

# Tagged Kaon による HERMES リングイメージングチェレンコフ検出器の 粒子識別能力評価

東工大理: 宮地義之, 大須賀弘, 田中秀和,  
小林知洋, Gunar Schnell, 柴田利明,  
他 HERMES Collaboration

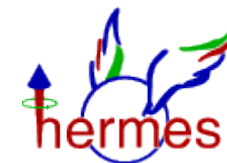
## 内容

- 1 HERMES 実験について
- 2 HERMES-RICH 検出器について
- 3 粒子識別効率行列 (P-matrix)
- 4  $\Phi$  中間子崩壊を利用した Tagged Kaon による評価
- 5 まとめ

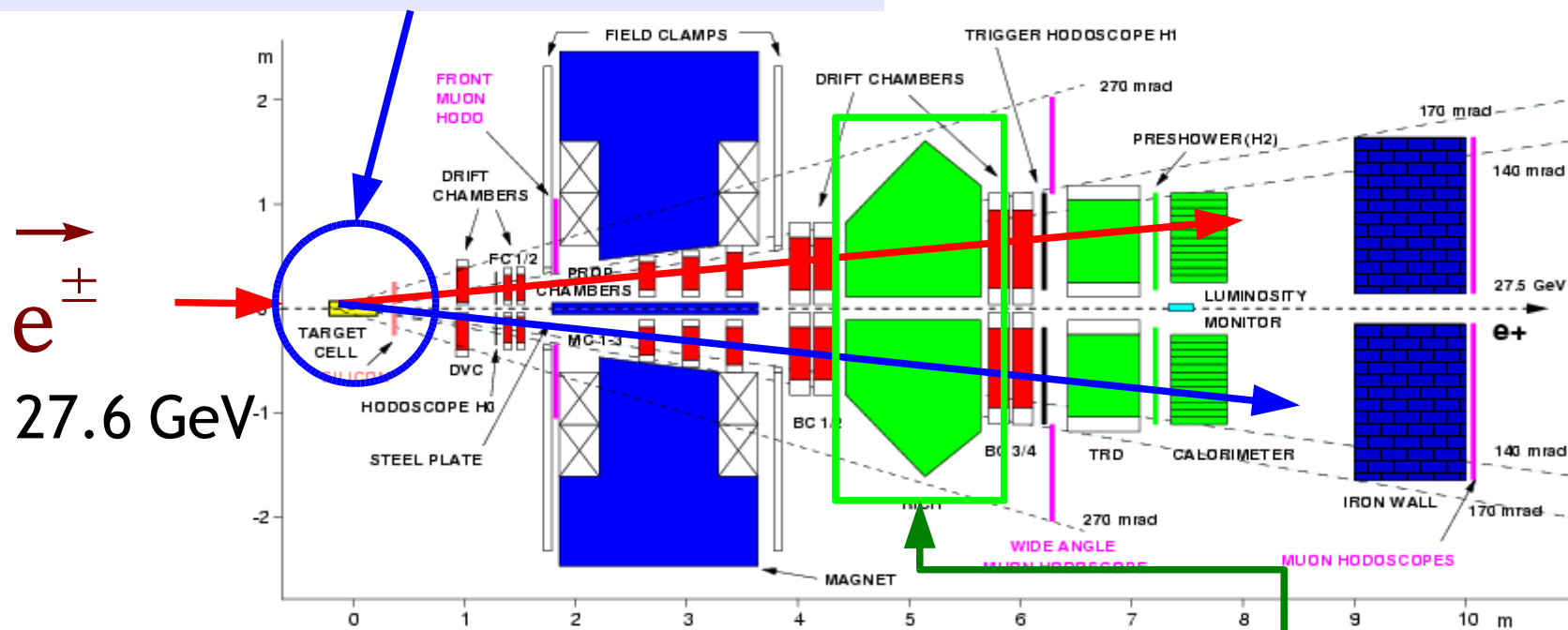
原子核研究 Vol.44 No.1(1999) 1-26  
NIM A440 (2000) 338-347  
NIM A479 (2002) 511-530



