

# 重イオン研究から ハイパー核研究へ

永江 知文

杉本記念シンポジウム

2013.4.6



# 目次

## ■ LBL E733h実験

■ 杉本先生と橋本さんとの出会い

## ■ KEK PSでの( $\pi$ ,K)実験の立ち上げ

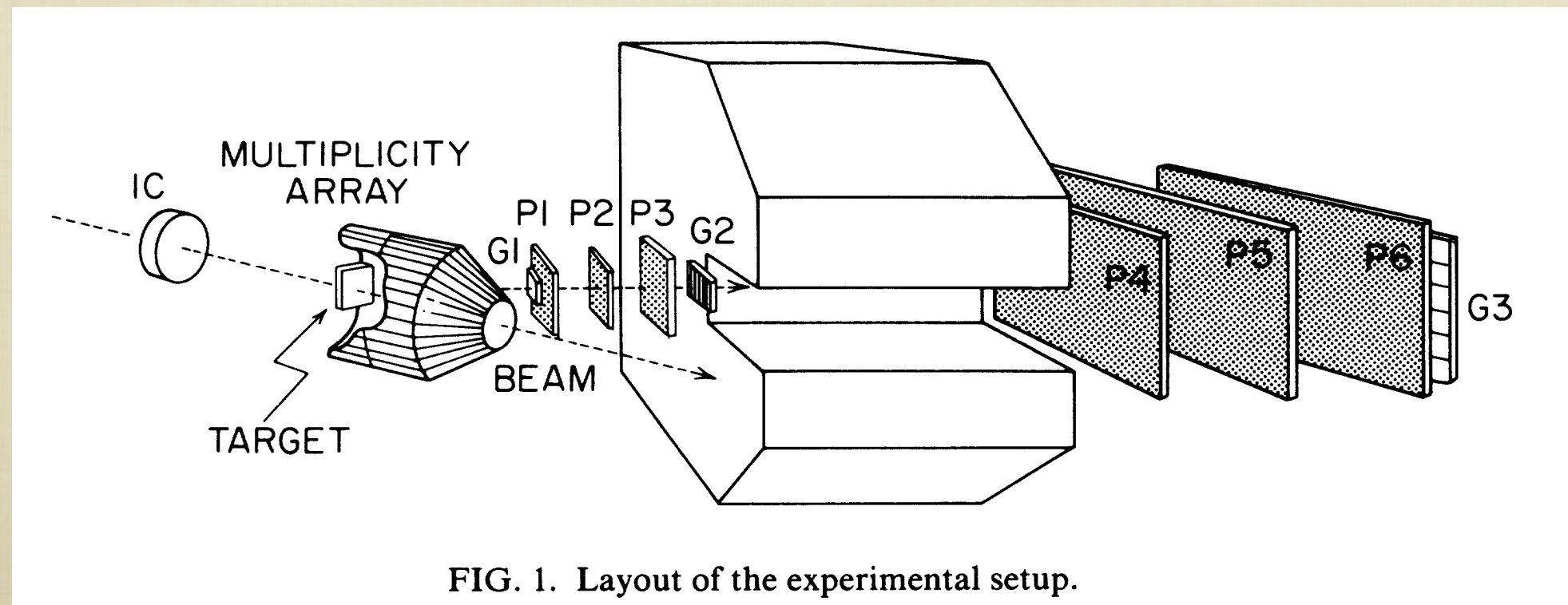
■ PIKスペクトロメーター

■ SKSスペクトロメーター



# LBL E733h実験 in 1984

- バークレーで最も重いビーム  $^{139}\text{La}$  での実験
- La+La @ 0.8A GeV
- 永宮、三明さんから誘いを受ける。(1984)









## Production of pions and light fragments in 0.8 A GeV La + La collisions

S. Hayashi,<sup>\*</sup> Y. Miake,<sup>†</sup> T. Nagae,<sup>\*</sup> and S. Nagamiya<sup>‡</sup>

*Department of Physics, Faculty of Science, University of Tokyo, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan*

H. Hamagaki, O. Hashimoto, Y. Shida, and I. Tanihata<sup>§</sup>

*Institute for Nuclear Study, University of Tokyo, Tanashi-shi, Tokyo 188, Japan*

K. Kimura

*Department of Physics, Kyushu University, Fukuoka 812, Japan*

O. Yamakawa<sup>\*\*</sup>

*Department of Physics, Nagoya University, Nagoya 464, Japan*

T. Kobayashi<sup>\*\*</sup>

*Nuclear Science Division, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, California 94720*

X. X. Bai

*Institute of Atomic Energy, Beijing, People's Republic of China*

(Received 5 February 1988)

<sup>\*</sup>Present address: Institute for Nuclear Study, University of Tokyo, Tanashi-shi, Tokyo 188, Japan.

<sup>†</sup>Present address: Physics Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973.

<sup>‡</sup>Present address: Nevis Laboratories, Columbia University, Irvington, NY 10533.

<sup>§</sup>Present address: RIKEN, The Institute of Physical and Chemical Research, Wako-shi, Saitama 351, Japan.

<sup>\*\*</sup>Present address: National Laboratory for High Energy Physics, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, Japan.

The present experiment was carried out with use of the Bevalac at Lawrence Berkeley Laboratory in collaboration with G. Claesson, J. Miller, G. Roche, and L. Schröder (Lawrence Berkeley Laboratory). We would



