

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

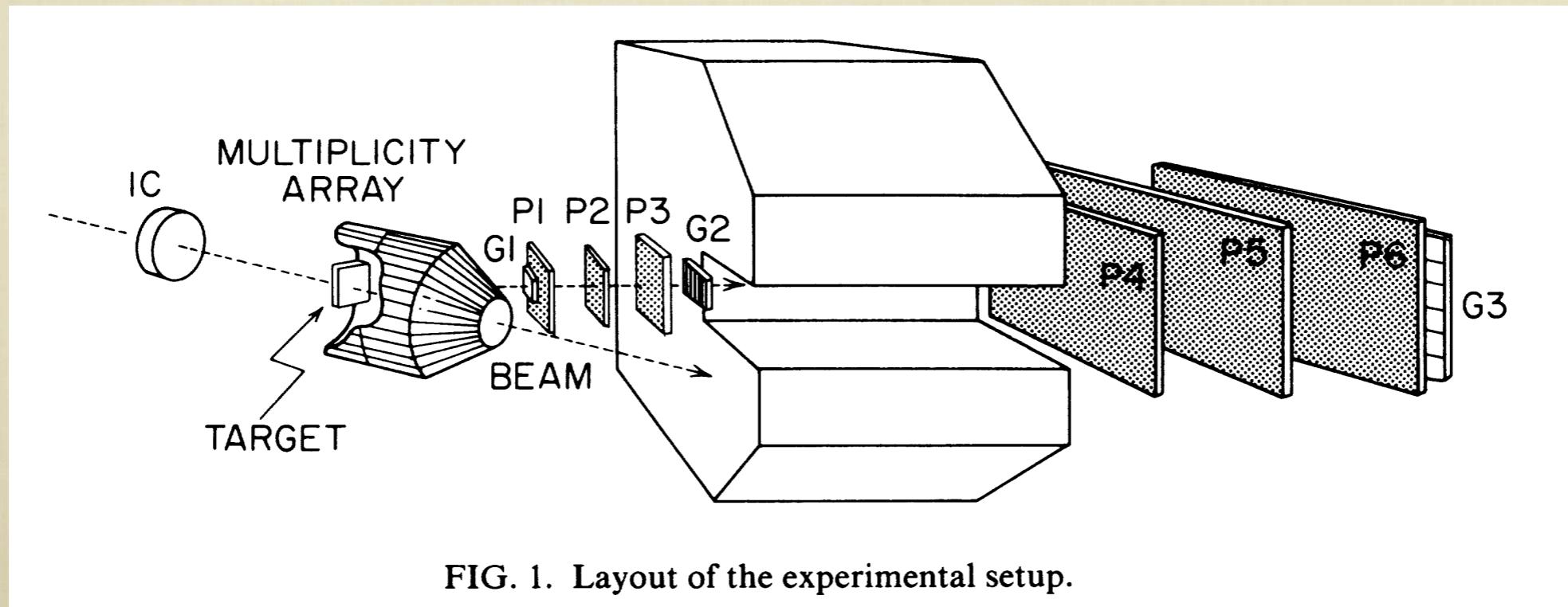
■ KEK PSでの(π, K)実験の立ち上げ

■ 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}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,* Y. Miake,[†] T. Nagae,* and S. Nagamiya[‡]

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

H. Hamagaki, O. Hashimoto, Y. Shida, and I. Tanihata[§]

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

K. Kimura

Department of Physics, Kyushu University, Fukuoka 812, Japan

O. Yamakawa**

Department of Physics, Nagoya University, Nagoya 464, Japan

T. Kobayashi**

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)

*Present address: Institute for Nuclear Study, University of Tokyo, Tanashi-shi, Tokyo 188, Japan.

[†]Present address: Physics Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973.