# HERMES 実験について



Gas Target:  $\vec{H}$ ,  $\vec{D}$ , He, Ne, Kr



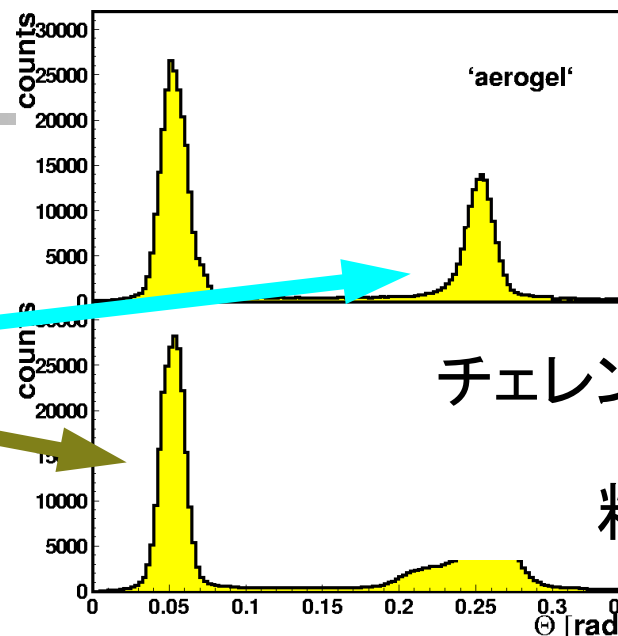
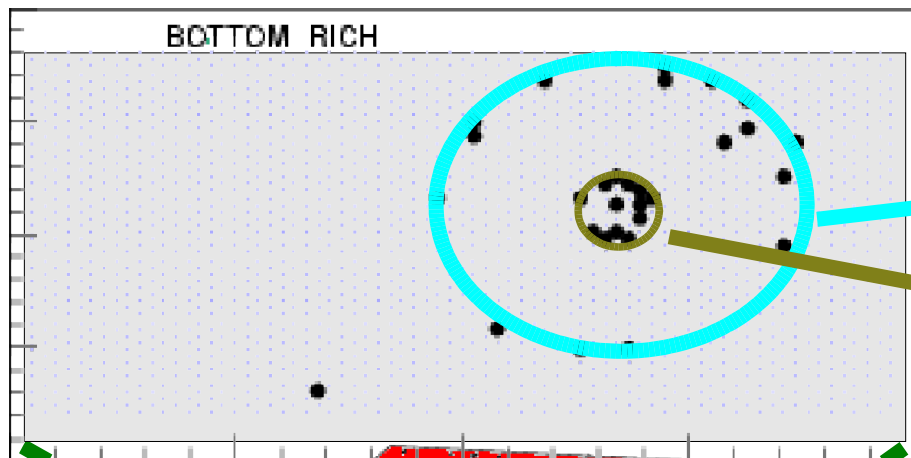
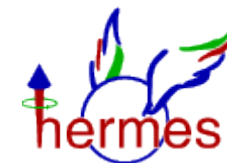
リングイメージングチェレンコフ検出器 (RICH)

深非弾性散乱実験 (核子スピン構造)、原子核標的実験：

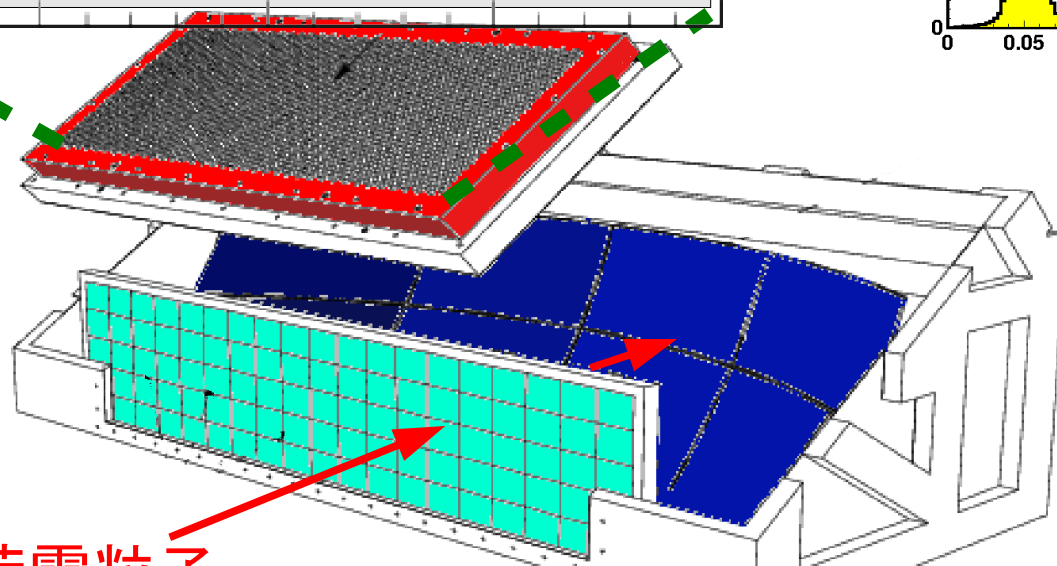
- 生成ハドロンの識別が鍵!!
- RICHによる  $\pi$ 、K、p 分離 (2-15 GeV/c)



