

K⁰TO実験のためのKL生成数測定実験に用いる小型CsIカロリメーターの性能評価

京都大, KEK^A

塩見公志 笹尾登 野村正^A

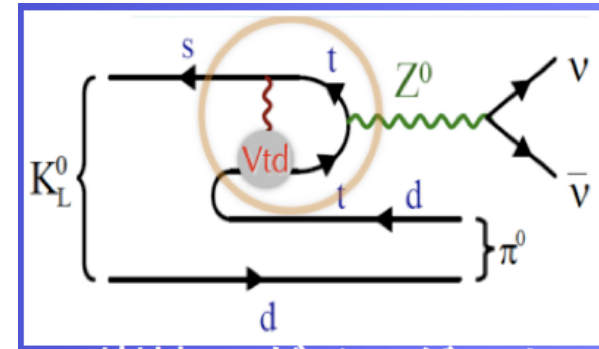
南條創 森井秀樹 河崎直樹

増田孝彦 前田陽祐 内藤大地 高橋剛

2009/09/13 物理学会@甲南大学

K⁰TO実験

- KL → π⁰νν崩壊
 - 崩壊率が小林益川行列のηに比例
 - 理論的不定性の小さいモード
 - SMの精密検証、NPの探索
 - Br(KL → π⁰νν) < 6.7 × 10⁻⁸
 - KEK E391a Run2 result
 - (SM Br = 2.8 × 10⁻¹¹)
- K⁰TO実験
 - JPARC 大強度陽子ビーム
 - Long Run(3 s.m years)
 - E391a検出器の改良



	K ⁰ TO実験	E391a (Run2)	
KL yield/spill	7.8 × 10 ⁶	3.3 × 10 ⁵	×30 /sec
Run Time	3 s.m. years = 12 months	1 month	×10
Decay Prob.	4%	2%	×2
Acceptance	3.6%	0.67%	×5

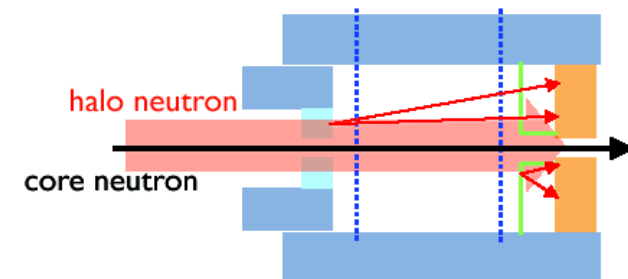
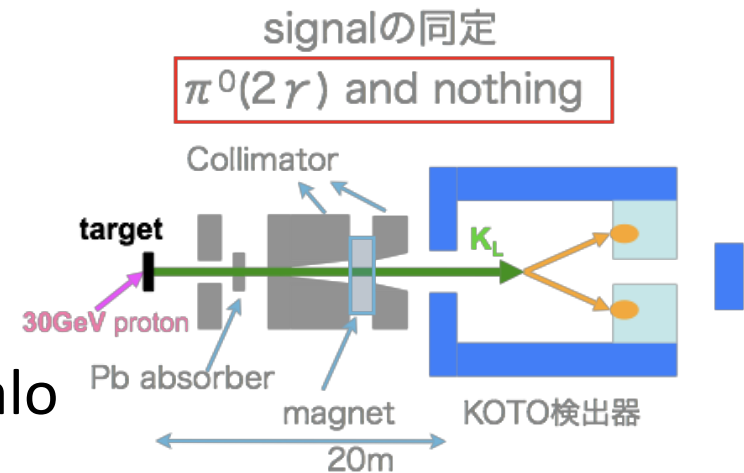
世界初のシグナル事象の発見

K⁰TO実験のスケジュール

- 2008年冬～2009年秋
 - Neutral KL beam lineの建設 → ほぼ完了
(JPARC ハドロンホール)
- 2009年秋
 - Beam survey実験 → 現在準備を進めている
- 2010年
 - エンジニアリングラン
- 2011年
 - Physics run

Neutral KL beam line

- Neutral beam line
 - Long beam → short-lived particle
 - Magnet → charged particle
 - Pb absorber → beam photon
 - Collimator a shaping → beam halo
- KL beam lineの特徴
 - “Pencil beam”
 - 非常に細く絞ったbeam(9 μ Str)
 - 検出器のbeam holeをなるべく小さくする
 - “Clean beam”
 - Beam haloが少ないbeam line
 - Halo n/Core n= 10⁻⁴