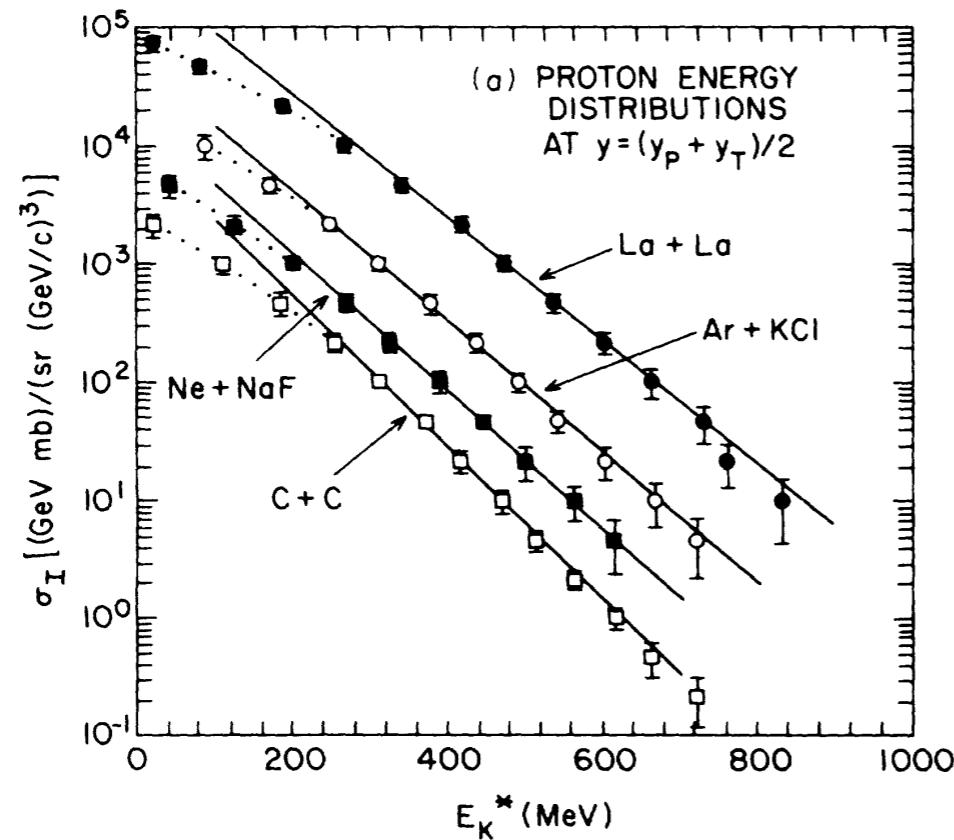
[‡]Present address: Nevis Laboratories, Columbia University, Irvington, NY 10533.

[§]Present address: RIKEN, The Institute of Physical and Chemical Research, Wako-shi, Saitama 351, Japan.

**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



π^- TWO SLOPES ?

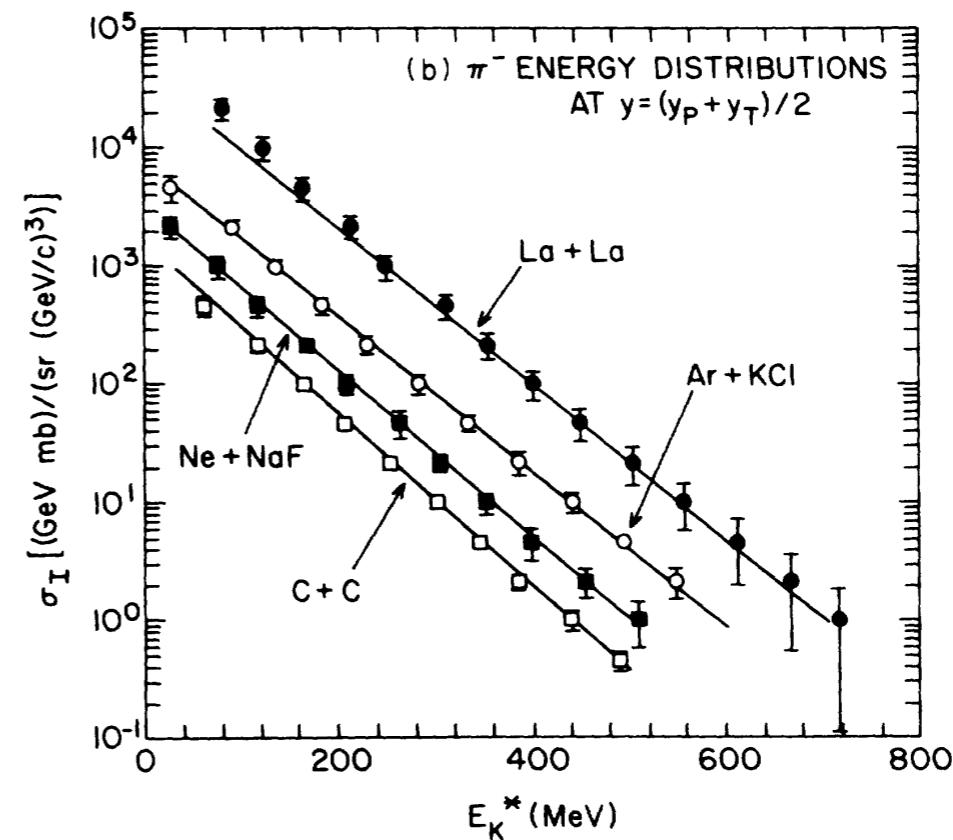


FIG. 6. Energy distributions of (a) p and (b) π^- at $\theta_{c.m.} = 90^\circ$ for nearly equal-mass collisions at $0.8 A$ GeV. Solid lines represent fitted function, $\propto \exp(E_K^*/E_0)$. The values of E_0 are the following: for proton, 84 MeV for La + La, and 68, 75, and 79 MeV for C + C, Ne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