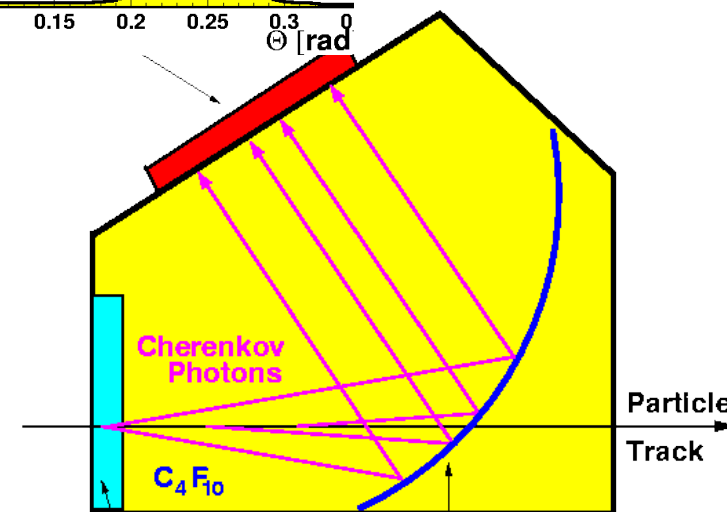
# HERMES-RICH 検出器



チェレンコフ角の測定  
↓  
粒子識別



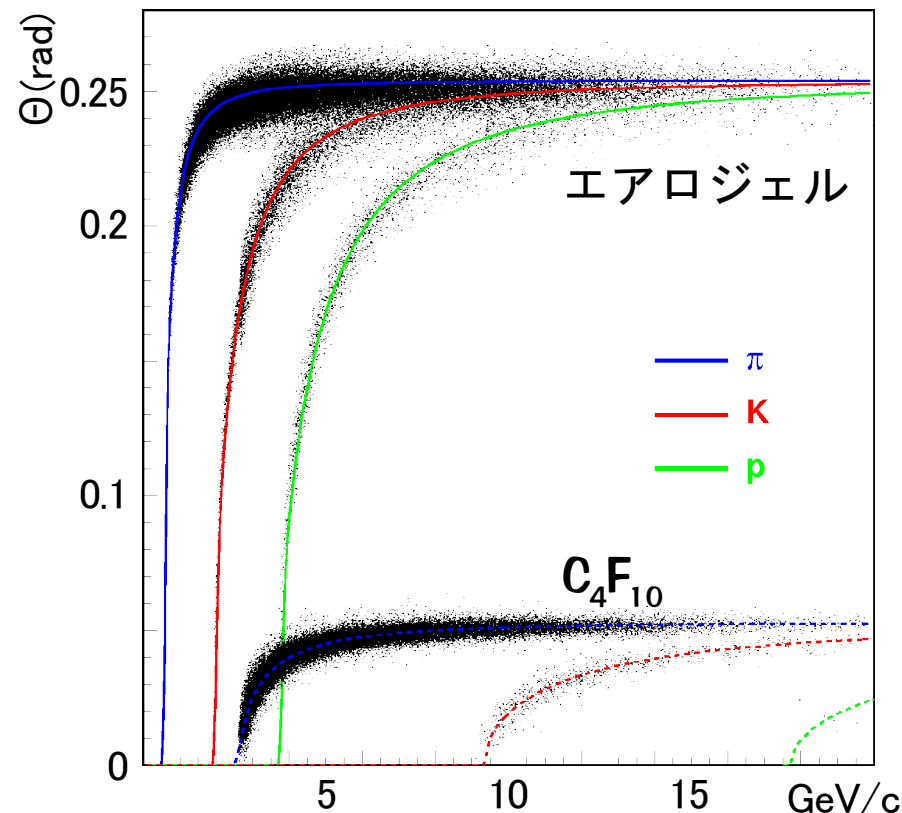
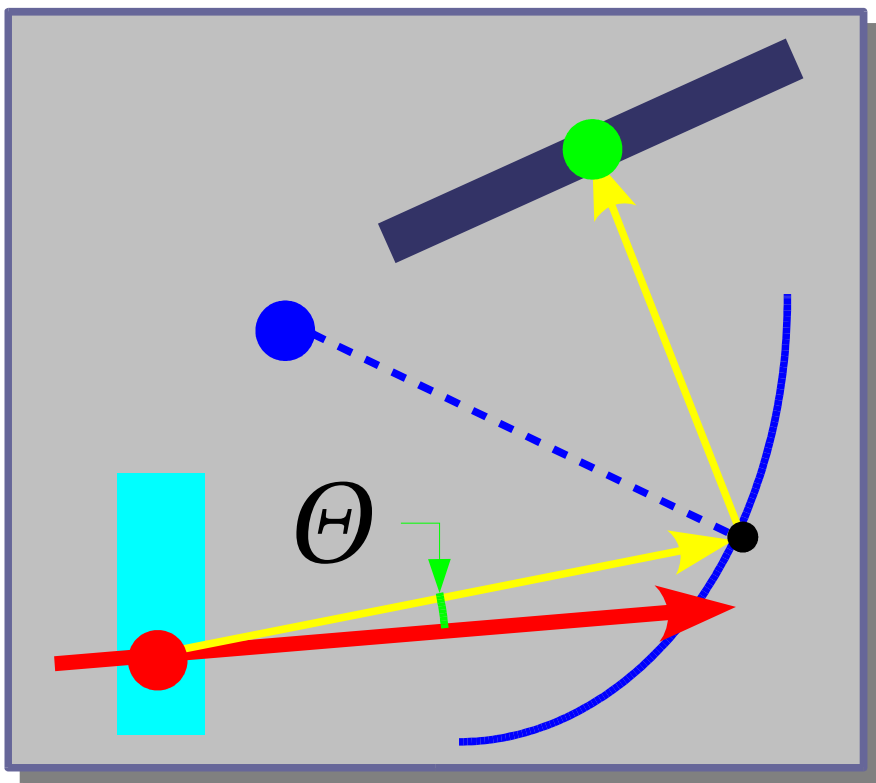
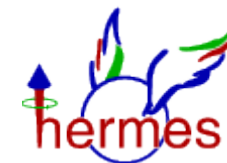
荷電粒子