# PROTON

# $\pi^-$ TWO SLOPES ?

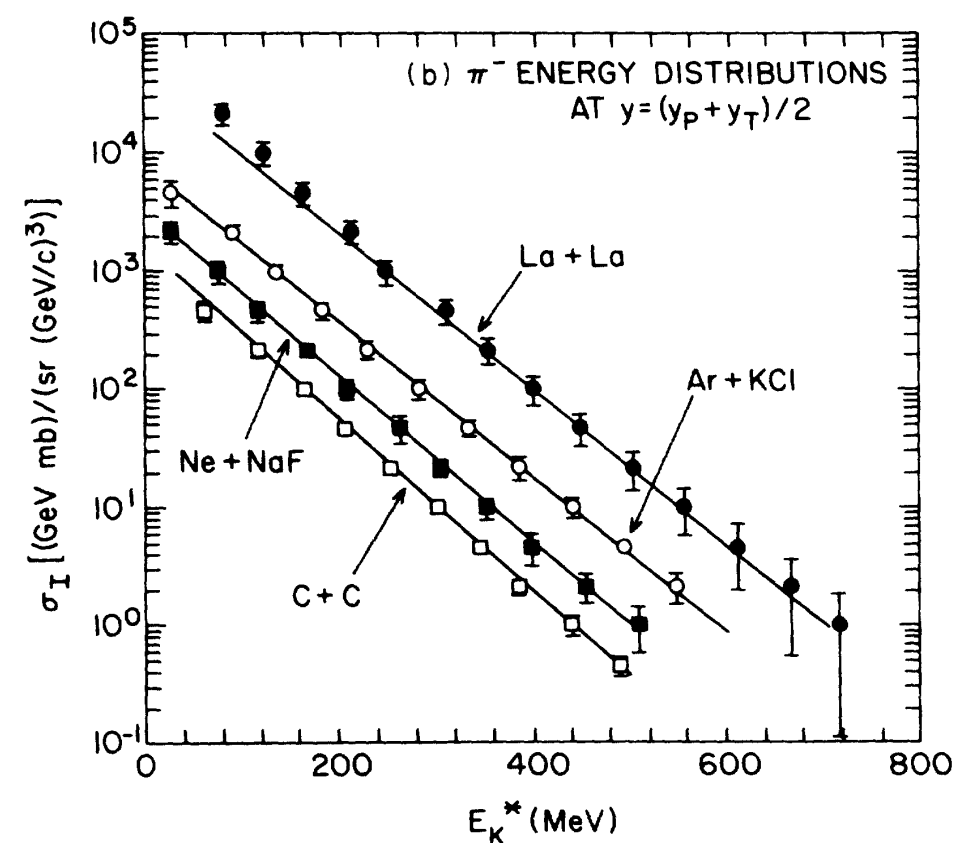
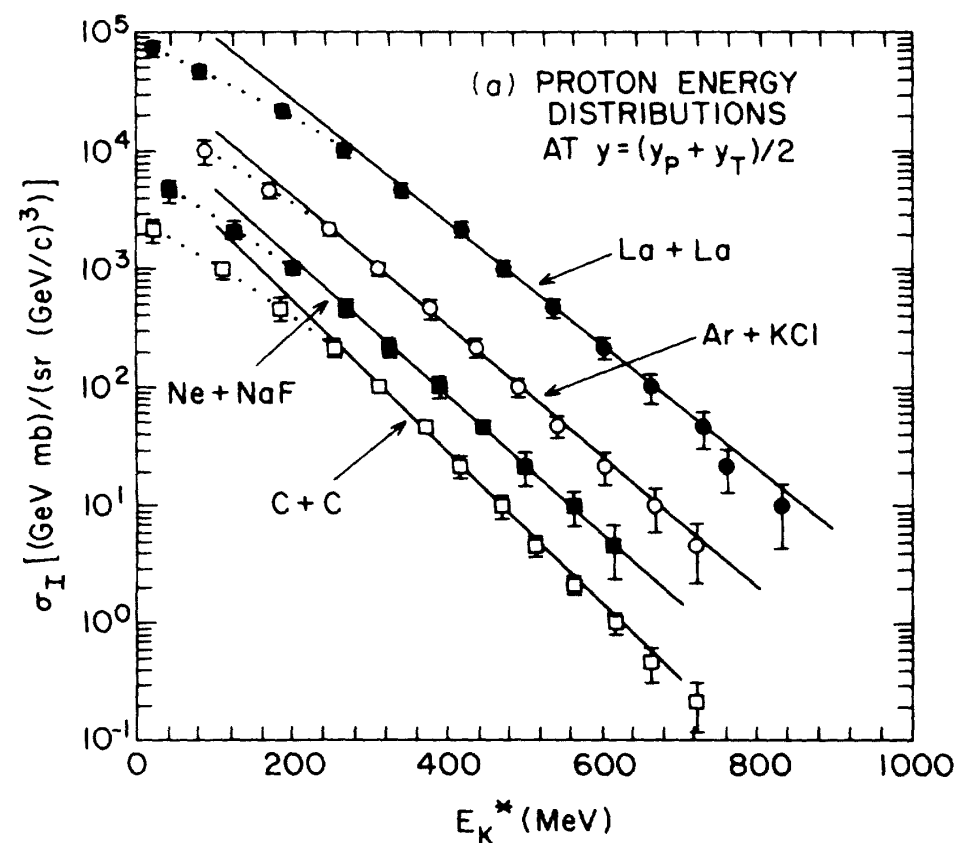


FIG. 6. Energy distributions of (a)  $p$  and (b)  $\pi^-$  at  $\theta_{c.m.} = 90^\circ$  for nearly equal-mass collisions at 0.8 A GeV. Solid lines represent fitted function,  $\propto \exp(E_K^*/E_0)$ . The values of  $E_0$  are the following: for proton, 84 MeV for La + La, and 68, 75, and 79 MeV for C + C, Ne + NaF, and Ar + KCl, respectively; for  $\pi^-$ , 66 MeV for La + La, and 60, 62, and 66 MeV for C + C, Ne + NaF, and Ar + KCl, respectively.

# $\pi^-$ slope

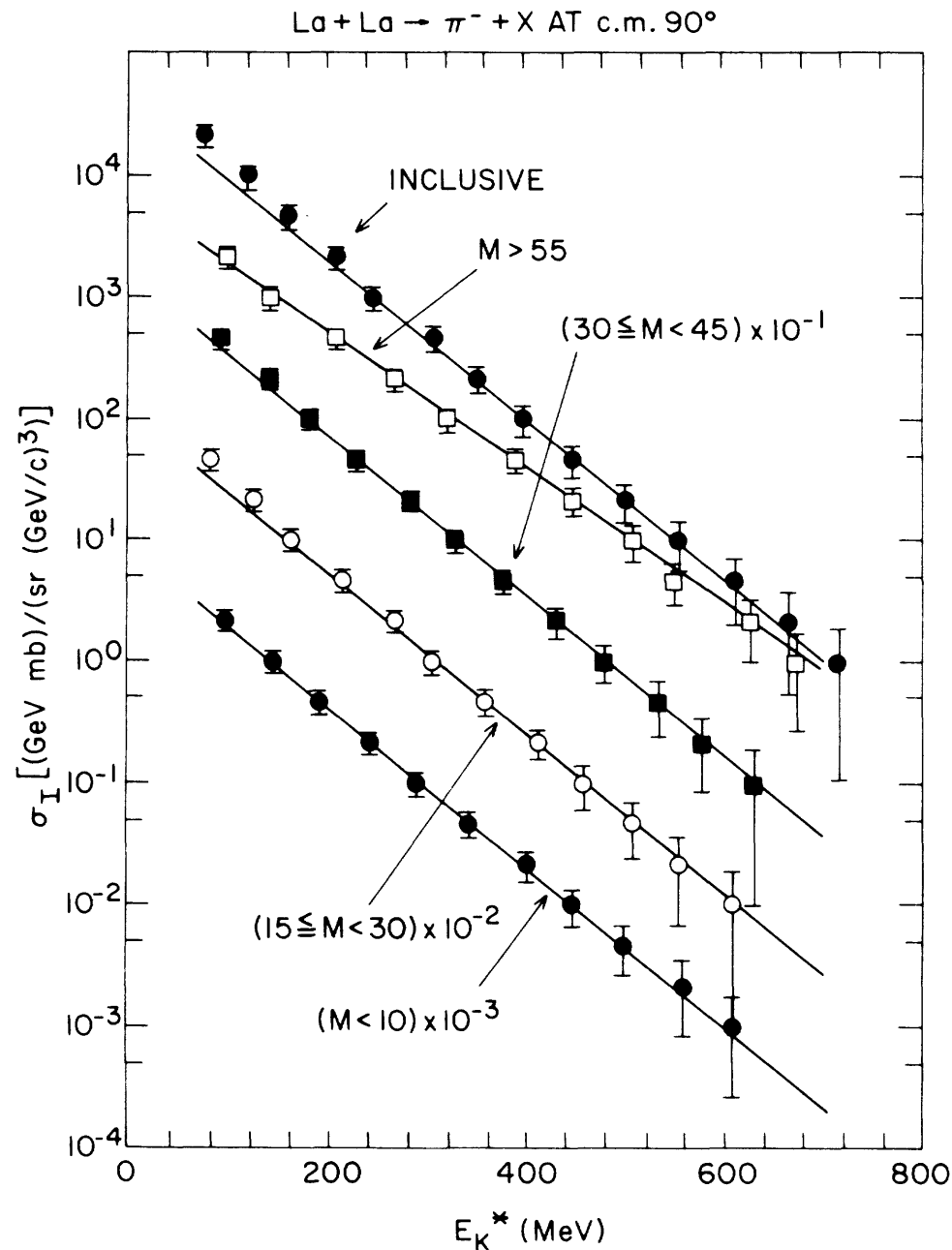
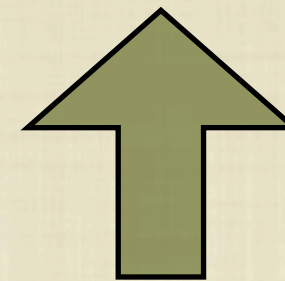


FIG. 18. Energy distributions of  $\pi^-$  at  $\theta_{\text{c.m.}} = 90^\circ$  with multiplicity selections. Data for  $30 \leq M < 45$ ,  $15 \leq M < 30$ , and  $M < 10$  are scaled down by a factor of  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ , and  $10^{-3}$ , respectively. Solid lines represent fitted function,  $\propto \exp(E_K^*/E_0)$ . The values of  $E_0$  are 78 MeV for  $M > 55$ , 66 MeV for  $M \leq 45$  and for inclusive spectrum.