π^- slope

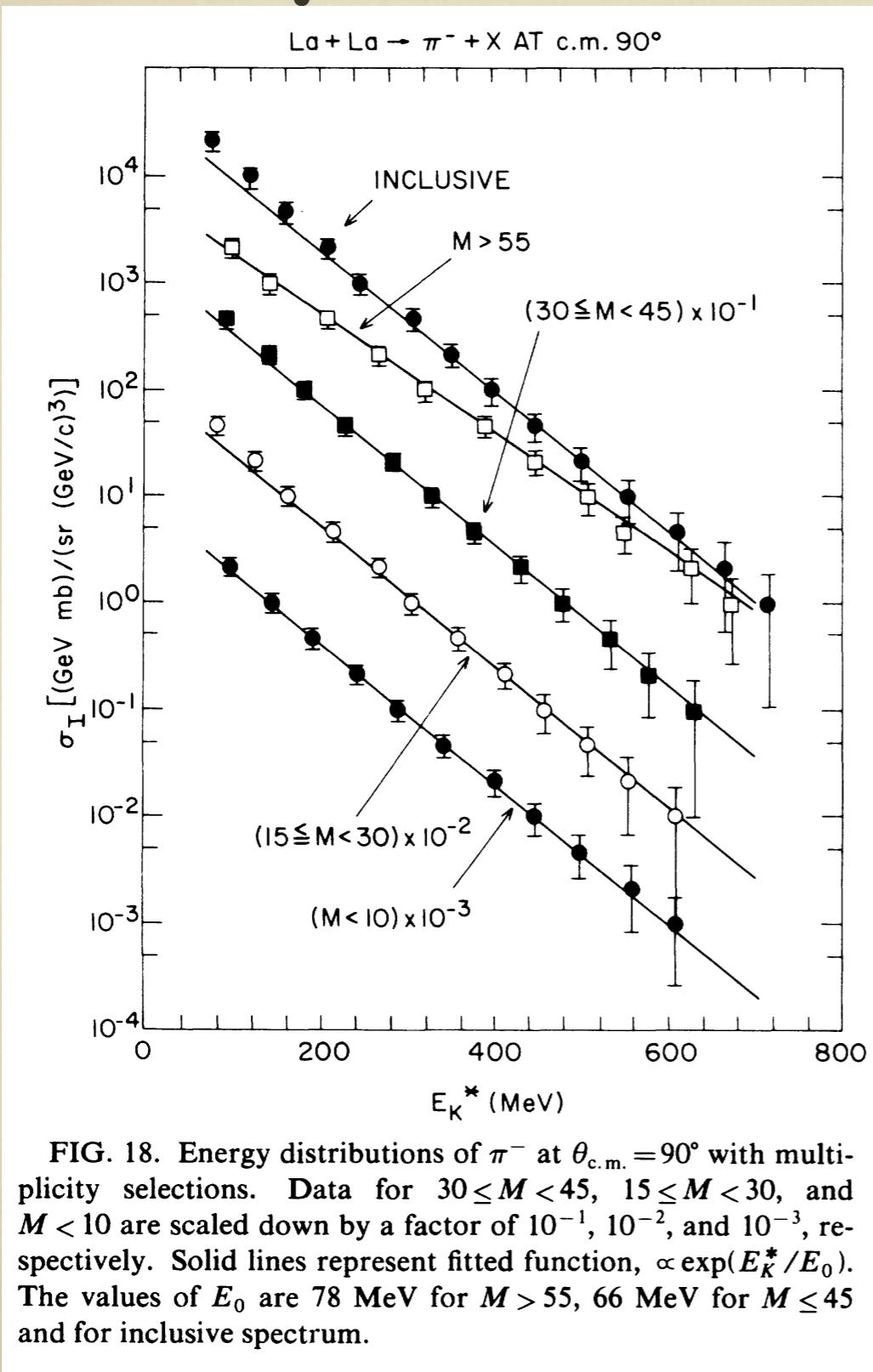


FIG. 18. Energy distributions of π^- at $\theta_{\text{c.m.}} = 90^\circ$ with multiplicity selections. Data for $30 \leq M < 45$, $15 \leq M < 30$, and $M < 10$ are scaled down by a factor of 10^{-1} , 10^{-2} , and 10^{-3} , respectively. Solid lines represent fitted function, $\propto \exp(E_K^*/E_0)$. 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。』とい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、...