2重発光体：  $C_4F_{10}$  ガス ( $n=1.014$ )、エアロジェル ( $n=1.034$ )



# RICH による粒子識別方法



## HERMES-RICH 検出器のチェレンコフ角決定精度について

原子核研究 Vol.44 No.1(1999) 1-26, NIM A479 (2002) 511-530

粒子識別能力の**系統誤差評価** (ハドロン計数の補正に関する系統誤差)



# 粒子識別効率行列 (P-matrix)



ハドロン (h) がハドロン (i) と識別される確率

$$P_h^i = \frac{N_h^i}{\sum_i N_h^i} \quad \left( \begin{array}{l} h = \pi, K, p \\ i = \pi, K, p, X \end{array} \right)$$

HERMES 検出器シミュレーション (Geant3) により P 行列を決定

$$P = \begin{pmatrix} P_{\pi}^{\pi} & P_{K}^{\pi} & P_{p}^{\pi} \\ P_{\pi}^{K} & P_{K}^{K} & P_{p}^{K} \\ P_{\pi}^{p} & P_{K}^{p} & P_{p}^{p} \\ P_{\pi}^{X} & P_{K}^{X} & P_{p}^{X} \end{pmatrix}$$

$$\vec{I} = \begin{pmatrix} I_{\pi} \\ I_{K} \\ I_{p} \\ I_{X} \end{pmatrix} \xrightarrow{\text{識別された係数}} \vec{I} = P \cdot \vec{N} \xleftarrow{\text{真の計数}} \vec{N} = \begin{pmatrix} N_{\pi} \\ N_{K} \\ N_{p} \end{pmatrix}$$

