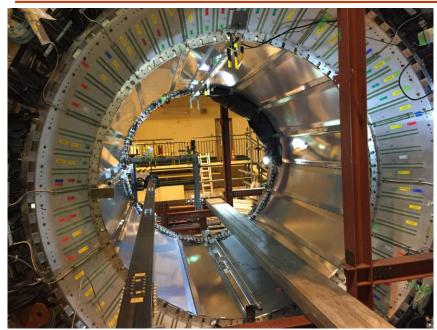
Belle II 実験 Phase 2 TOPカウンターの運転状況と バックグラウンド解析



2016年5月TOPカウンターのインストール後

名古屋大学 D1 都築 識次

Belle II 実験 Phase2

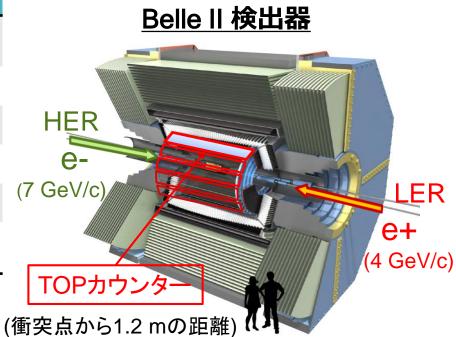
加速器の調整、物理データ取得を目的としたe+e-衝突実験 Belle II検出器が受けるバックグラウンド頻度の測定も行う

ビーム状況 (Belle II検出器 HV on 時)

	Phase2 (7月)	Phase3 (設計値)
エネルギー (GeV)	4 & 7	4 & 7
電流値(mA)	~300 & ~300	2600 & 3600
バンチ数	1576	2500
eta_{x}^{*} (mm)	200 & 100	32 & 25
$eta_{\mathcal{Y}}^{*}$ (mm)	3 & 3	0.27 & 0.30
瞬間ルミノシ ティ (cm ⁻² s ⁻¹)	2×10^{33}	$8\times\mathbf{10^{35}}$

 β_x^* , β_y^* : 衝突点でのビームの絞り

 $[(e^+) \& (e^-)]$

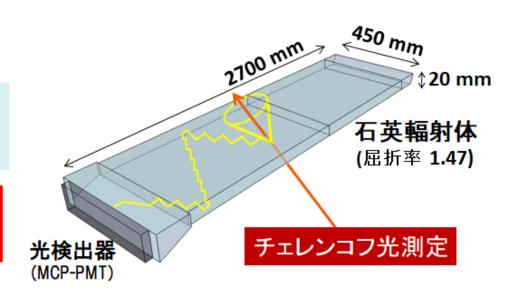


TOPカウンター

チェレンコフ角度に感度を持つ 新型粒子識別装置

光検出器MCP-PMTは1光子に対し 約30 psの時間分解能を実現

(読み出し回路の精度も含めると 約50 psの時間分解能)



全反射しながら伝播

 $\Delta t \sim 150 \text{ ps}$ (3 GeV/c K/ π ,伝搬距離2 m)

角度差:~0.6° for 3 GeV/c

K or π

一方で...

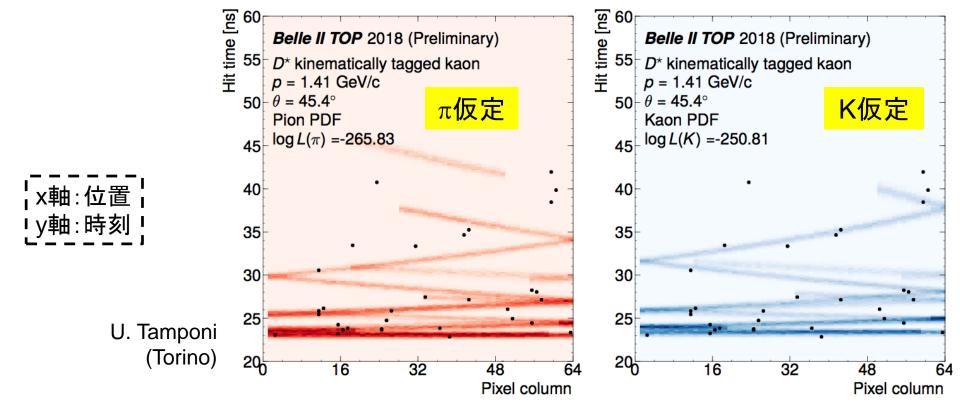
・バックグラウンド量に注意した運用が必要 (MCP-PMTは出力した電荷量の蓄積で決まる<u>寿命</u>を持つ)

