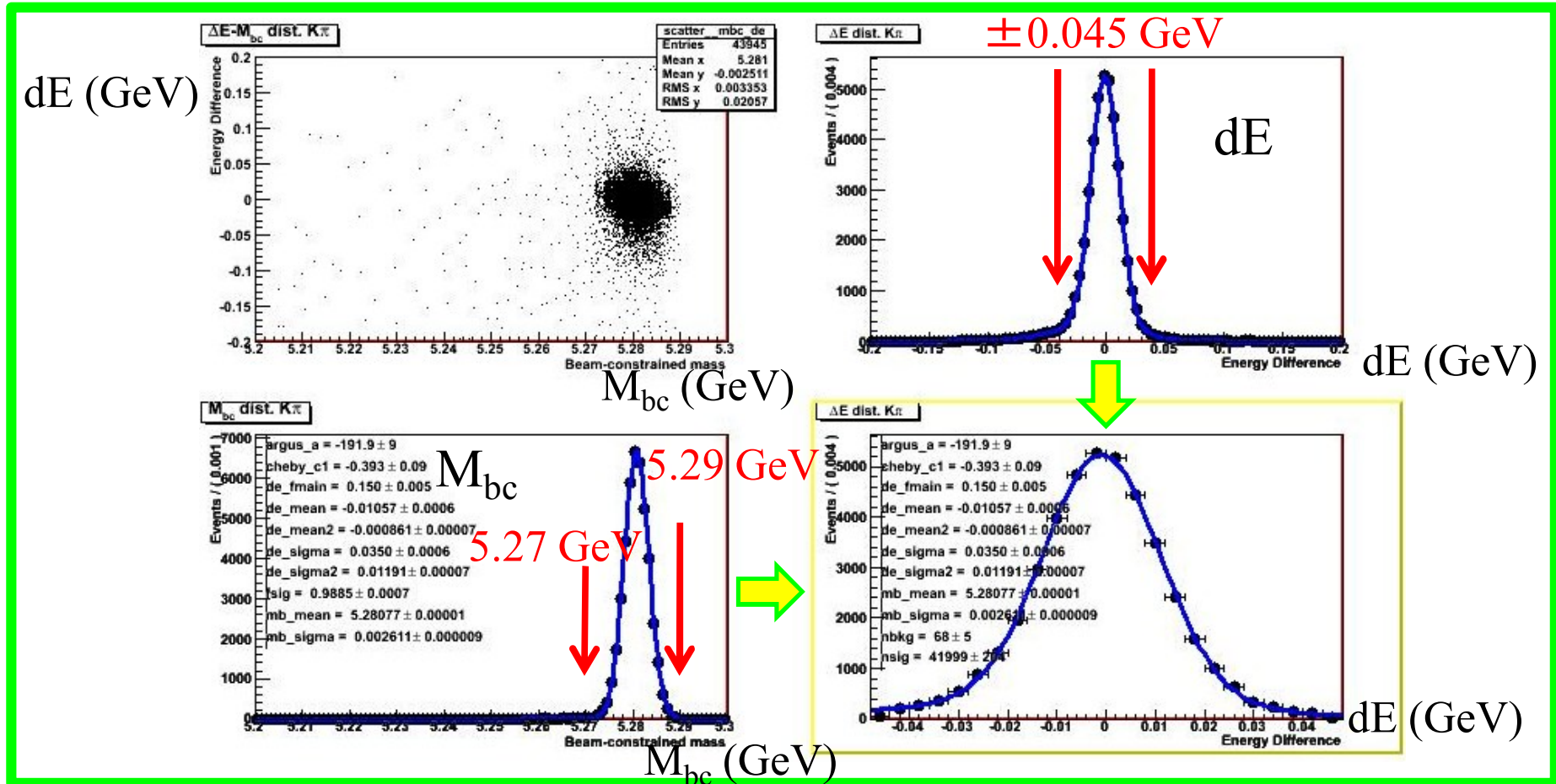


$$D^* \rightarrow D^0 \pi; D^0 \rightarrow K \pi$$

- $K\pi \rightarrow D^0, D^0\pi \rightarrow D^*, D^*\pi \rightarrow B^0$  を再構成するモジュールを作った
- 主な選択(以前の解析と同じ)
  - $|M_{D^0} - M_{\text{pdg}D^0}| < 20 \text{ MeV}$
  - $143 \text{ MeV} < M_{D^*} - M_{D^0} < 148 \text{ MeV}$ 
    - $M_{D^{*+}} - M_{D^0} = 145.421 \pm 0.01 \text{ MeV}$  (PDG)
- 最良な候補を選んでいない  $\rightarrow$  同じイベント番号の候補が複数ある
- シグナル モンテカルロ : 100,000 events  $\rightarrow$  再構成