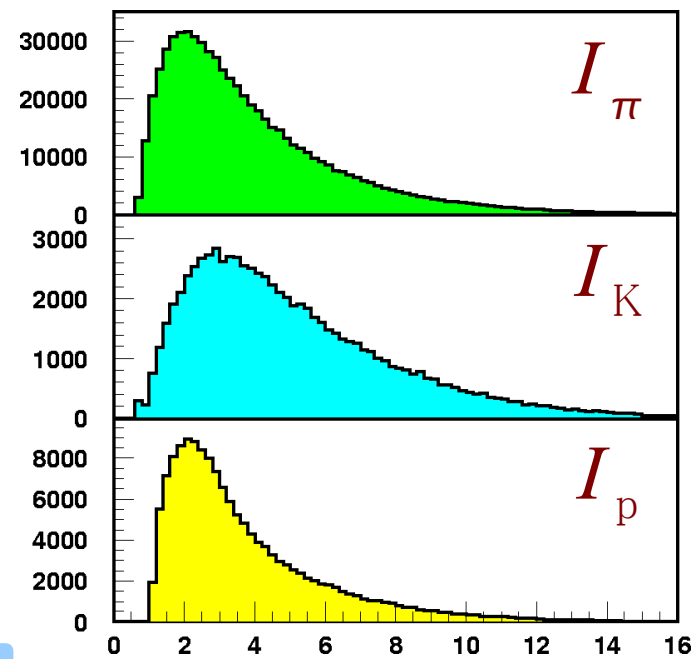
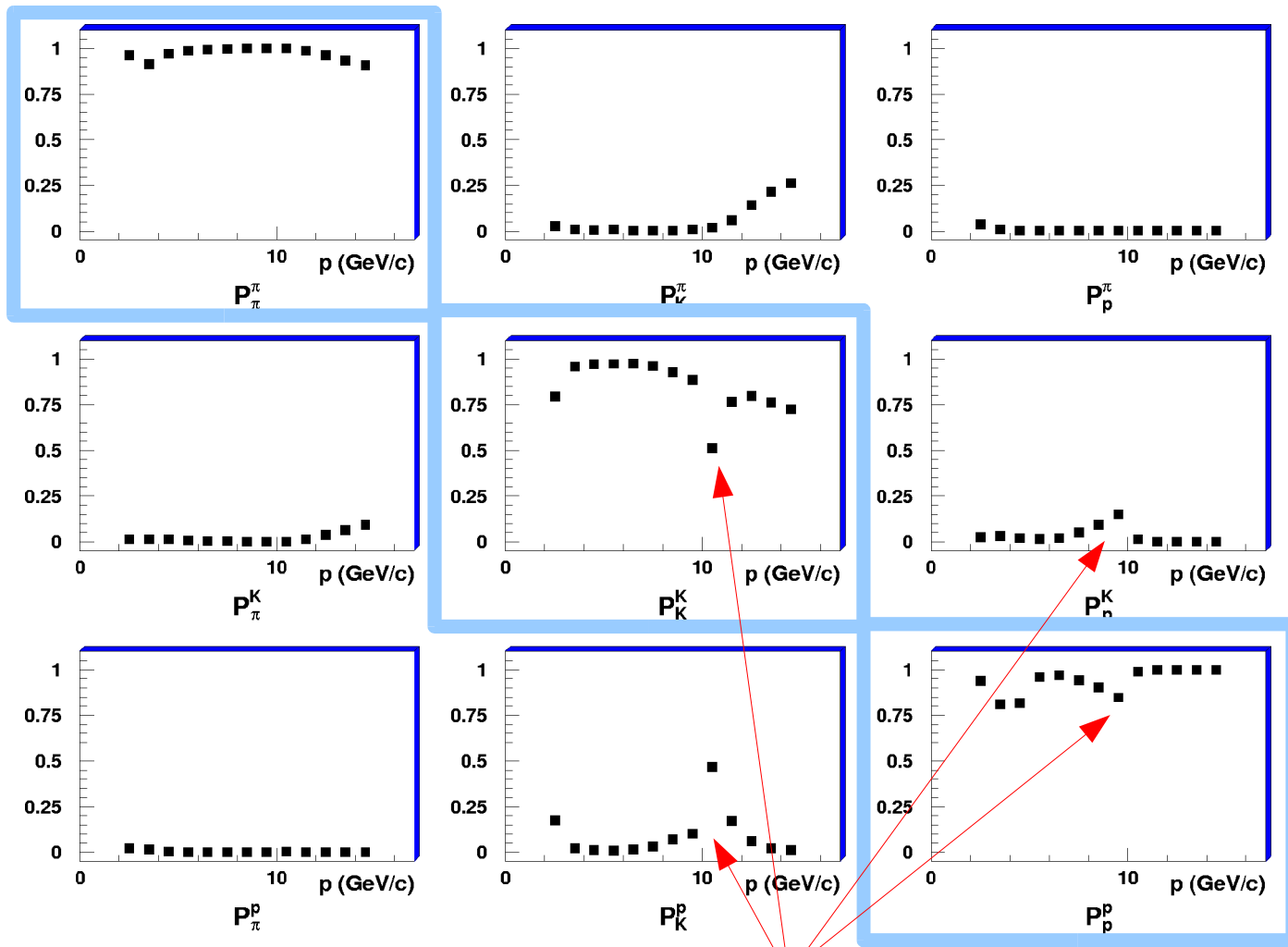
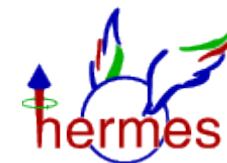
RICH によって識別されたハドロン計数の較正