TOPカウンターによる粒子識別

(Phase 2の測定データ)

光子の検出時刻と位置についてπ/K仮定の予想値と比較

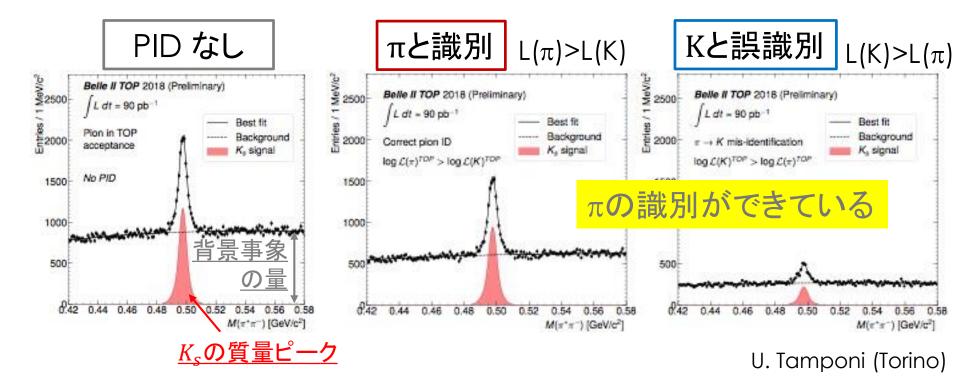
→ Phase 2で動作することを確認



粒子識別性能の検証 (TOPカウンターのみ)

 $\square K_s \to \pi^+\pi^-$ (統計量の比較的多いモード) π/K のみ仮定した識別、likelihood(仮定の正しさの指標)が 他方より大きいイベントをプロット

L(x): x仮定でのlikelihood

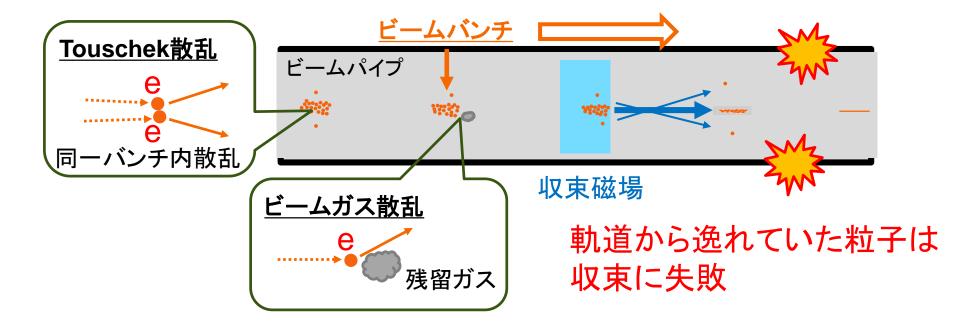


Phase 3 までの課題

- ✓ TOPカウンター実機の位置と時間原点の較正 物理イベントを用いてlikelihoodを最大化するイテレーション
- ✓ 読み出し回路ファームウェアの改良 信号レート30 kHzでの安定性など
- ✓ 識別効率や誤識別率の定量的な評価 粒子の運動量・放出角度への依存性の確認

ビームバックグラウンドの解析

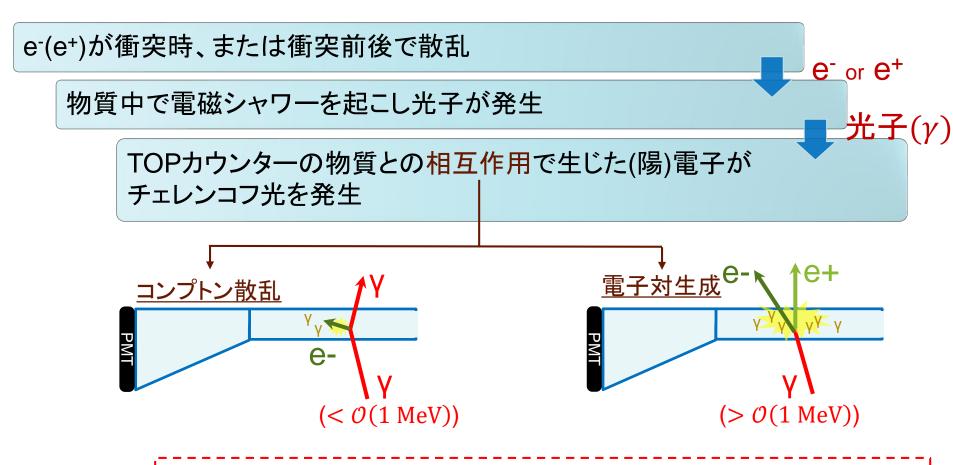
ビームバックグラウンド



□ビームバックグラウンド対策 ビーム光学の調整、軌道を逸れた粒子の除去 (Touschek) 残留ガスの除去 (ビームガス)