$$D^* \rightarrow D^0 \pi; D^0 \rightarrow K \pi$$

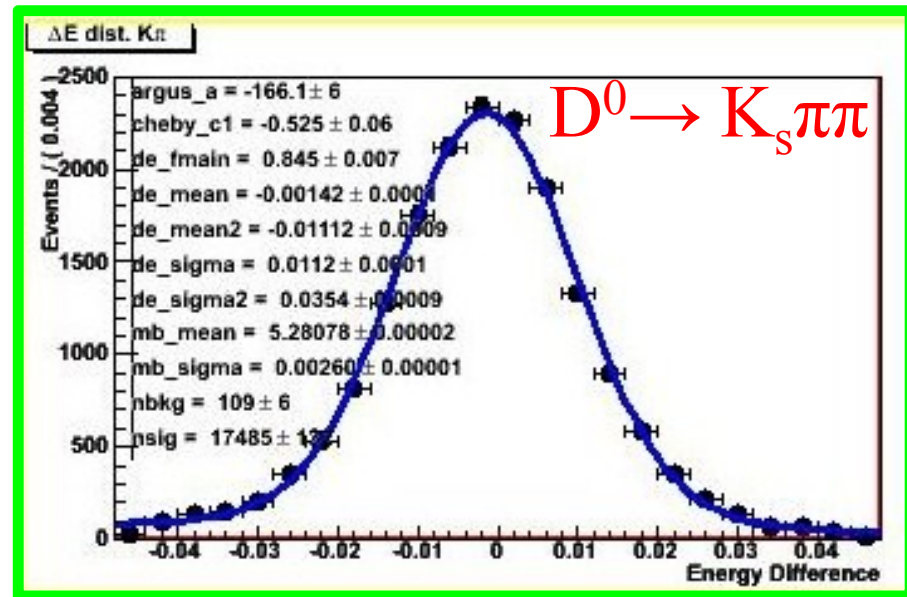
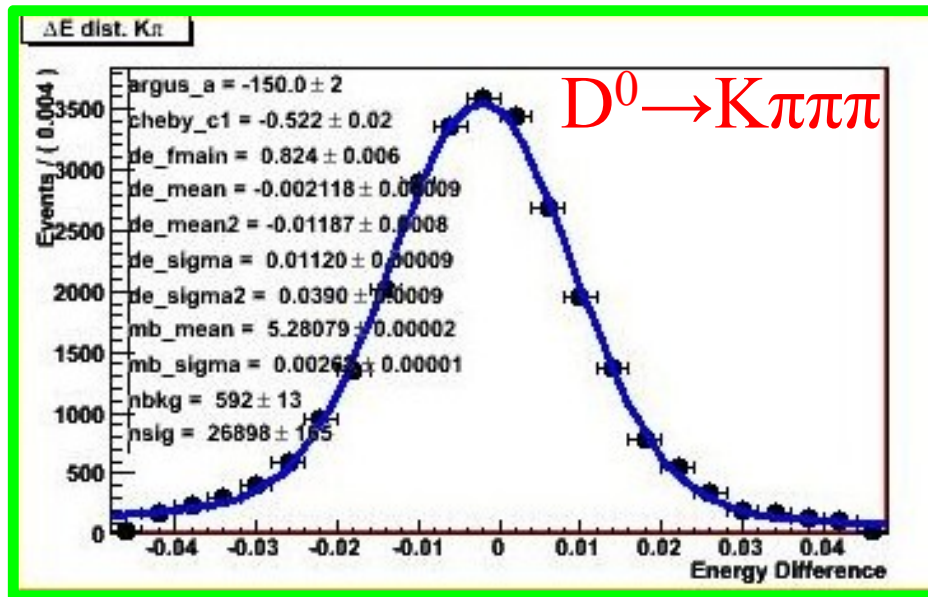
- 再構成した事象をフィットした