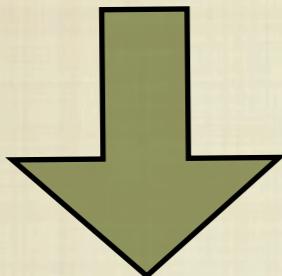
橋本治さんの出会い

- 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。

(π^+, 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。

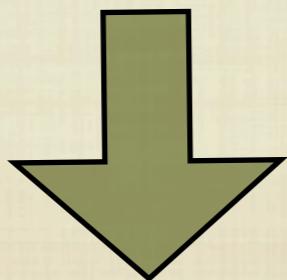


■ (π^+, K^+)

■ Stopped K^-

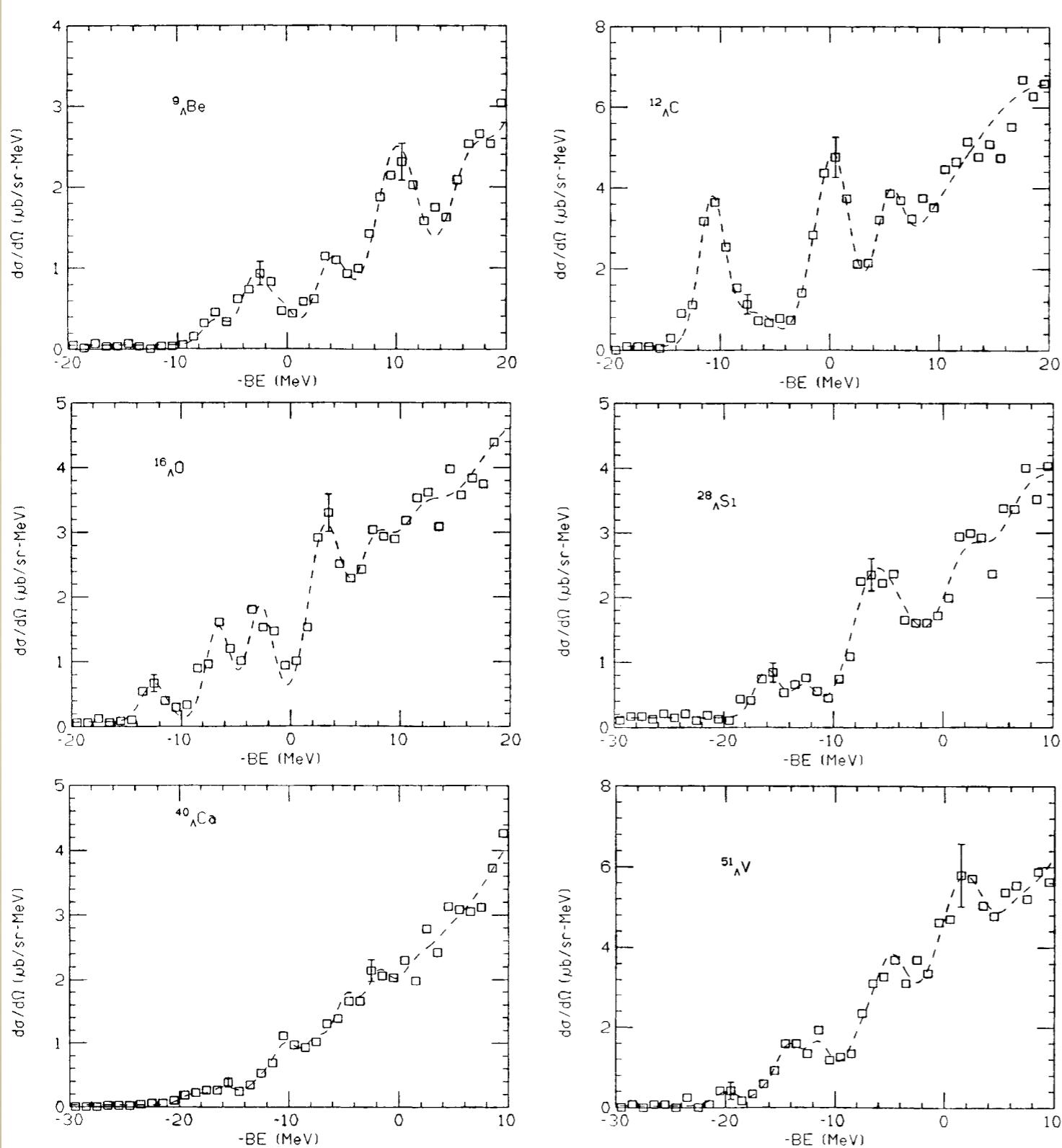
- (π^+, K^+)

- worked very well at BNL (1987, PANIC@Kyoto)
from Be to Y
- π^+ intensity $10^7/s$ ← limited by tracking detectors