ルミノシティが設計値に達すると<u>e+e-衝突事象</u>による バックグラウンドが支配的になる (Phase 2ではほとんど無い)

TOPカウンターに影響するバックグラウンド



大量のX線・γ線がPMT劣化の要因(シミュレーション結果)

単位時間当たりにPMTが検出した光子数を調べる

ビームバックグラウンド成分の解析

電子(陽電子)ビームのバックグラウンド(BG)は以下の式で表せる

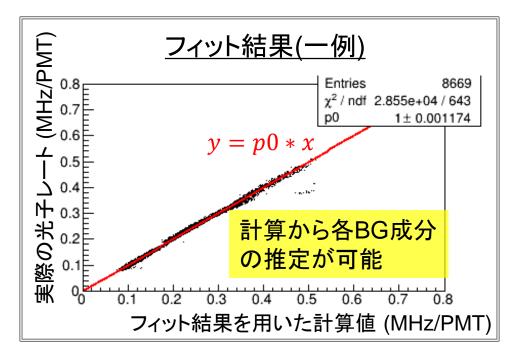
BG =
$$T \frac{I^2}{\sigma_y n_b} + BIP$$
Touschek ビームガス

BG, I, σ_y, n_b, P: 測定値 T, B: フィットパラメータ

 \rightarrow ビームサイズ (σ_y) を変えながら BG量を測定すれば成分比が分かる

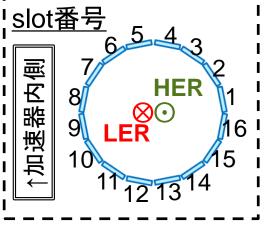
シミュレーションのBG量と 実際のデータの比較を行う

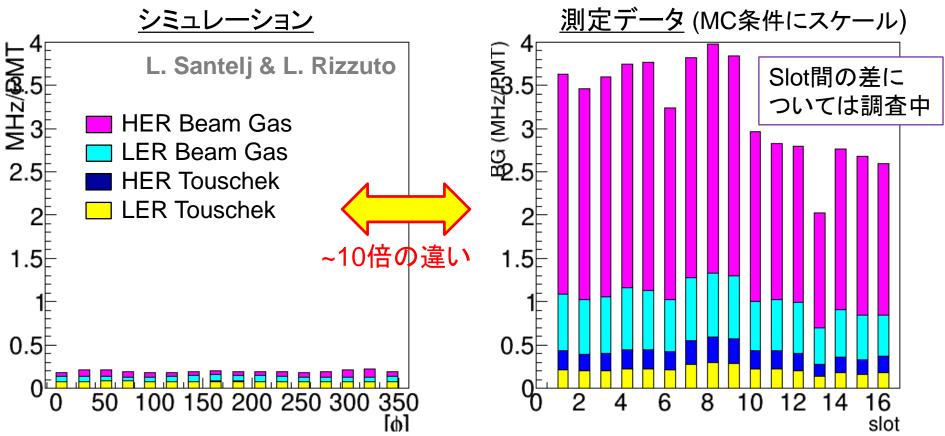
(次ページ)



Phase 2 シミュレーション&測定

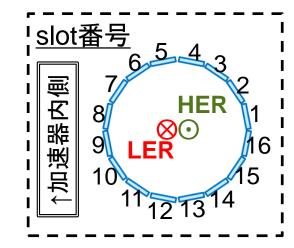
- 1. 加速器のシミュレーションからBGを算出
- 2. 同じ条件に測定値をスケール