KL beamline Overview

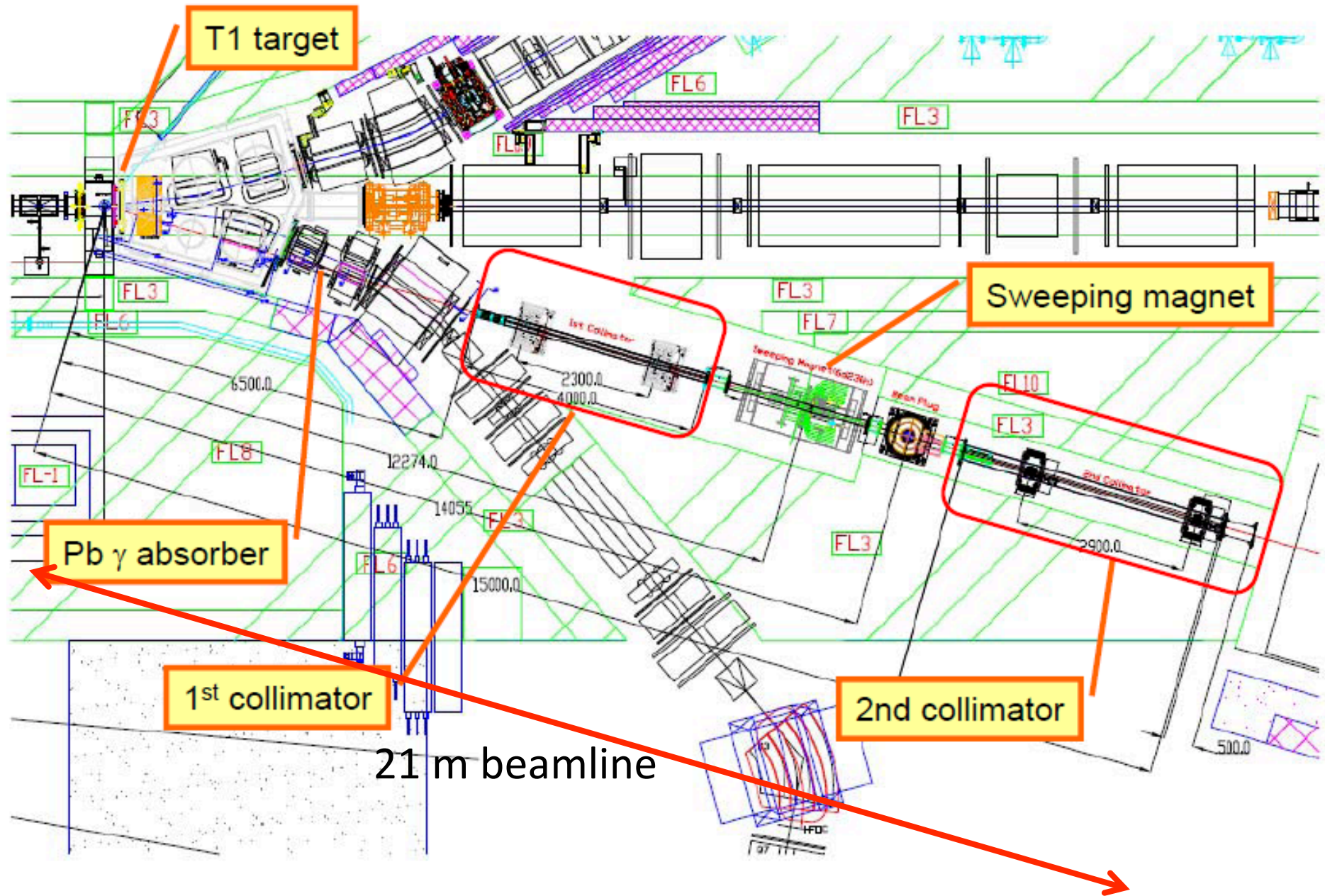


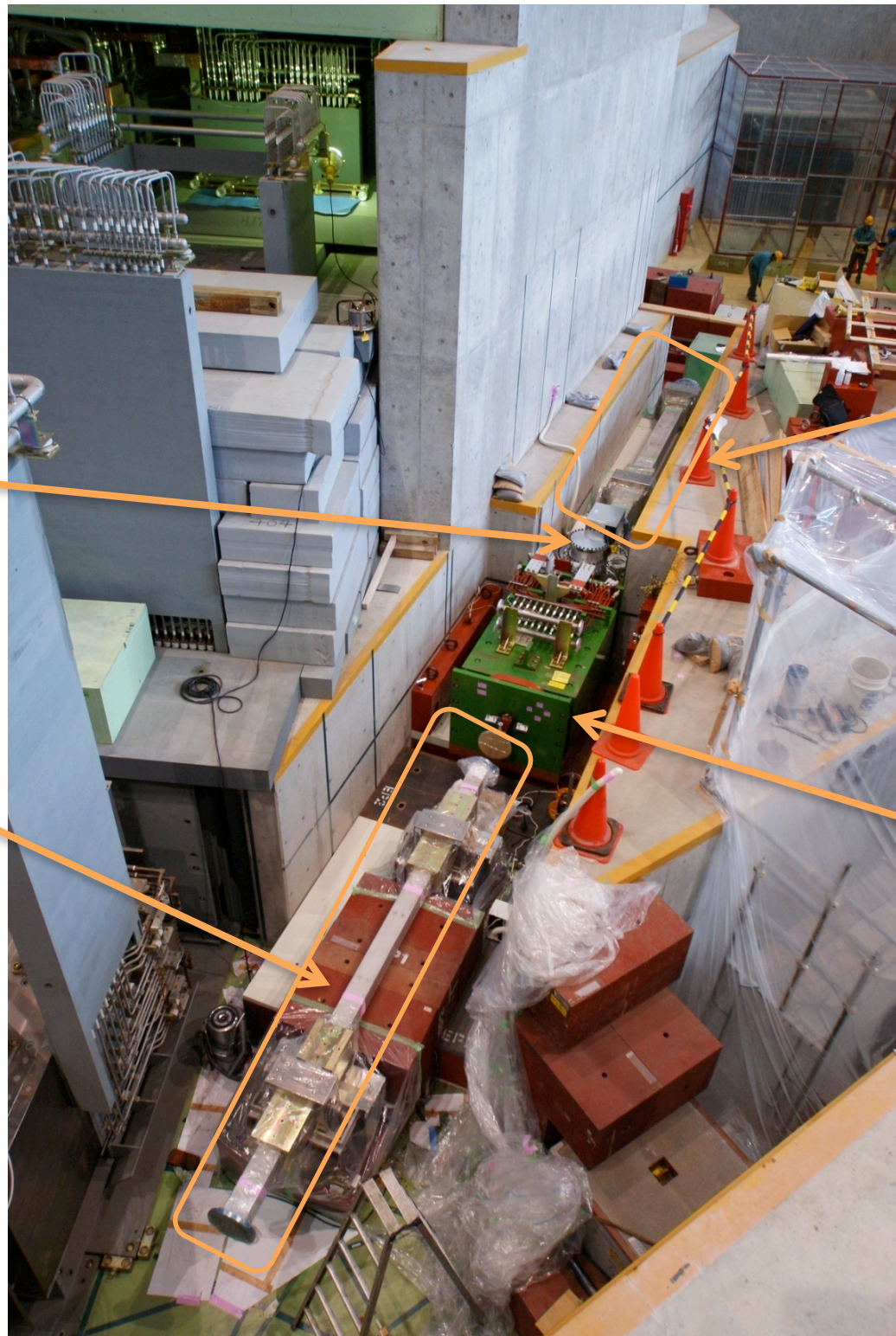
Photo on July 11.

Beam plug

1st collimator
(4m-long)

2nd collimator.
(4.5+0.5m)

Dipole magnet.



Beam Survey実験 2009年秋