$$\vec{N} = P^{-1} \cdot \vec{I}$$

**P の誤差 ( $\Delta P$ ) の決定  $\Rightarrow$  N の誤差 ( $\Delta N$ ) の導出**



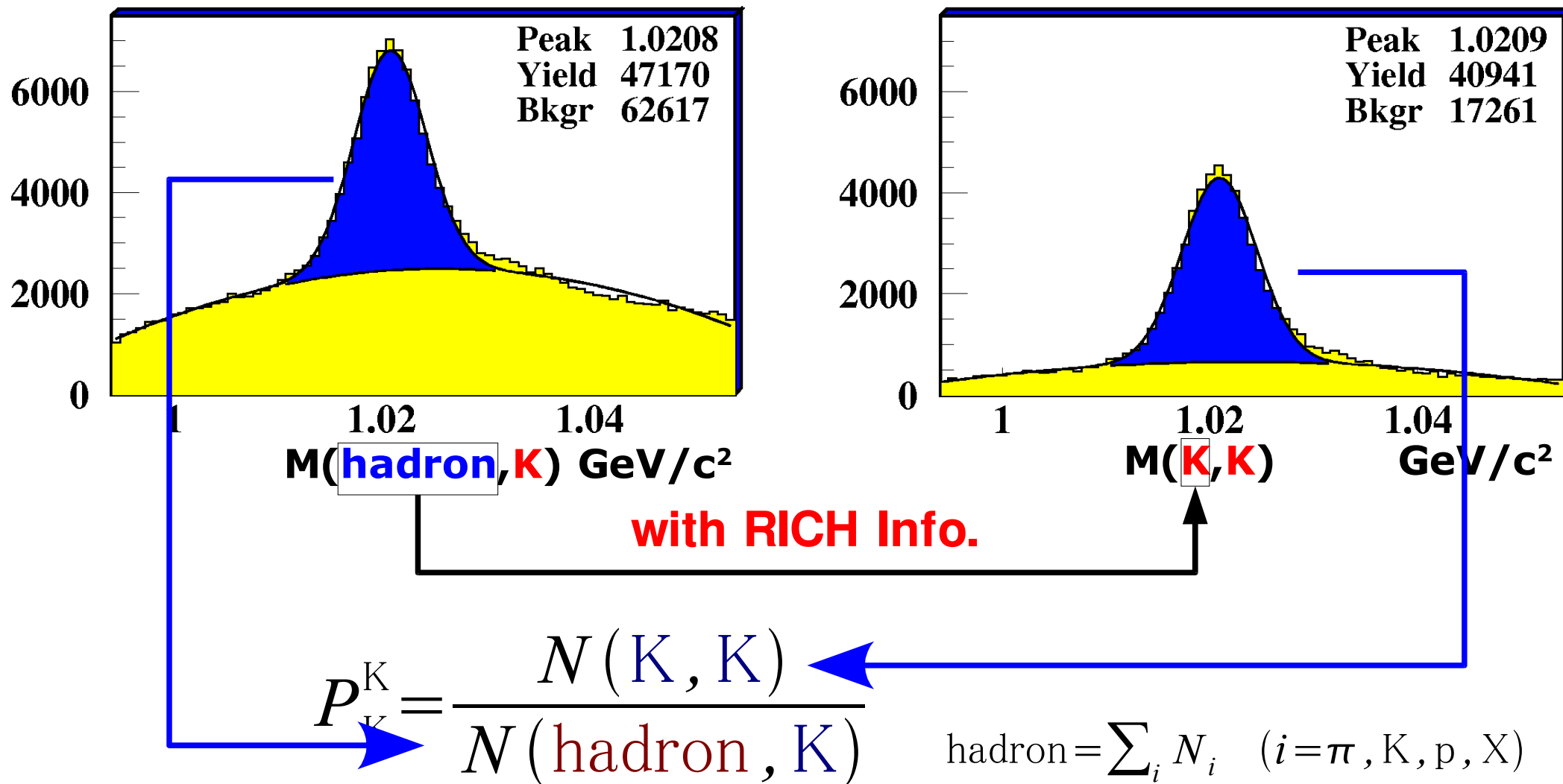
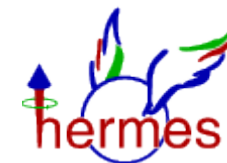
# HERMES-RICH P-matrix