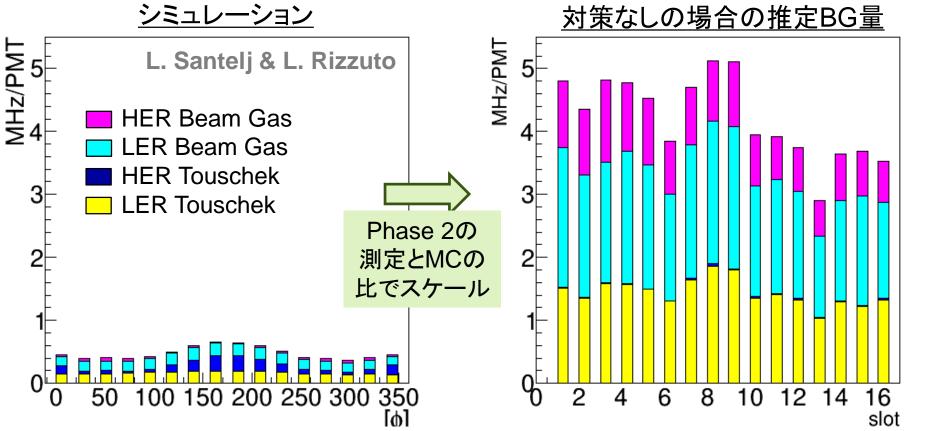




Phase 3 シミュレーション&推定

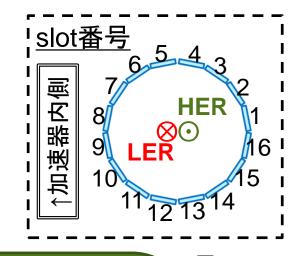
Phase 3 設計ルミノシティでのシミュレーション Phase 2と同じMC/Data比でスケールすると...

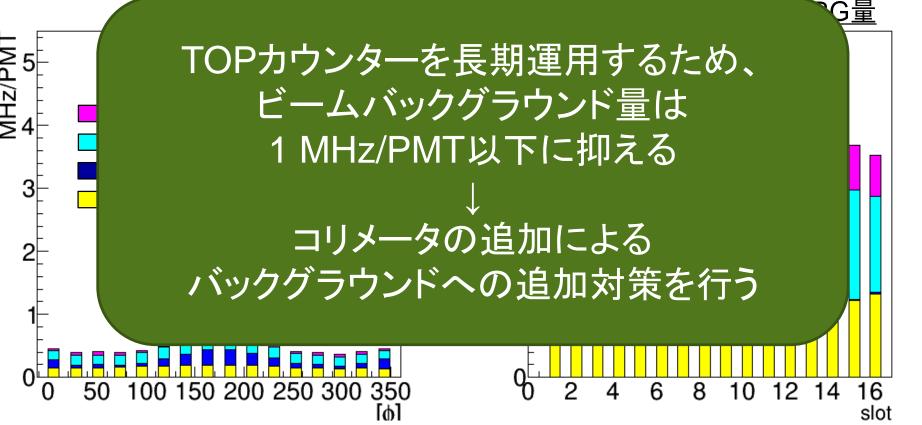




Phase 3 シミュレーション&推定

Phase 3 設計ルミノシティでのシミュレーション Phase 2と同じMC/Data比でスケールすると...





バックグラウンド解析 その他の課題

- $\checkmark e^+e^-$ 衝突由来のバックグラウンドを測定ルミノシティに比例する。設計値では \sim 8 MHz/PMT (MC予想)
- ✓ ビーム入射時のバックグラウンドを測定 Phase 3では常時ビームを入射してビーム強度を維持する この時ビーム軌道に乗らなかった電子/陽電子がBG
- ✓ MCP-PMTの積算出力電荷(寿命の目安)の管理 積算出力電荷に依存して光電面の量子効率が低下する。 オンラインモニターを用意

まとめ

- ・Phase 2運転にて、TOPカウンターの原理が働くことを実証 --- 目標の粒子識別性能に達するには較正などが必要
- ビームバックグラウンドはシミュレーション予想より およそ10倍多い
 - --- Phase 3までにコリメータを追加、Phase 3でも調査を継続
- ・衝突由来、ビーム入射由来のバックグラウンドはPhase 3で早期に検証が必要