■ 78 MEV FOR  $M > 55$



■ 66 MEV FOR  $M \leq 45$



# 杉本先生の言葉

- 「まず、大根でもいいからスパッと切ってみせるこ  
つちや。」
- 「新入りの大学院生は頭でっかちでいかん。『そ  
んなもん切れるに決まっている。』と切って切ろ  
うとしない。いざやらせてみると、うまくいか  
ん。」

ロブスター、アイリッシュ・コーヒー、松ぼっくり、...



# 橋本治さんの出会い

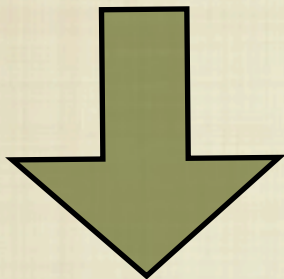
- E733hの責任者として初めて知り合う。
- ホームパーティ、ピクニック
- カリフォルニアの青い空、サンフランシスコの霧
- 日本へ帰国後、KEK-PSでPIK実験を立ち上げ。



# $(\pi^+, K^+)$ 実験の立ち上げ

■ KEK 12-GeV PS  $\Leftrightarrow$  BNL 24-GeV AGS

■ K-強度ではかなわない。



■  $(\pi^+, K^+)$

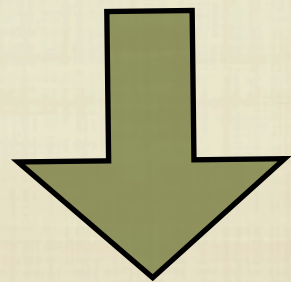
■ Stopped  $K^-$



- ( $\pi^+$ ,  $K^+$ )

- worked very well at BNL (1987, PANIC@Kyoto)  
from Be to Y

- $\pi^+$  intensity  $10^7/\text{s}$  ← limited by tracking detectors

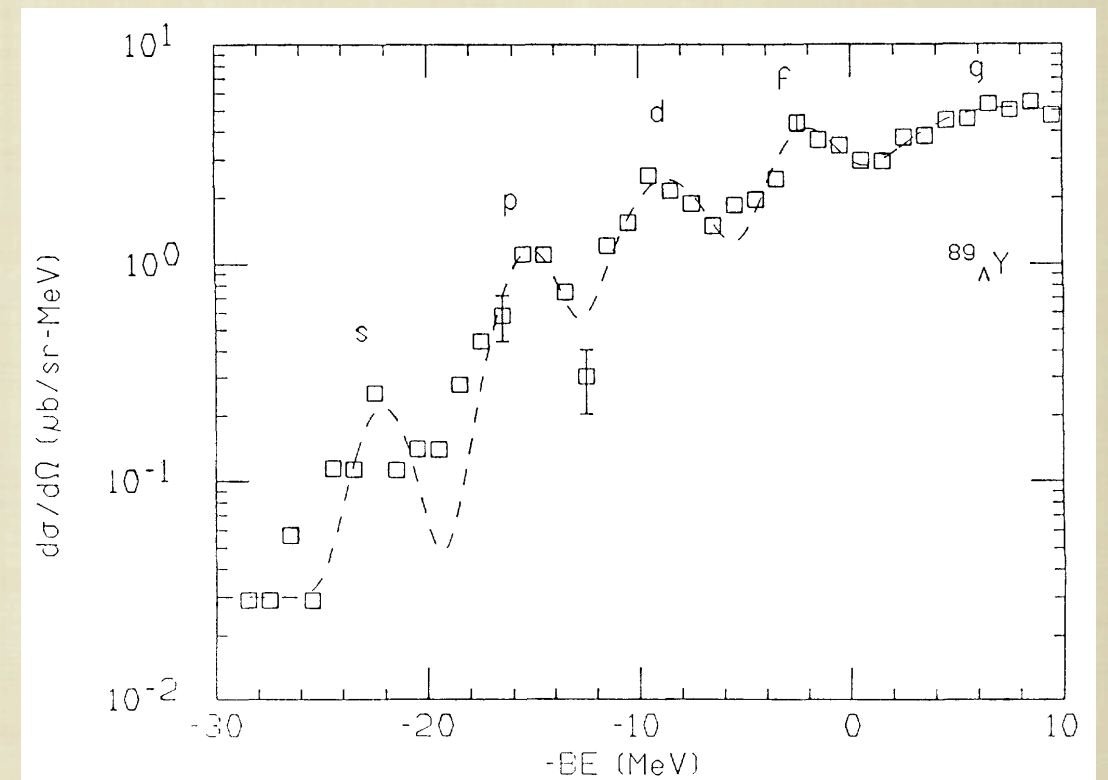
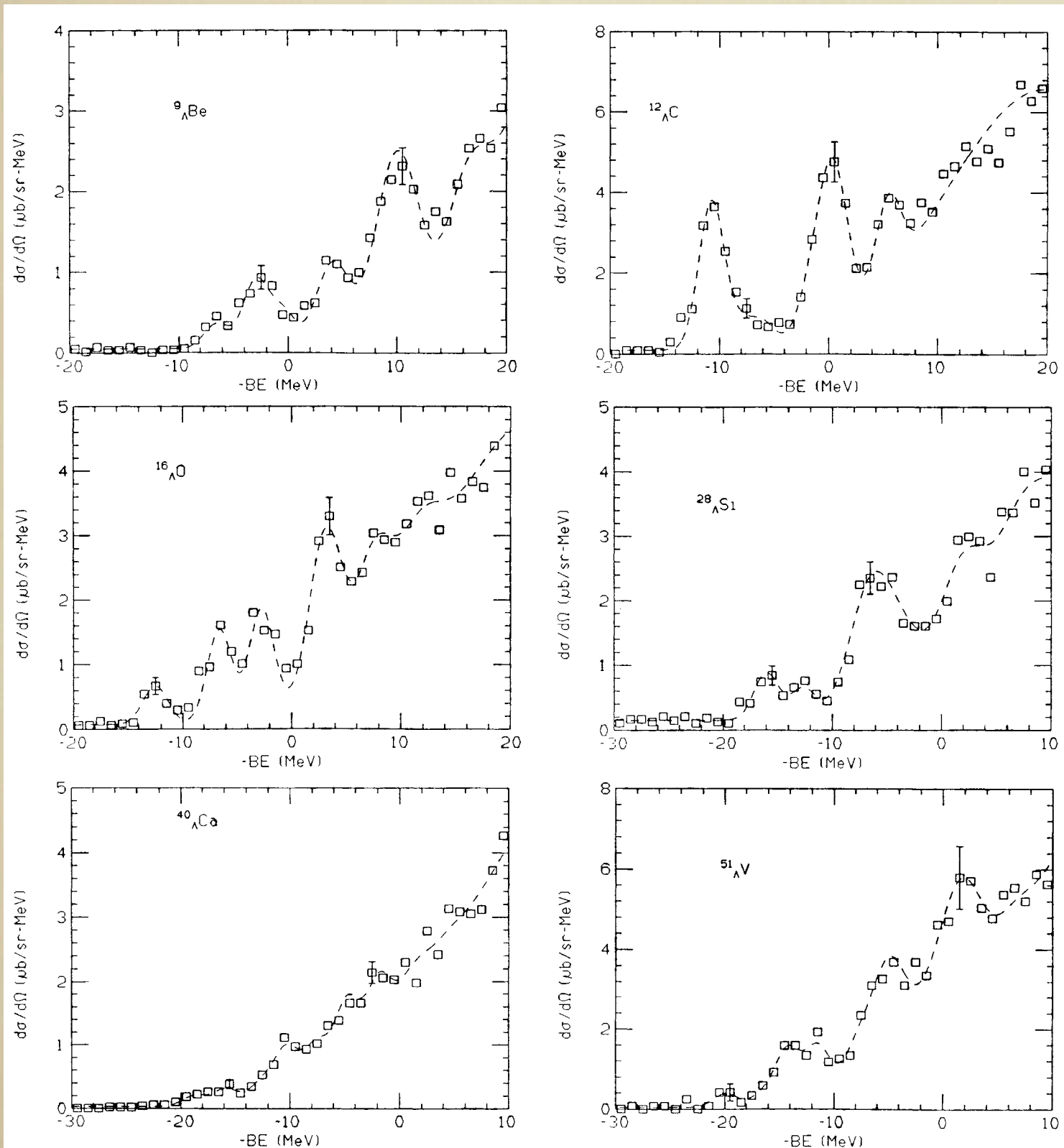