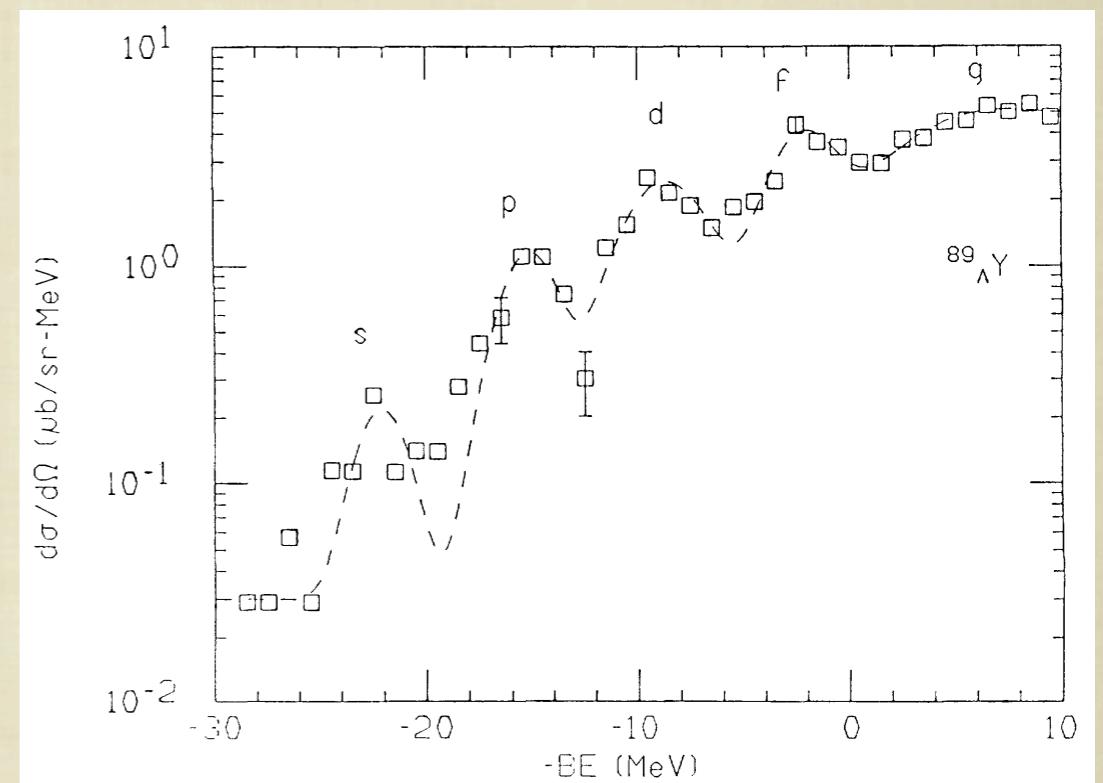


- Large solid angle spectrometer

BNL (π, K) SPECTRA

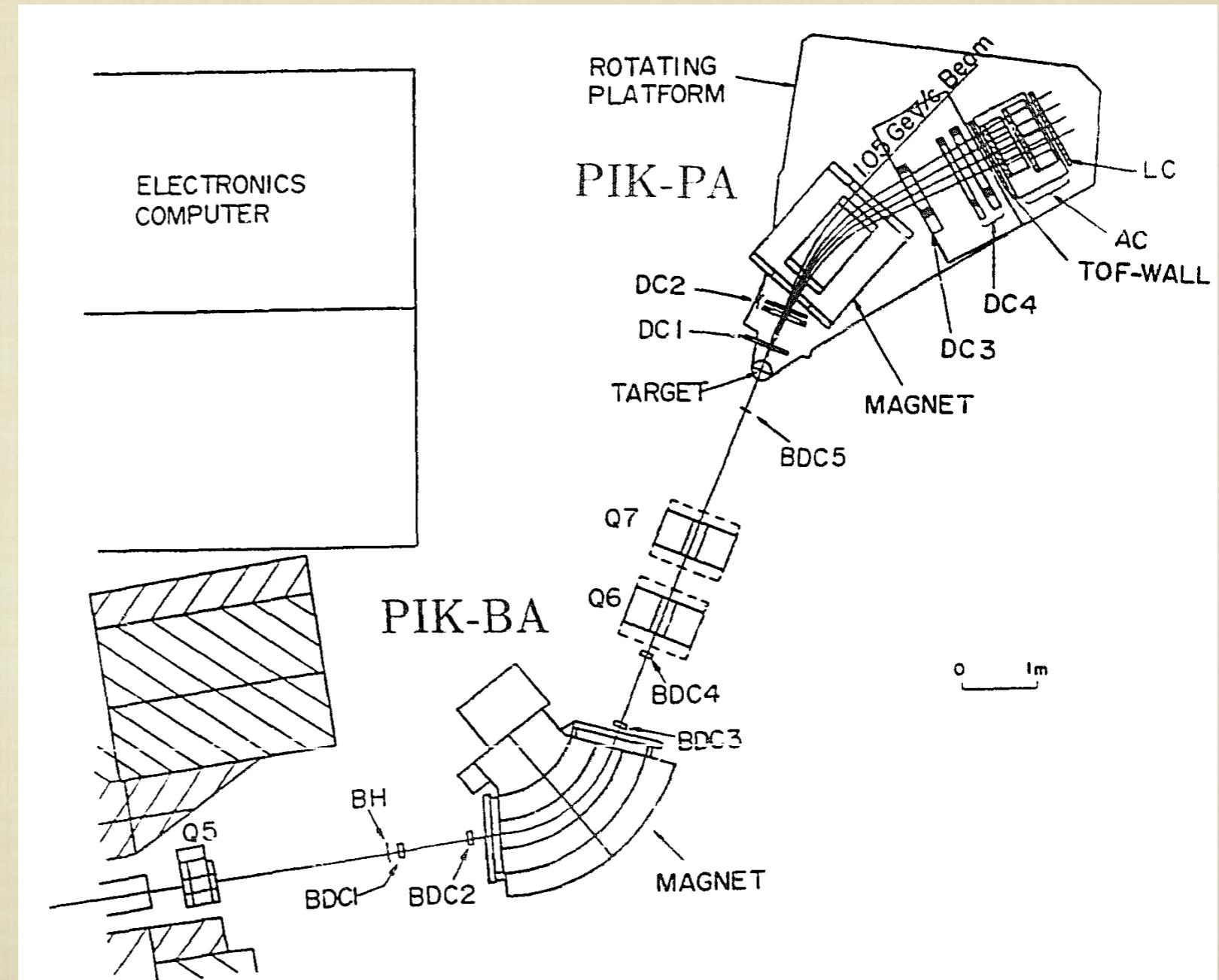


$\Delta E \sim 3 \text{ MeV}$