- 信号領域 :  $5.27 \text{ GeV} < M_{bc} < 5.29 \text{ GeV}, |\Delta E| < 0.045 \text{ GeV}$
- 再構成数 :  $41999 \pm 204$

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

- $D^0 \rightarrow K\pi$  と同じ手順で再構成した



信号領域 :  $5.27 \text{ GeV} < M_{bc} < 5.29 \text{ GeV}, |DE| < 0.045 \text{ GeV}$

再構成数 :  $26898 \pm 165$

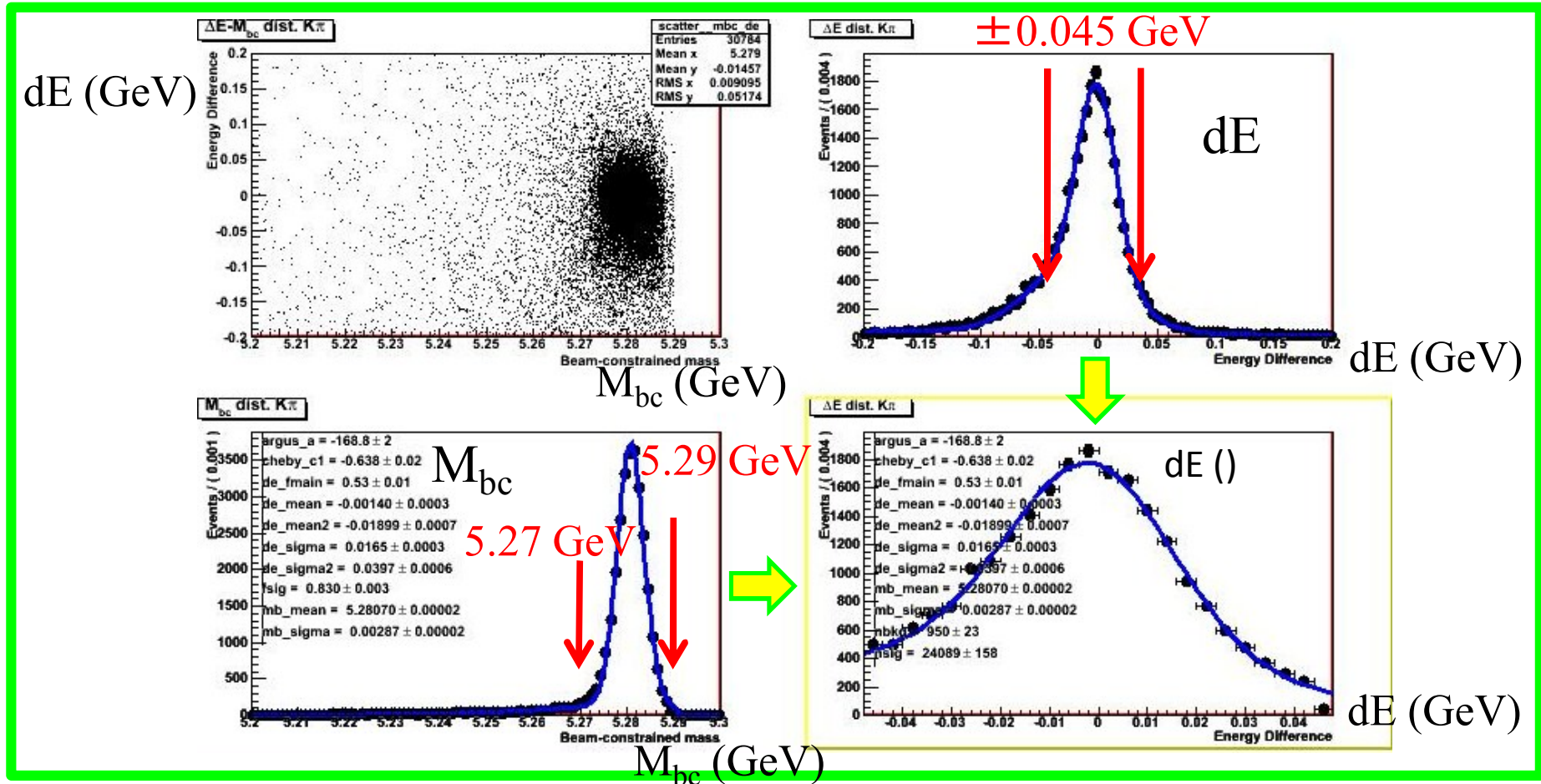
再構成数 :  $17485 \pm 132$

$$D^* \rightarrow D^0 \pi; D^0 \rightarrow K \pi \pi^0$$

- $K \pi \pi^0 \rightarrow D^0, D^0 \pi \rightarrow D^*$  と再構成するモジュールを作った
- 主な選択(以前の解析と同じ)
  - $|M_{D^0} - M_{\text{pdg}D^0}| < 30 \text{ MeV}$
  - $143 \text{ GeV} < M_{D^*} - M_{D^0} < 148 \text{ MeV}$ 
    - $M_{D^{*+}} - M_{D^0} = 145.421 \pm 0.01 \text{ MeV}$  (PDG)
- 最良な候補を選んでいない → 同じイベント番号の候補が複数ある
- シグナル モンテカルロ : 100,000 events → 再構成

$$D^* \rightarrow D^0 \pi; D^0 \rightarrow K \pi \pi^0$$

- 再構成した事象をフィットした



- 信号領域 :  $5.27 \text{ GeV} < M_{bc} < 5.29 \text{ GeV}, |\Delta E| < 0.045 \text{ GeV}$
- 再構成数 :  $24089 \pm 158$

# 再構成効率

- 各崩壊モードの再構成効率

下位崩壊	My module (%)	previous measurements	
$D^0 \rightarrow K\pi$	$42.0 \pm 0.02$	SVD1	32
		SVD2	30
$D^0 \rightarrow K\pi\pi^0$	$24.1 \pm 0.02$	SVD1	12
		SVD2	12