- Large solid angle spectrometer



# BNL ( $\pi, K$ ) SPECTRA

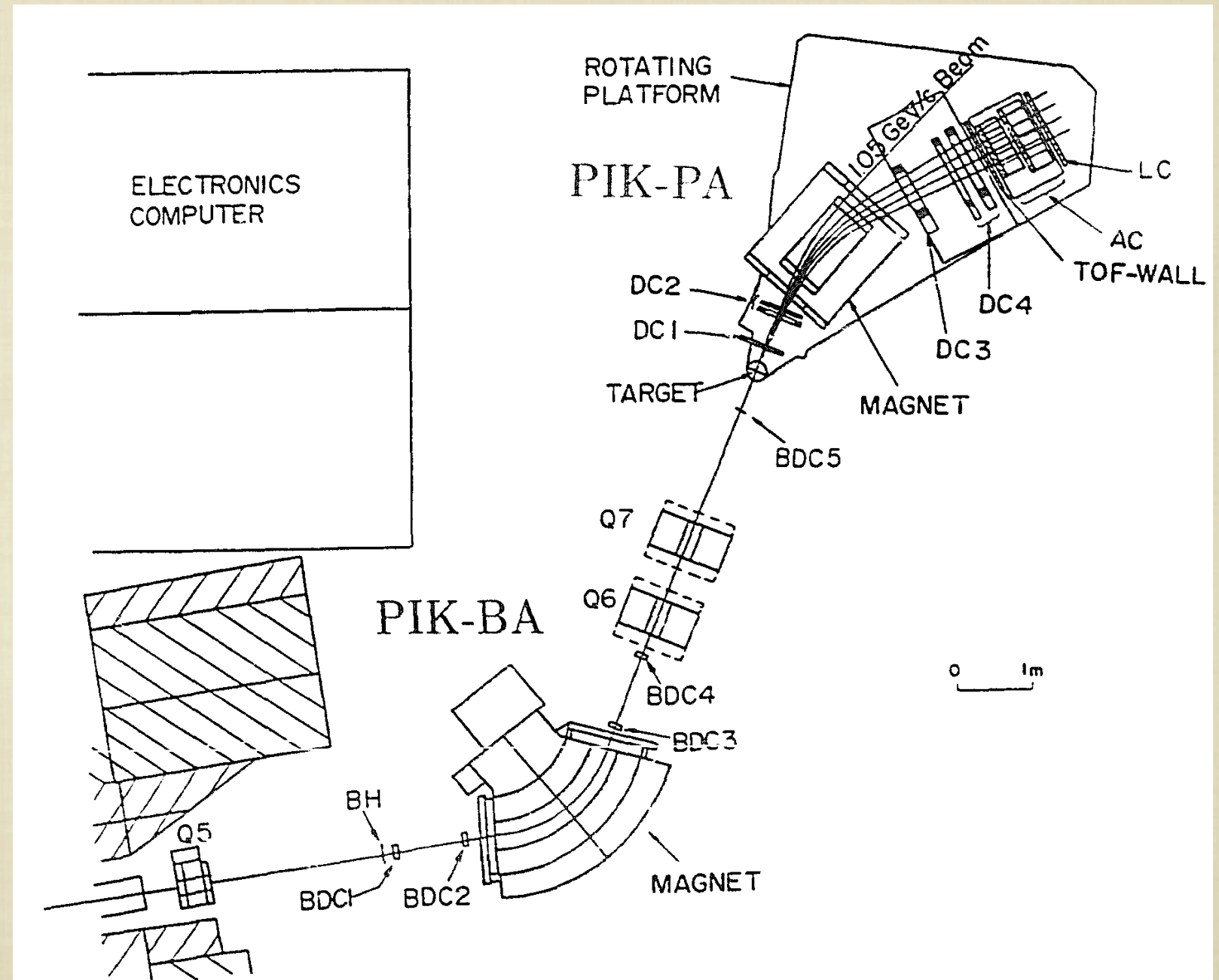
$\Delta E \sim 3 \text{ MeV}$





# Struggle with PIK

- 核研
- 阪大江尻研
- LAMPF、他





$\Lambda^{12}\text{C}$  4.7 MeV

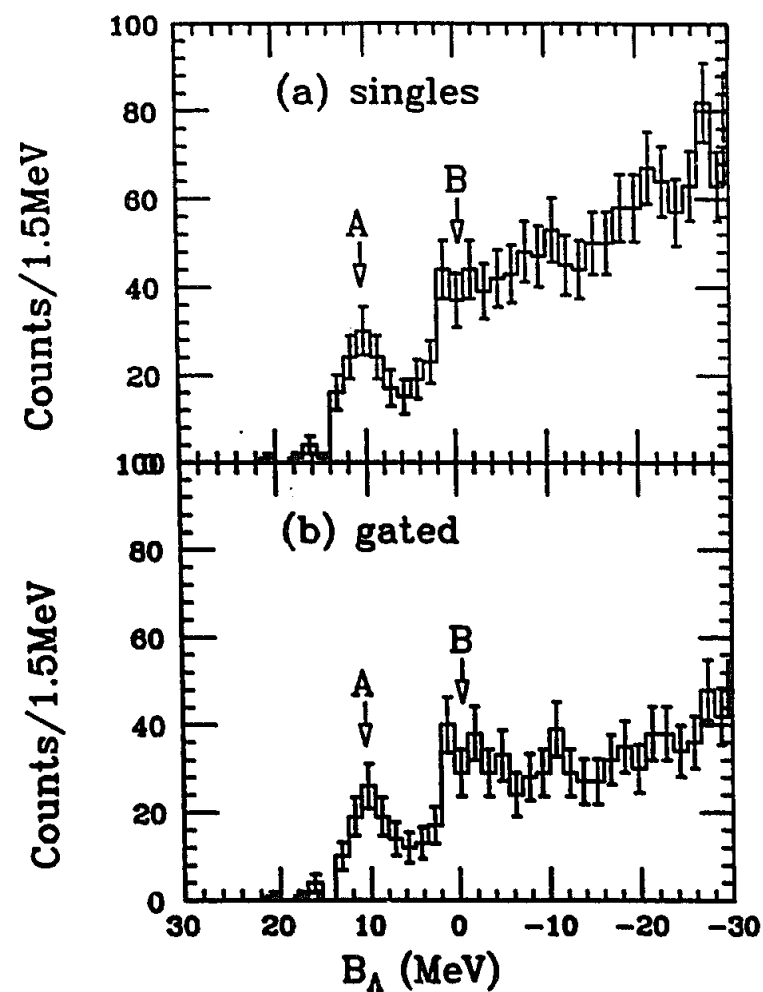