Back up slides

Tuschek 解析データ

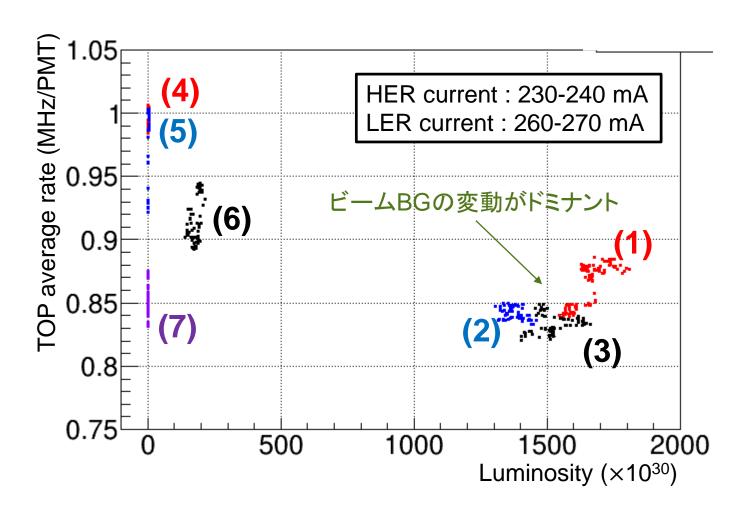
LER touschek study on June 12th.

I < 320 mA, $\sigma_v = [35, 85, 165]$ um, P < 5.5×10^{-8} Pa, # of bunch = 789

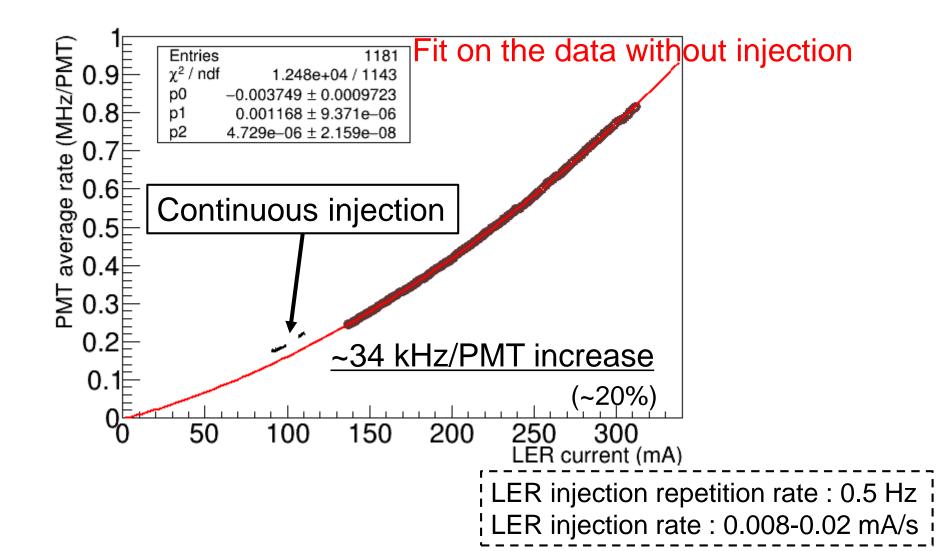
HER touschek study on June 11th.

I < 290 mA, $\sigma_v = [30, 50]$ um, P < 1.8×10⁻⁸ Pa, # of bunch =789, 1576

Luminosity Background study on 12th July



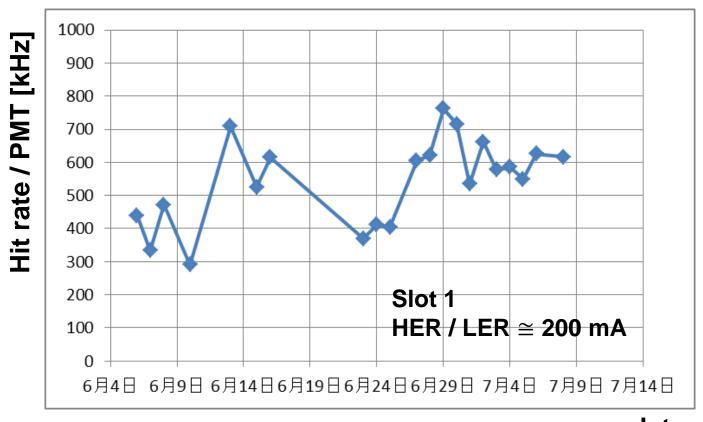
Continuous injection check (LER only)



Scaler rate during Phase 2

G.Muroyama

Day by day TOP BG rate during Luminosity run in Phase 2.



date

Total output charge (Phase 2)

Matsuoka & Muroyama

Calculated from scaler count (Gain = 5×10^5).

Enough low compared with Conventional PMT life (0.3 – 1.7 C/cm²).