Struggle with PIK

- 核研
- 阪大江尻研
- LAMPF、他



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

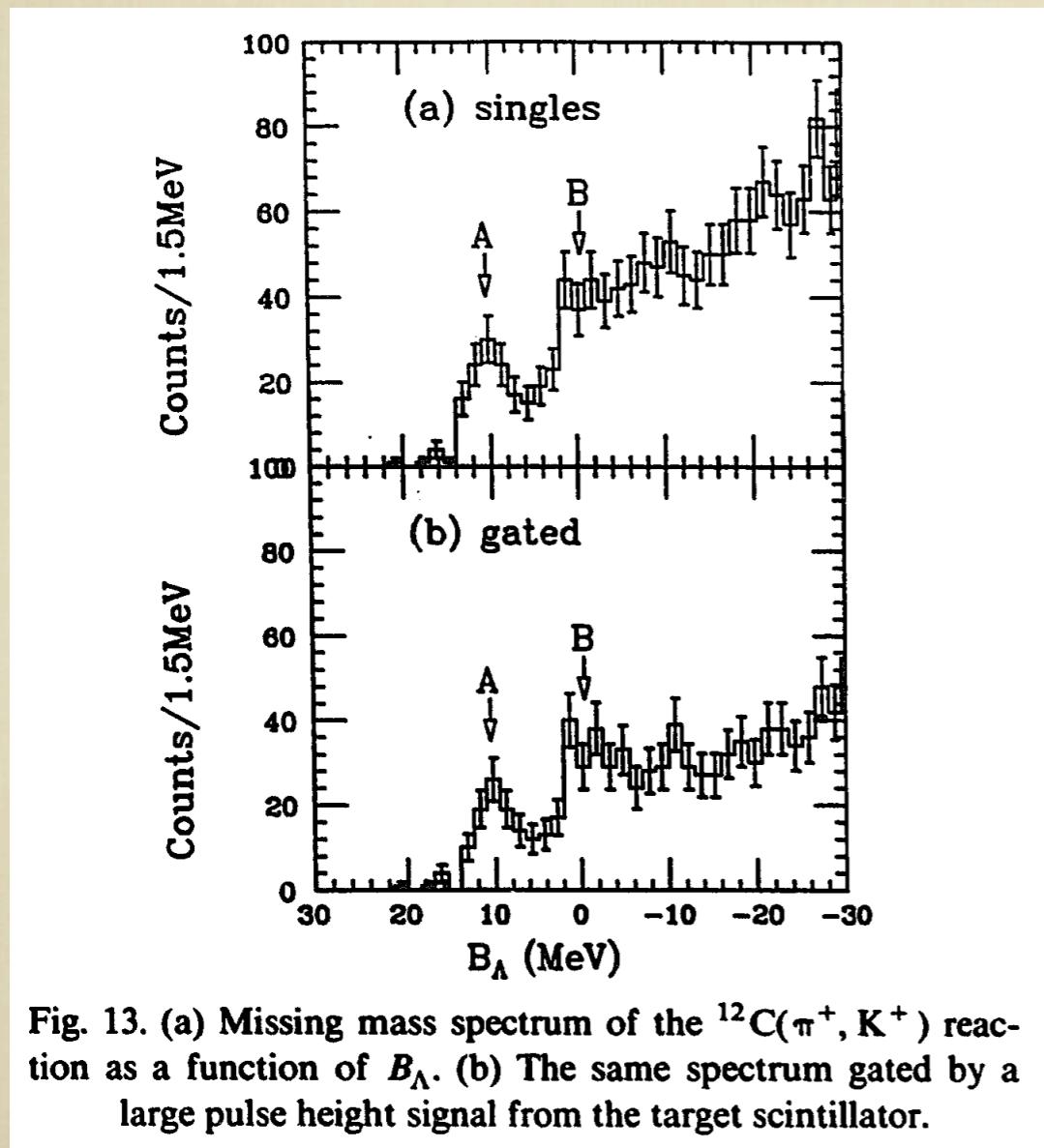
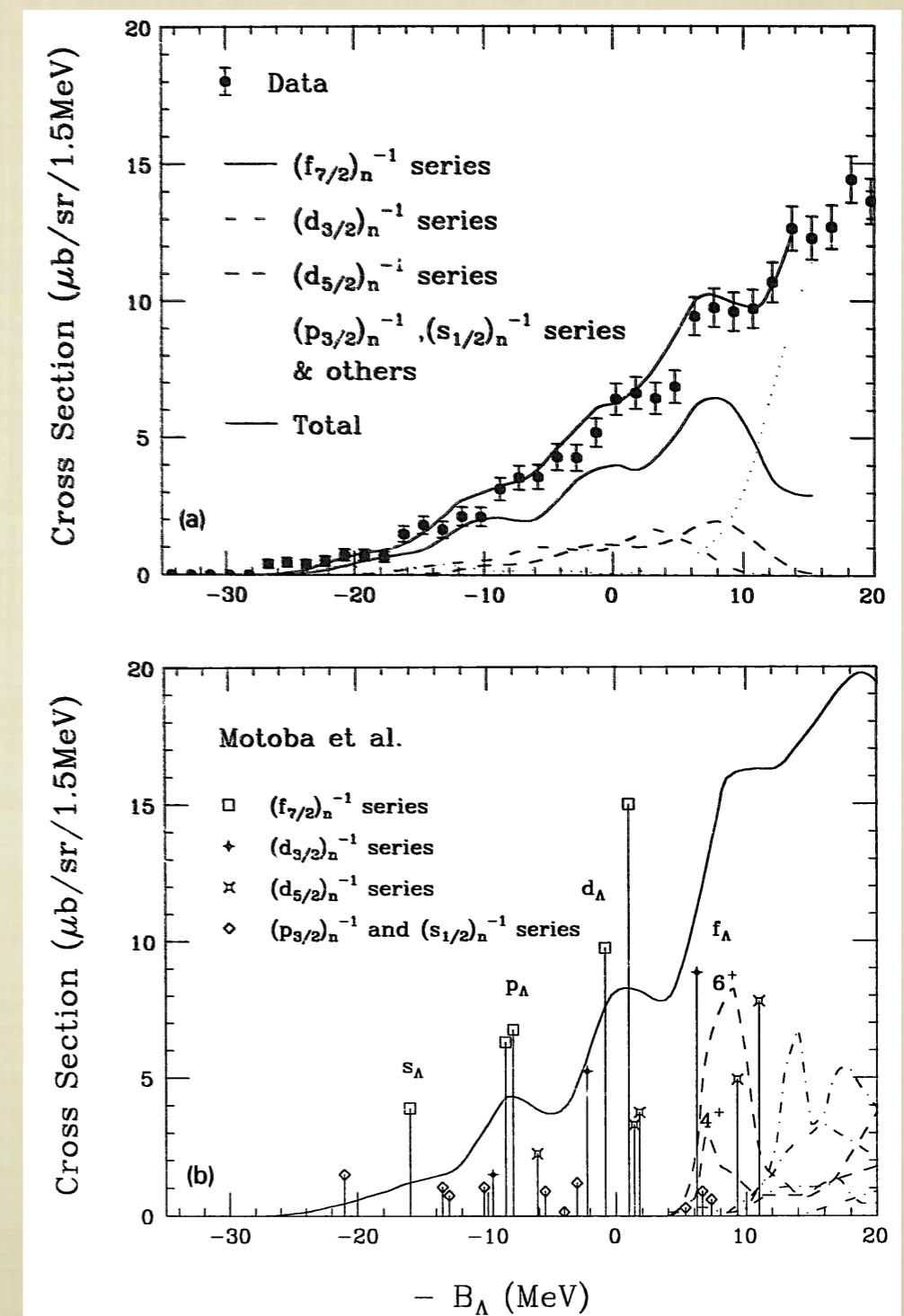