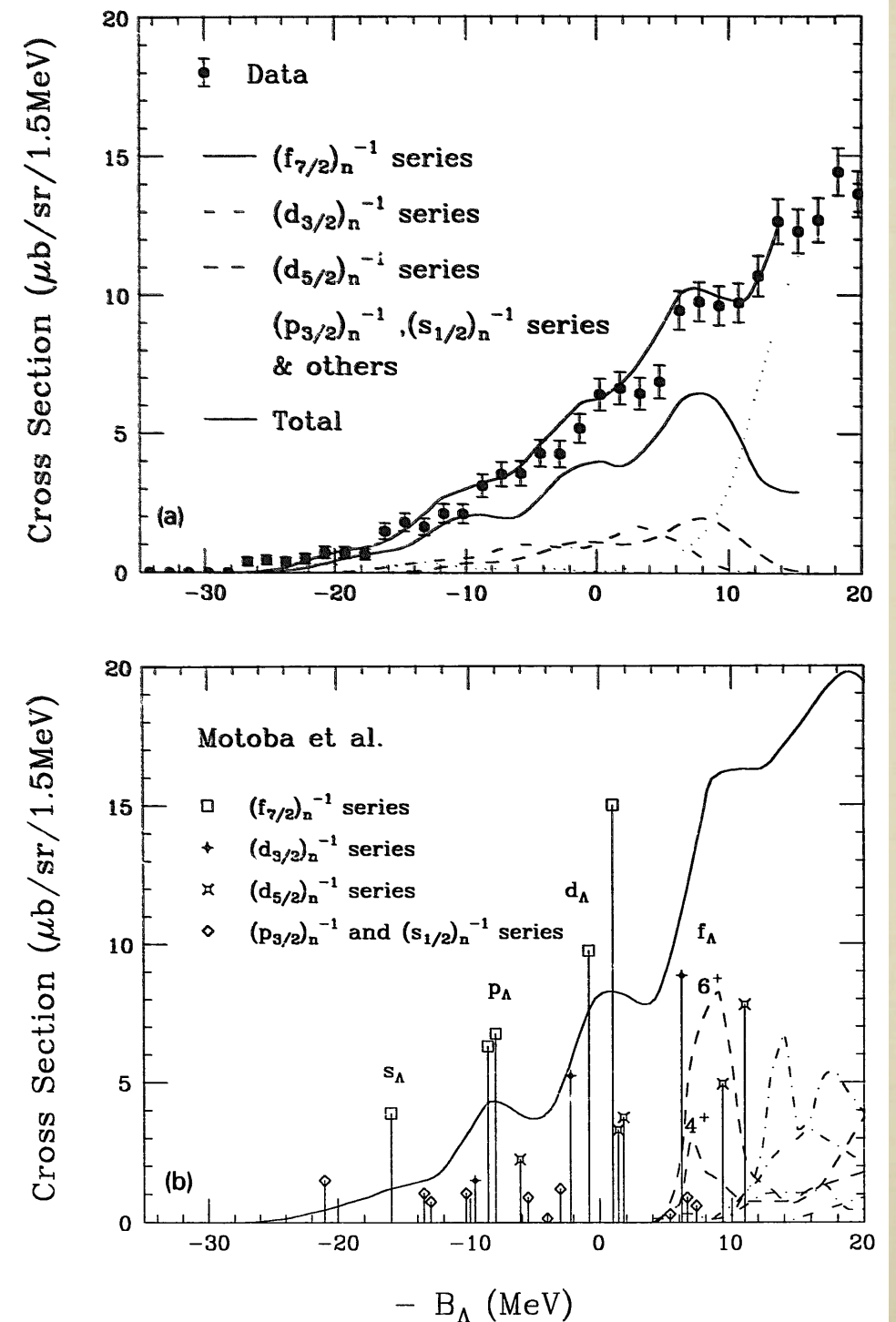


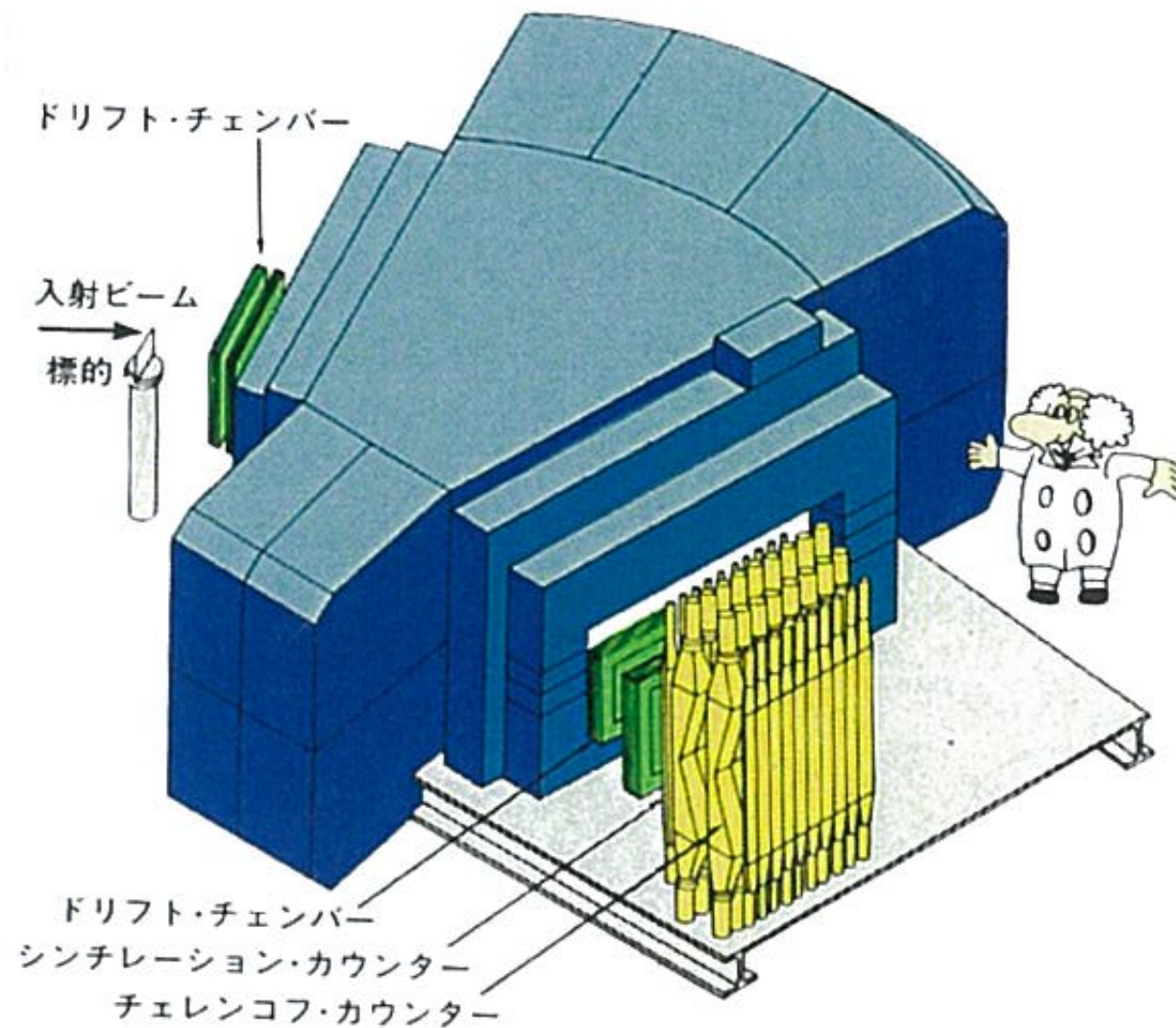
Fig. 13. (a) Missing mass spectrum of the  $^{12}\text{C}(\pi^+, K^+)$  reaction as a function of  $B_\Lambda$ . (b) The same spectrum gated by a large pulse height signal from the target scintillator.