**識別効率 @5GeV/c**  
**99%, 1%, 0%**  
**1%, 97%, 2%**  
**0%, 1%, 96%**

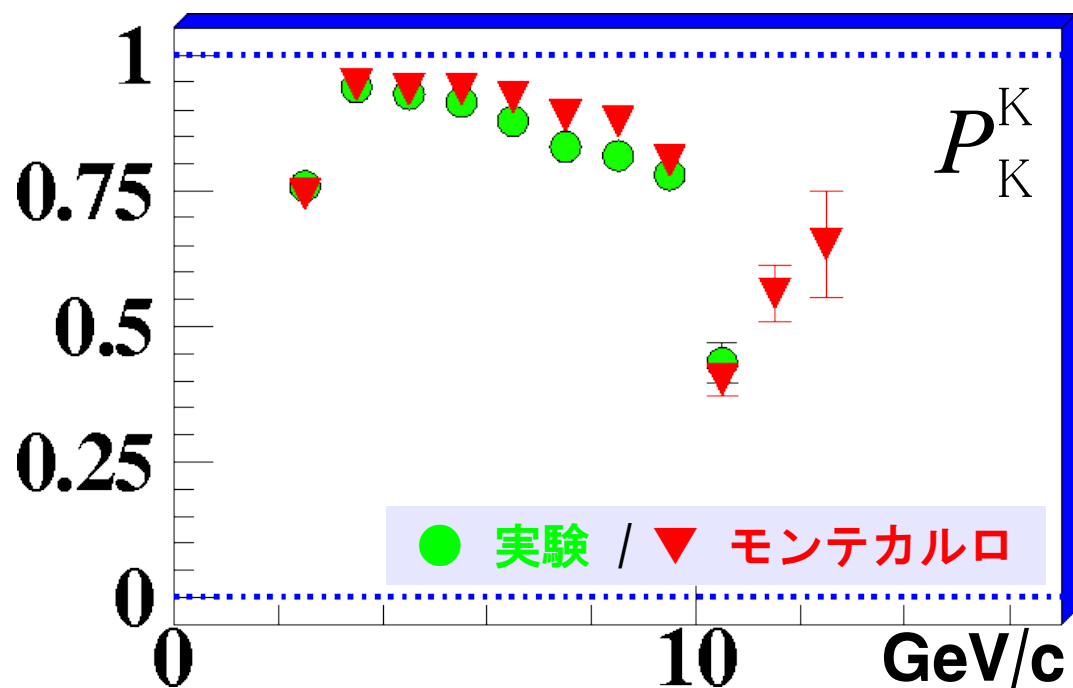
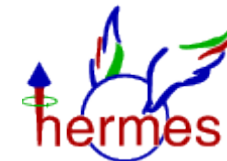
**$p > 10$  GeV/c:  $C_4F_{10}$  リング  $\Rightarrow$  K/p 分離**