$D^0 \rightarrow K\pi\pi\pi$	$26.9 \pm 0.02$	SVD1	14
		SVD2	14.4
$D^0 \rightarrow K_s\pi\pi$	$17.5 \pm 0.01$	SVD1	5.4
		SVD2	5.1

- 全体的に大きい → 同じイベント番号の候補が複数ある  
→ 候補を一つに絞った (最良の候補を選択したわけではない)

# 再構成効率

- 複数ある同じイベント番号の候補を一つに絞った
- 信号領域へのエントリー数

下位崩壊	My module (%)	previous measurements	
$D^0 \rightarrow K\pi$	37.8	SVD1	32
		SVD2	30
$D^0 \rightarrow K\pi\pi^0$	13.6	SVD1	12
		SVD2	12
$D^0 \rightarrow K\pi\pi\pi$	24.1	SVD1	14
		SVD2	14.4
$D^0 \rightarrow K_s\pi\pi$	16.1	SVD1	5.4
		SVD2	5.1

- $D^0 \rightarrow K\pi\pi\pi$ ,  $D^0 \rightarrow K_s\pi\pi$  が大幅に違う  
→ 検討中



- モジュールを作成中
- $\pi^0$  の選択をミスる
  - Generator 情報を見ると、IDが0のものを多く持ってきてしまう
- 再構成効率：~5% (前回 ~30%)



# まとめ、プラン

# まとめ

- $B^0 \rightarrow D^* \pi$  崩壊モードの解析により、 $\phi_3$ をもとめる
- $D^* \rightarrow D^0 \pi$  について解析モジュールを作った
- 再構成効率

下位崩壊	My module (%)	previous measurements	
$D^0 \rightarrow K \pi$	$42.0 \pm 0.02$	SVD1	32
		SVD2	30
$D^0 \rightarrow K \pi \pi^0$	$24.1 \pm 0.02$	SVD1	12
		SVD2	12
$D^0 \rightarrow K \pi \pi \pi$	$26.9 \pm 0.02$	SVD1	14
		SVD2	14.4
$D^0 \rightarrow K_s \pi \pi$	$17.5 \pm 0.01$	SVD1	5.4
		SVD2	5.1

# プラン

- Best candidate selection をおこなう
- $D^* \rightarrow D\pi^0$  のモジュールを作る