$\Lambda^{56}\text{Fe}$  5.5 MeV





# SKSスペクトロメーター



超伝導KAONスペクトロメーター

- 橋本、山野井、松山、遠山、本間、他
- 核研より概算要求
- 1987年建設開始



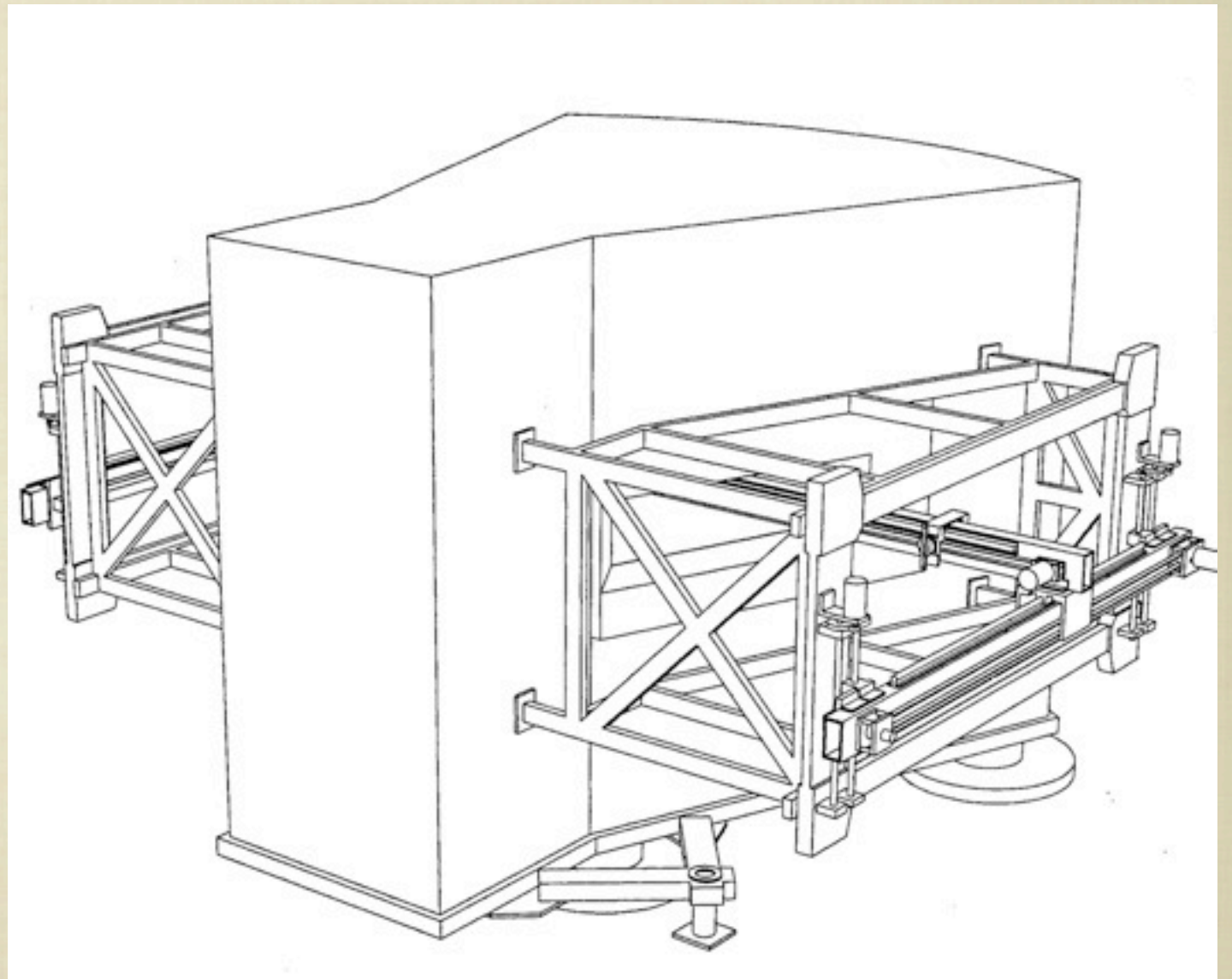
# SKSのチャレンジ

- 超伝導磁石：3 T
- KEK新富、榎田、土井、青木、近藤、他
- $\Delta p/p=1/1000 \rightarrow 2 \text{ MeV}$ の分解能
- 高精度磁場測定：長谷川、永江、宮地、森本
- 検出器系：松山、関本、長谷川、永江、他



# SKS磁場測定装置

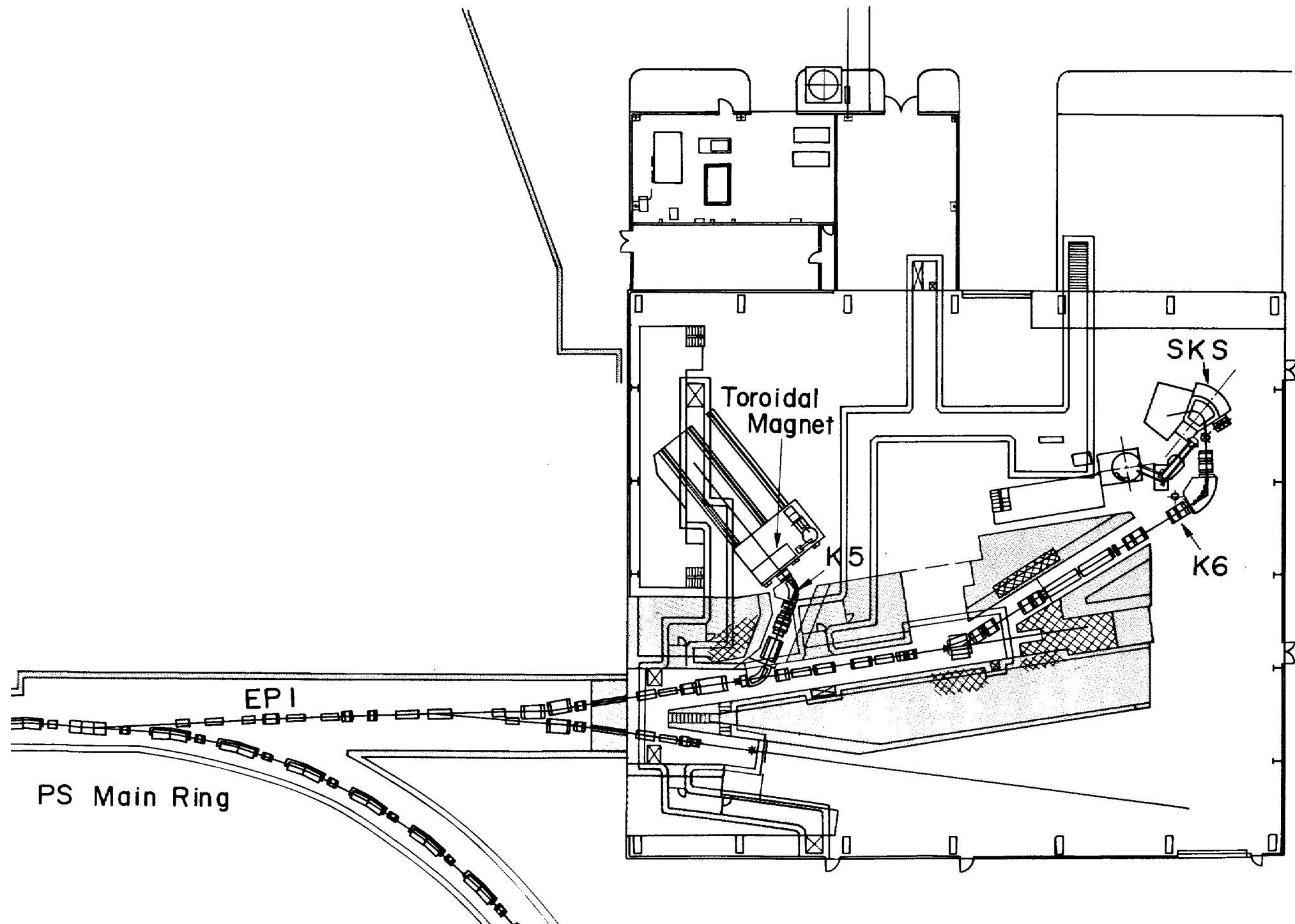
- 120,000 points x 7 excitations in 1.5 months