# Φ 中間子崩壊を利用した Tagged Kaon による評価



# Kaon Efficiency

## 実験データとモンテカルロシミュレーションとの比較



実験とモンテカルロの違い  
⇒ P-matrix の系統誤差の評価

$$\Delta P = P_{MC} - P_{exp}$$

Φ 崩壊イベント  
⇒ 1 粒子入射等の場合の見積

MC パラメーターの利用  
チェレンコフ角精度パラメーター

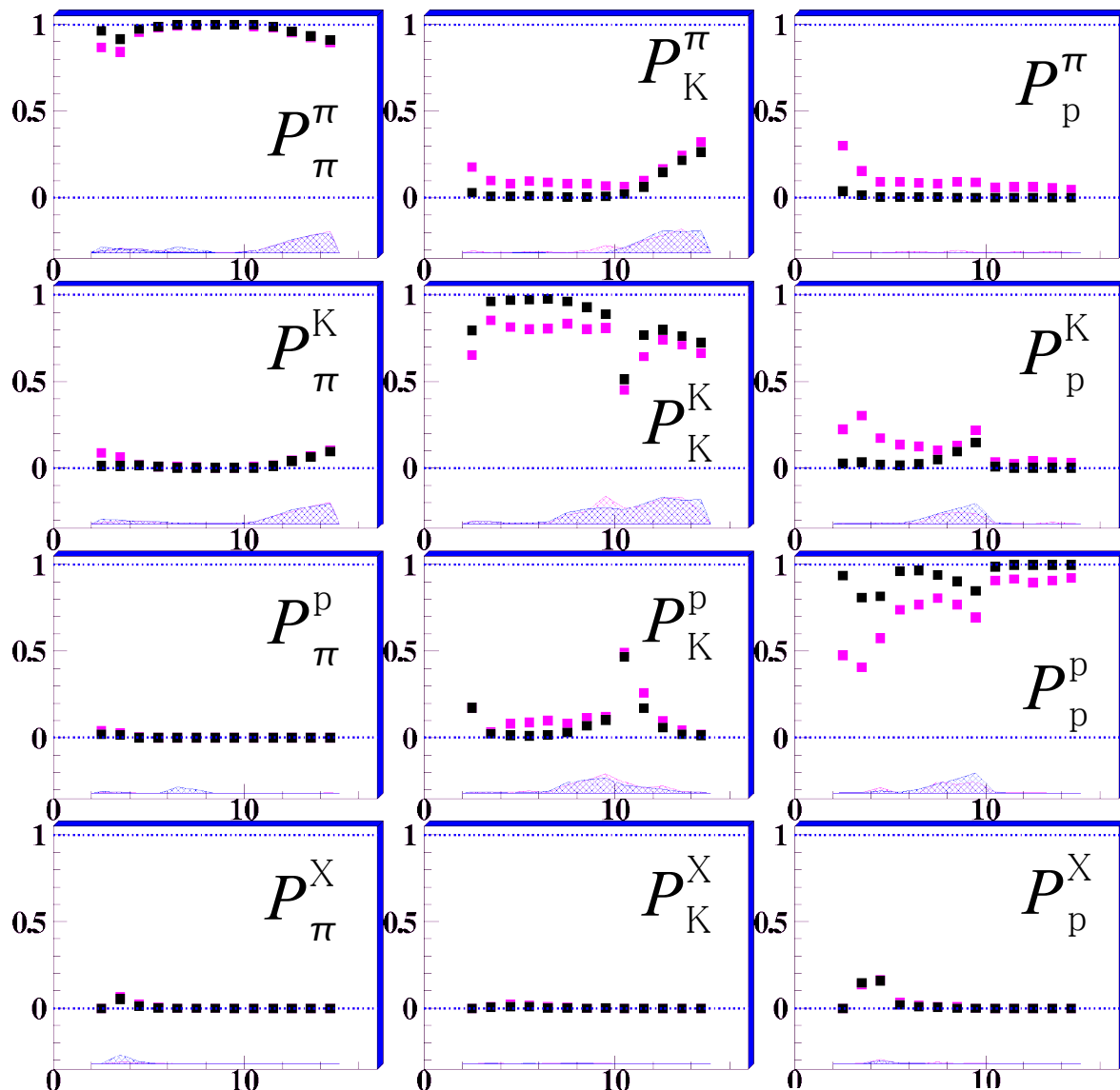
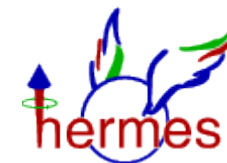
ΔP(Φ) を再現  
⇒ 他の ΔP を導出





# HERMES-RICH

## ハドロン識別確率行列と系統誤差



■ 1 粒子入射  
■ 2 粒子入射

### RICH 較正誤差の見積

$$\Delta \vec{N} = \Delta (P^{-1}) \cdot \vec{I}$$

$\Delta N_h / N_h$ :

**Positive**

$(\pi, K, p) = (1.0\%, 3.0\%, 0.3\%)$

**Negative**

$(\pi, K, p) = (1.1\%, 7.4\%, 5.0\%)$



- HERMES リングイメーシングチェレンコフ検出器 (1998 ~)
  - 2つの発光体 (エアロジェル、 $C_4F_{10}$  ガス)
  - 2—15 GeV/c の領域での  $\pi$ 、K、p 分離
- 粒子識別能力 (P-matrix) の評価
  - $\Phi$  中間子崩壊を利用した Tagged Kaon の利用
  - Tagged Kaon を利用した Kaon 識別効率の評価
    - P-matrix の系統誤差の見積もりに利用
- 較正後のハドロン計数に対する系統誤差
  - $(\pi^+, K^+, p^+) = (1.0\%, 3.0\%, 0.3\%)$ ,  $(\pi^-, K^-, p^-) = (1.1\%, 7.4\%, 5.0\%)$
- 誤差の見積もりを含めた粒子識別アルゴリズム開発