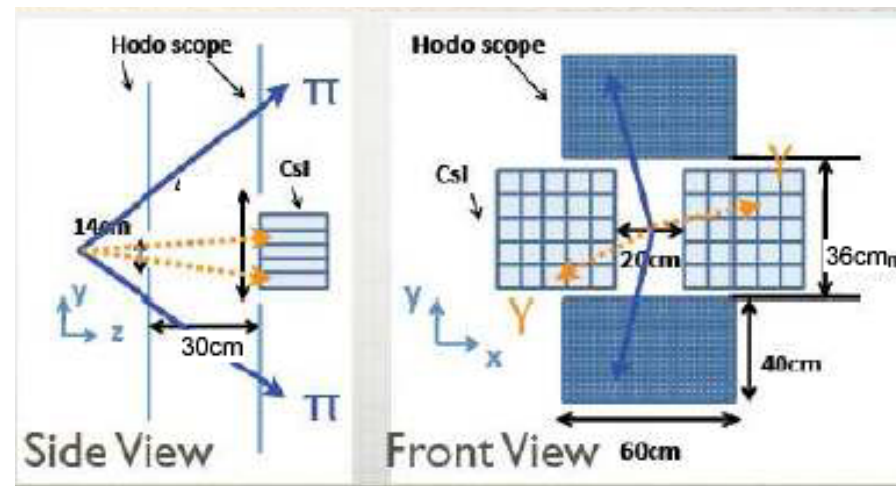
- Profile of beam core
 - Collimatorのalignmentの確認
- KL yield measurement
 - Fix number of KL → 最重要課題
 - Simulation packageにより最大factor 3の違
い
- Measure core neutron
 - n/K ratioの確認
- Measure halo neutron
 - Halo n/K ratioの確認