# 北カウンターホール

KEK 12 GeV PS  
New Experimental Hall





# SKS建設の歴史

- 1987: 建設開始
- 1990: 超伝導磁石完成→北カウンターホールへ据え付け
- 1991: 冷凍システム完成
- 1991.9: **3T励磁に成功!** →磁場測定
- 1992.2: SKS+K6ビームコミッショニング開始
- 1992.10-11: E269実験( $\pi$ -C弾性散乱) データ取得
- 1993.1-7: E140a実験データ取得開始 (最初の( $\pi$ ,K)実験)



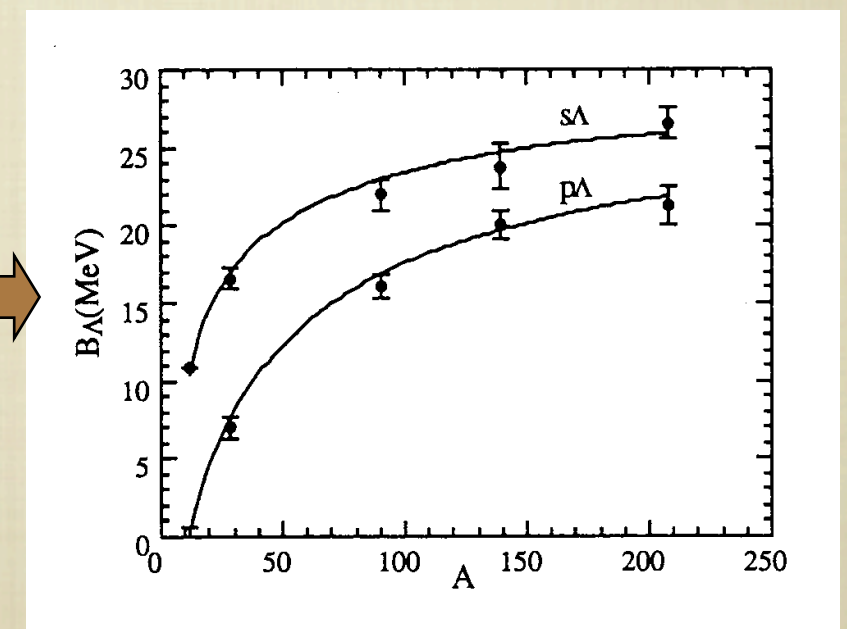
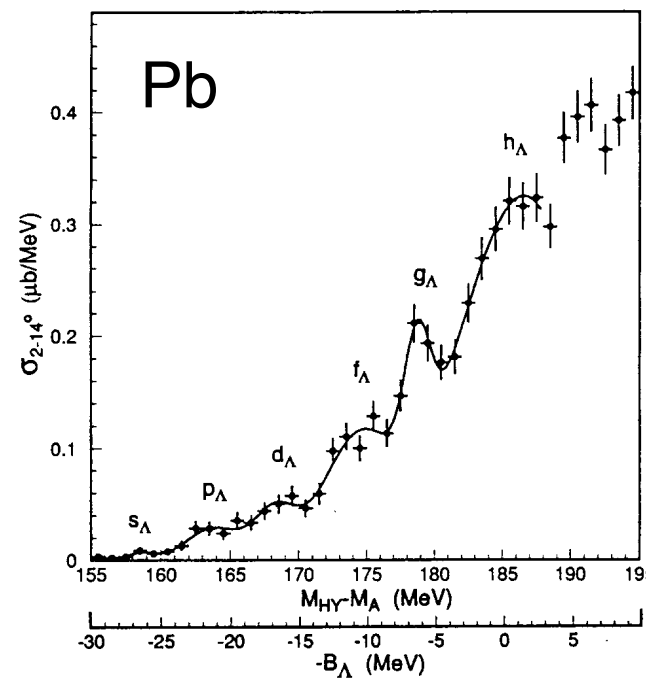
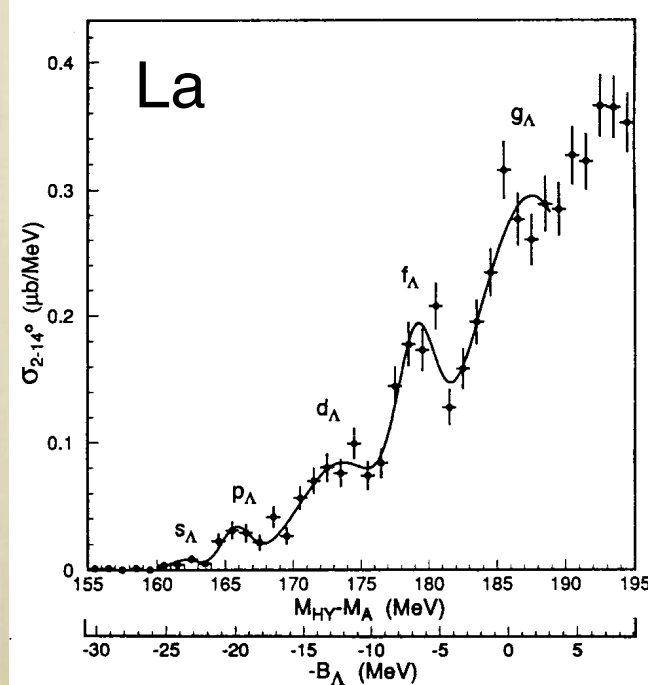
# E140a:

## First ( $\pi^+, K^+$ ) exp. with SKS

Targets:  $^{10}\text{B}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{28}\text{Si}$ ,  $^{89}\text{Y}$ ,  $^{139}\text{La}$ ,  $^{208}\text{Pb}$