	K_L Yield per POT
GEANT3	$(3.8 \pm 0.1) \times 10^{-8}$
GEANT4(QGSP)	$(2.3 \pm 0.1) \times 10^{-8}$
GEANT4(QBBC)	$(2.7 \pm 0.3) \times 10^{-8}$
FLUKA	$(8.3 \pm 0.2) \times 10^{-8}$

KL生成数測定実験

- KL $\rightarrow\pi^+\pi^-\pi^0$ 崩壊
 - ホドスコープ
 - π^\pm の方向を測定
→崩壊位置(Z_{vtx})を求める
 - カロリメーター
 - 2γ の位置とエネルギーを測定
→ Z_{vtx} から4元運動量を求める
 - “pencil beam”
 - KLのPtは非常に小さい
 - x,y方向の運動量バランスから
 π^\pm の運動量を求められる
 - KLの同定

$$M_{2\gamma} = M_\pi, M_{\pi\pi\pi} = M_{\text{KL}}$$



$$p_x^+ + p_x^- + k_{1x} + k_{2x} = 0$$

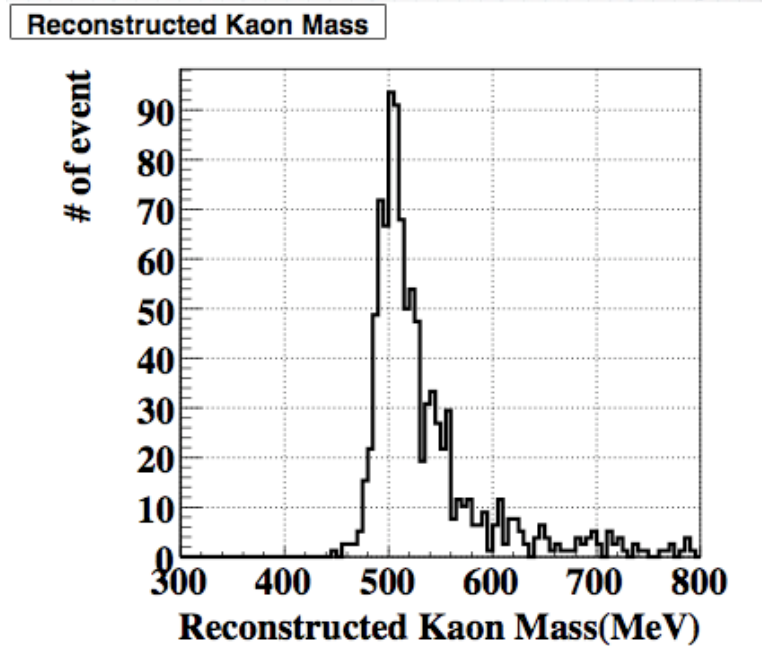
$$p_y^+ + p_y^- + k_{1y} + k_{2y} = 0$$

(k_1, k_2 γ 線の運動量, p^+, p^- π^\pm の運動量)

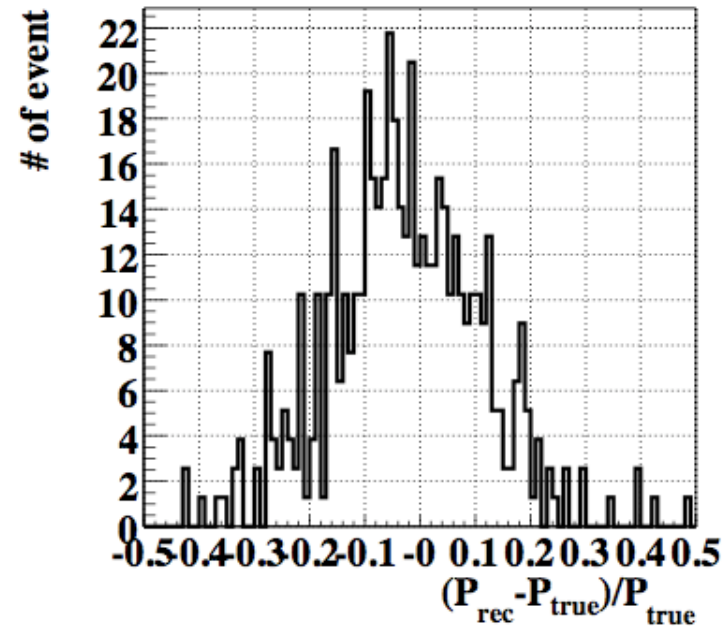
Simpleでrobustな方法

Expected performance

- Reconstructed KL mass



- KL momentum resolution:
 $\{P(\text{Recons})-P(\text{True})\}/P(\text{True})$



15%の運動量分解能を達成

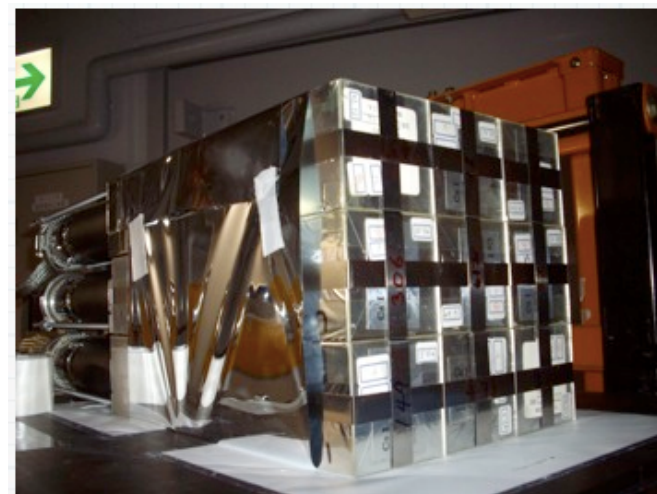
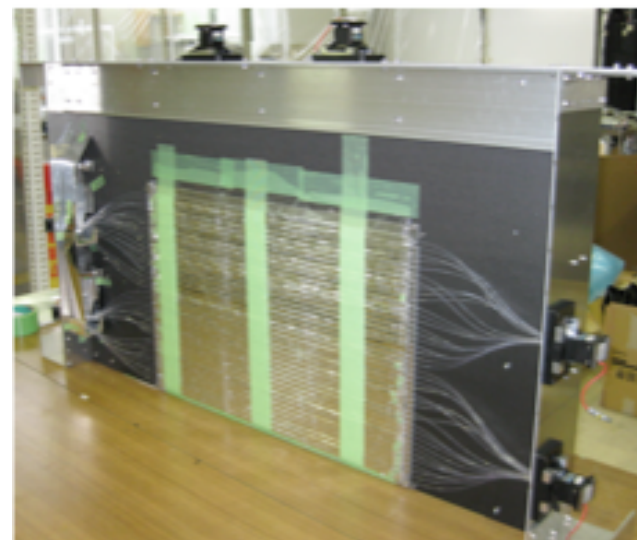
Expected performance

- Event selection
 - 2charged + 2 γ
 - π^0 とKLの質量を要求
- KLの収量
 - Beam強度として1% of Full INTENSITYを仮定
 - 500event/day

	Tracking& Csl fiducial cut	Vertex cut	π^0 mass cut	K_L mass cut
signal	1451	1330	1038	511
ke3	24.4	12.2	4	0
$k\mu 3$	24.7	13.7	2.7	0
$3\pi^0$	61.1	46.9	18.3	0

Detector for KL yield measurement


- ホドスコープ(60cmx40cm)
 - 1cm wide, 0.5cm thick EJ230 scintillator
 - B2 1.5 ϕ WLS fiber
 - Read out by 64ch multi-anode PMT+VA chip
 - Total channel 560
- カロリメーター
 - Pure CsI(E391aのリサイクル)
 - 7cmx7cmx30cm
 - 5x5 crystalを2 bank