$^{12}_{\Lambda}\text{C}$ : First observation of core-excited states

Confirmed  $\Lambda$  Shell Structures up to  $^{208}_{\Lambda}\text{Pb}$

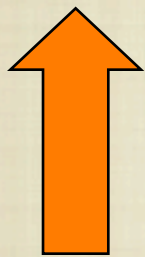




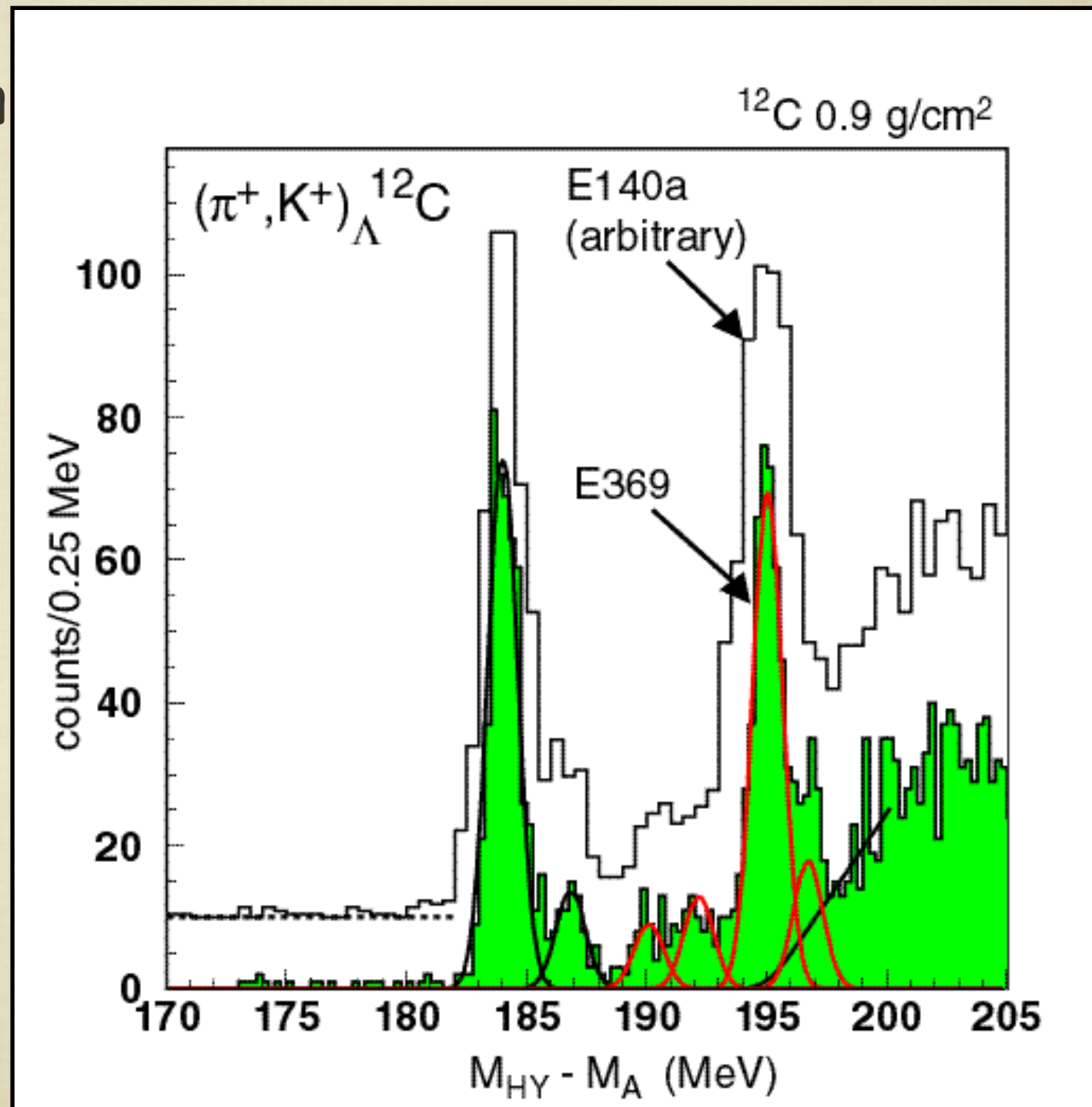
# E369: $\Lambda$ $^{12}\text{C}$

Best energy resolution

$\Delta E(\text{FWHM})$   
 $= 1.45 \text{ MeV}$



2.0 MeV





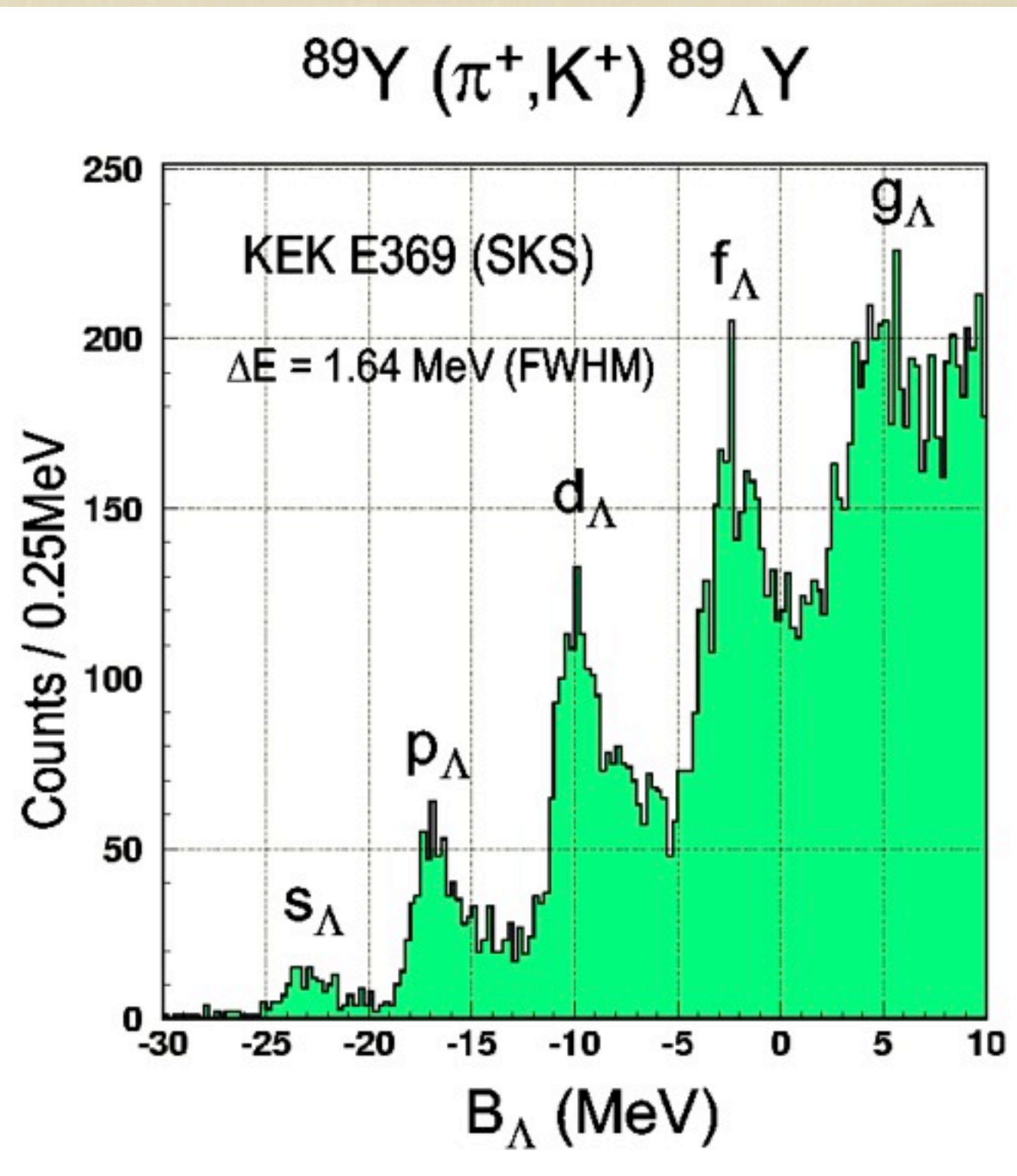
# $^{89}_{\Lambda}\text{Y}$ : in E369

■ Single Gaussian( $\sigma$ )

■ p:  $2.4 \pm 0.2$  MeV

■ d:  $3.0 \pm 0.2$  MeV

■ f:  $4.6 \pm 0.5$  MeV





# SKSでの実験のまとめ

- 実験期間：1992～2005（14年間）
- K2Kライン建設のため1年間シャットダウン
- 実施ビームタイム：～1700シフト（570日）
- 実験数：15課題
- Ph.D取得数：20人



# まとめ

- LBLでの重イオン実験
- SKSスペクトロメーター
  - 15年間にわたって世界をリード。
  - 多くの若手研究者を輩出。
- ( $\pi$ ,K)スペクトロスコーピー
  - 広い質量領域でのラムダ一粒子軌道の観測
  - コア励起状態、**Genuine**ハイパー核状態等の観測
  - 中性子やガンマ線との同時計測に有効