Beam test

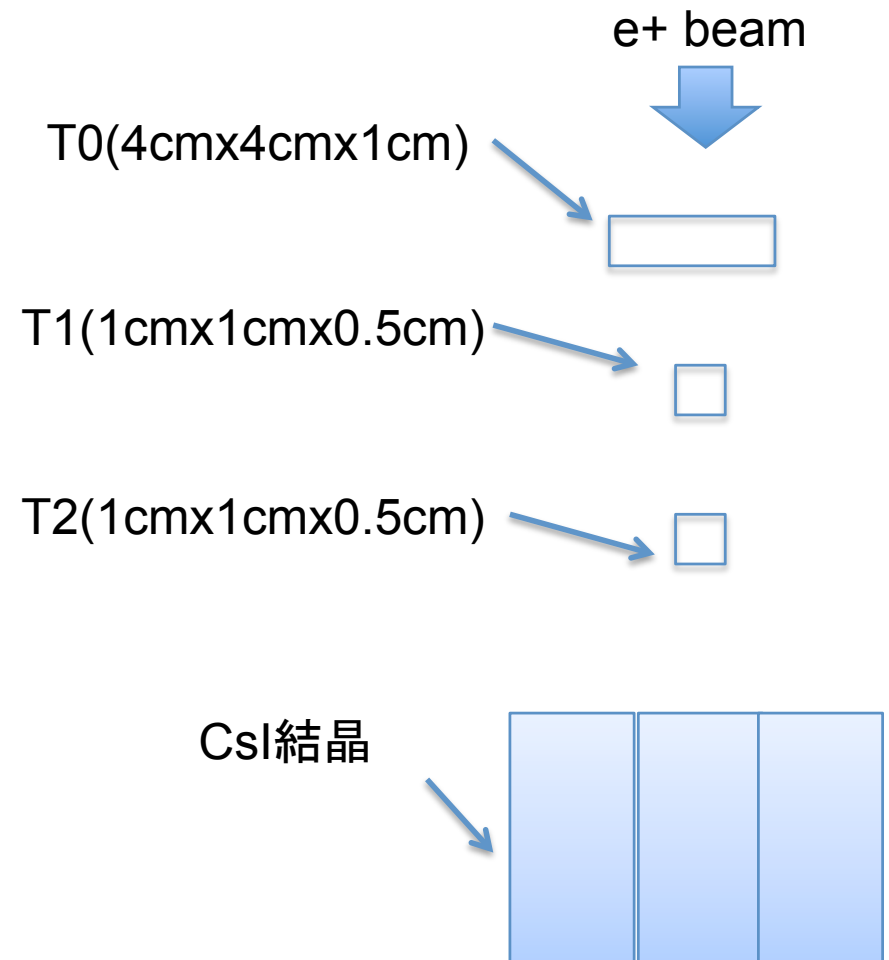
for detector performance check

- July. 6-10@Tohoku Univ. LNS(Sendai)
 - Positron beam
 - Energy:100-800MeV/c
- CsI
 - 3x3の結晶を積んで測定
 - Measure energy response for e+
- Hodoscope
 - 1planeを作製して測定
 - Measure light yield and efficiency

 詳細は13aSB-2 高橋君

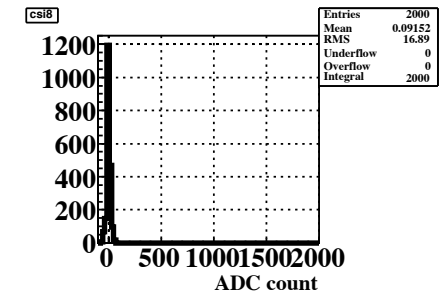
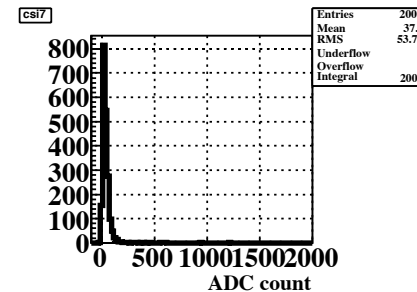
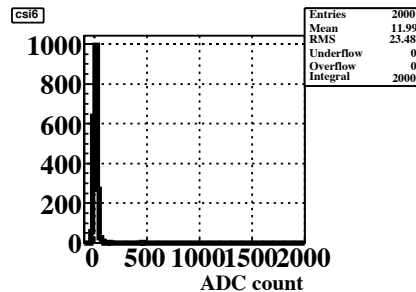
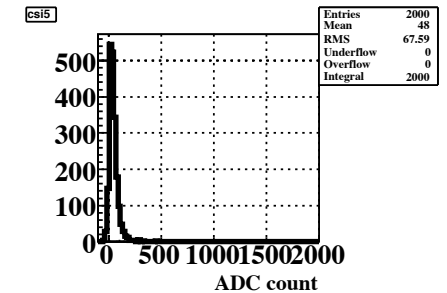
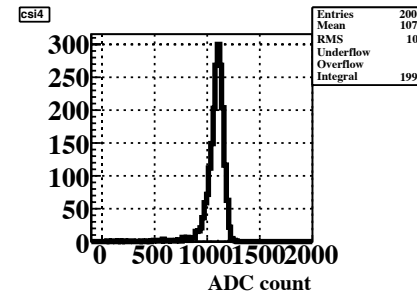
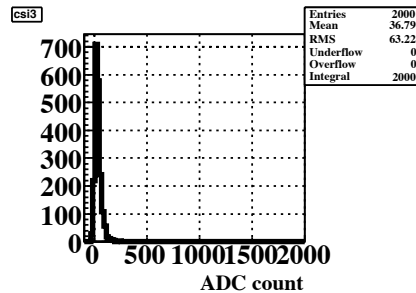
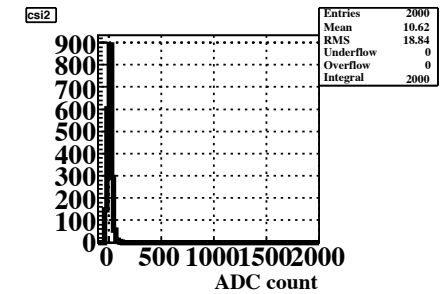
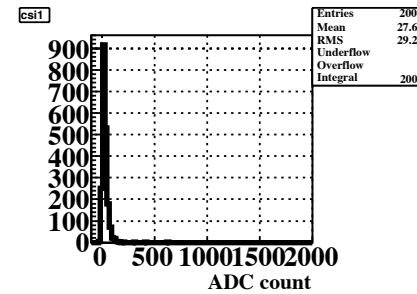
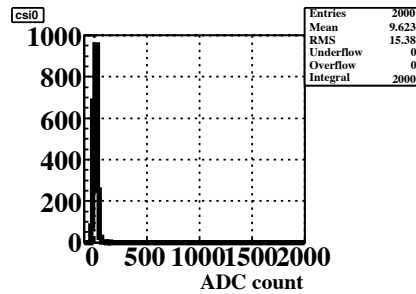
Setup for CsI test

- Trigger condition
 - T0&T1&T2の
コインシデンス
- CsI結晶
 - 3x3の結晶を
積んで測定
 - 乾燥空気による
湿度管理



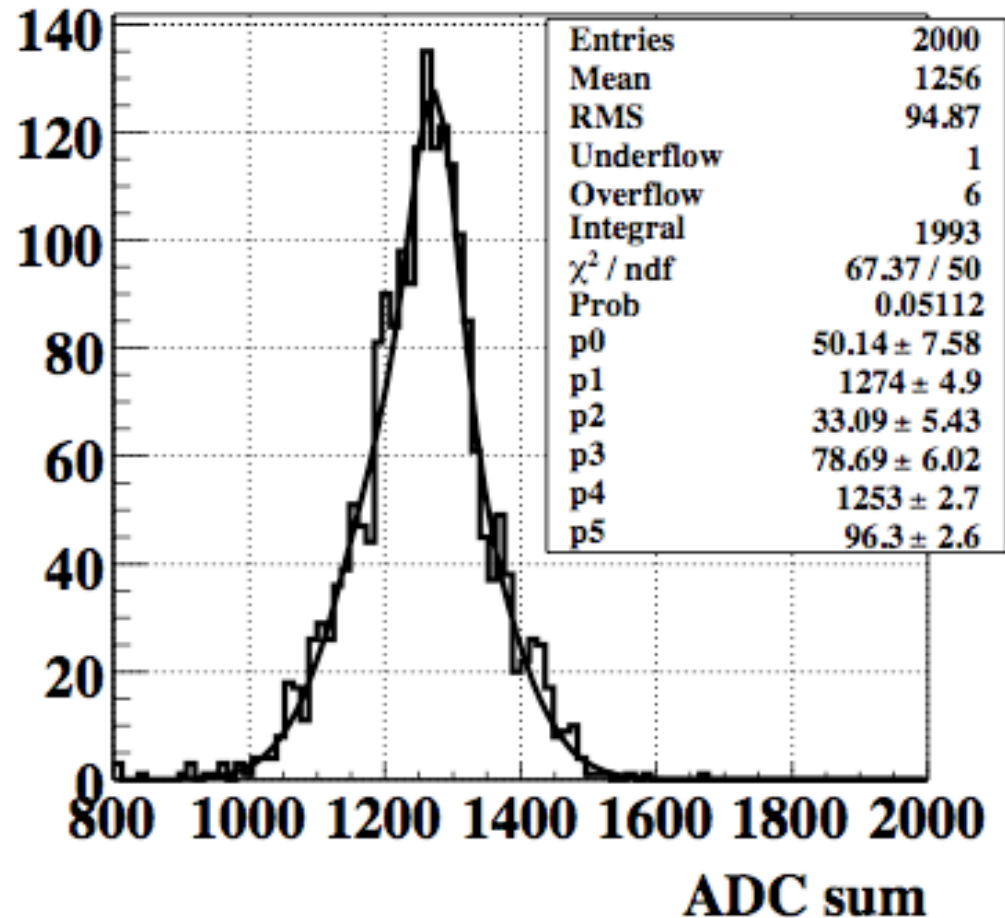
ADC distribution for each crystal

- 600MeV e+ beamを入射
- 入射位置
3x3結晶の
中心

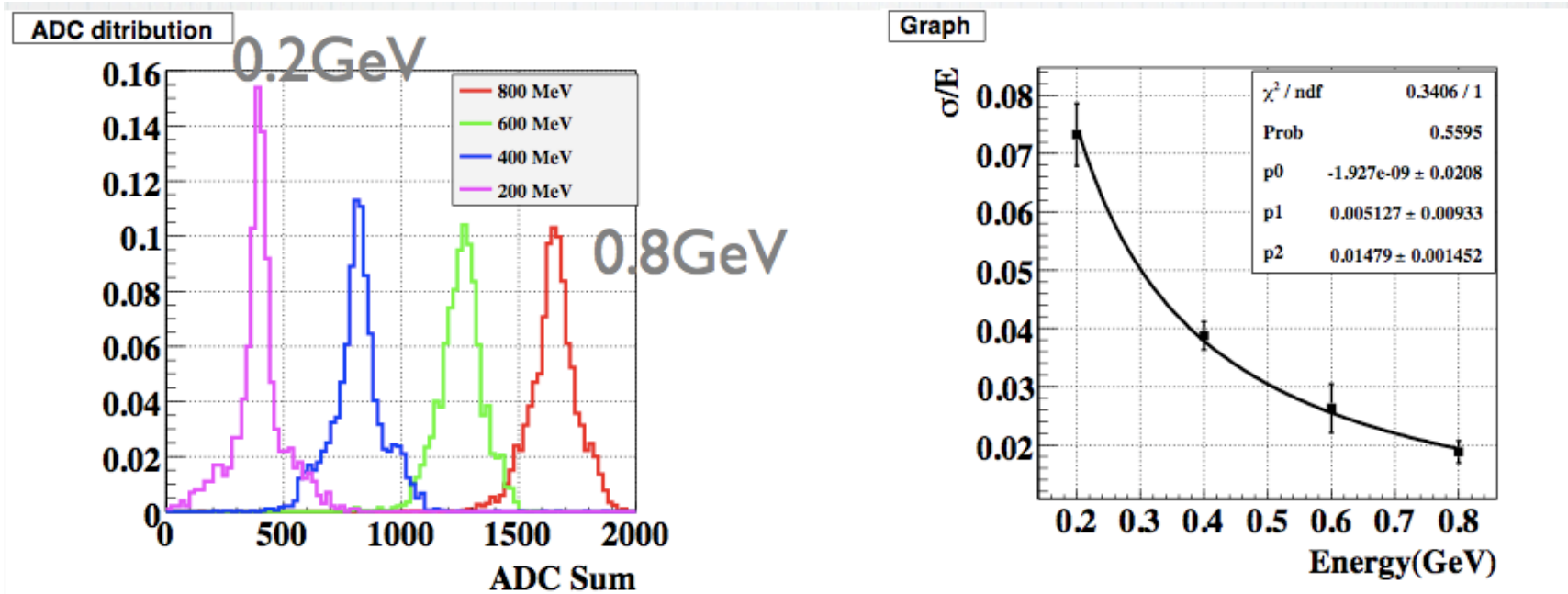


ADC distribution for sum of nine crystals

- 600MeV e+
ビームを照射
- 9つの結晶
のADC sum
- エネルギー分解能
– 2.5%



Energy response



- KL測定実験に対して十分なエネルギー分解能を達成

Summary

- **K⁰TO実験**
 - KL→ $\pi^0\nu\nu$ 崩壊測定実験
 - 世界初のシグナル事象の発見
 - Neutral KL Beam lineの建設がほぼ完了
 - 2009年秋 Beam survey実験
- **KL生成数測定実験**
 - KL→ $\pi^+\pi^-\pi^0$ 崩壊をタグ
 - Simpleでrobustな方法
 - ホドスコープ+カロリメーター
- **ビームテストの結果**
 - Csl : [2%@0.8GeV](#) get good resolution
 - ホドスコープ : 13aSB-2 高橋君
- **現在は10月のビームサーベイ実験に向け順調に準備を進めている**