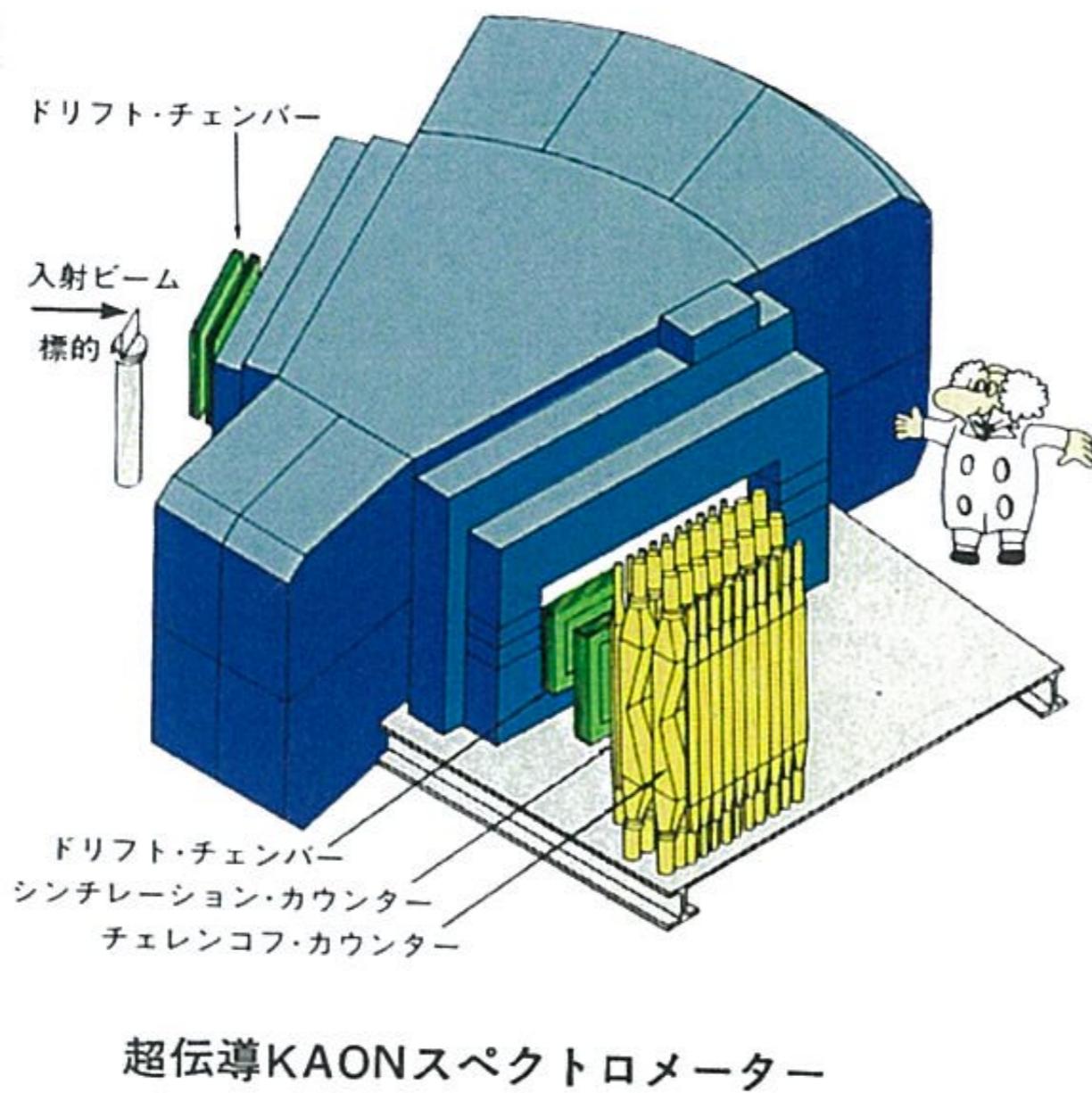


Fig. 13. (a) Missing mass spectrum of the $^{12}\text{C}(\pi^+, \text{K}^+)$ reaction as a function of B_Λ . (b) The same spectrum gated by a large pulse height signal from the target scintillator.

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



SKSスペクトロメーター



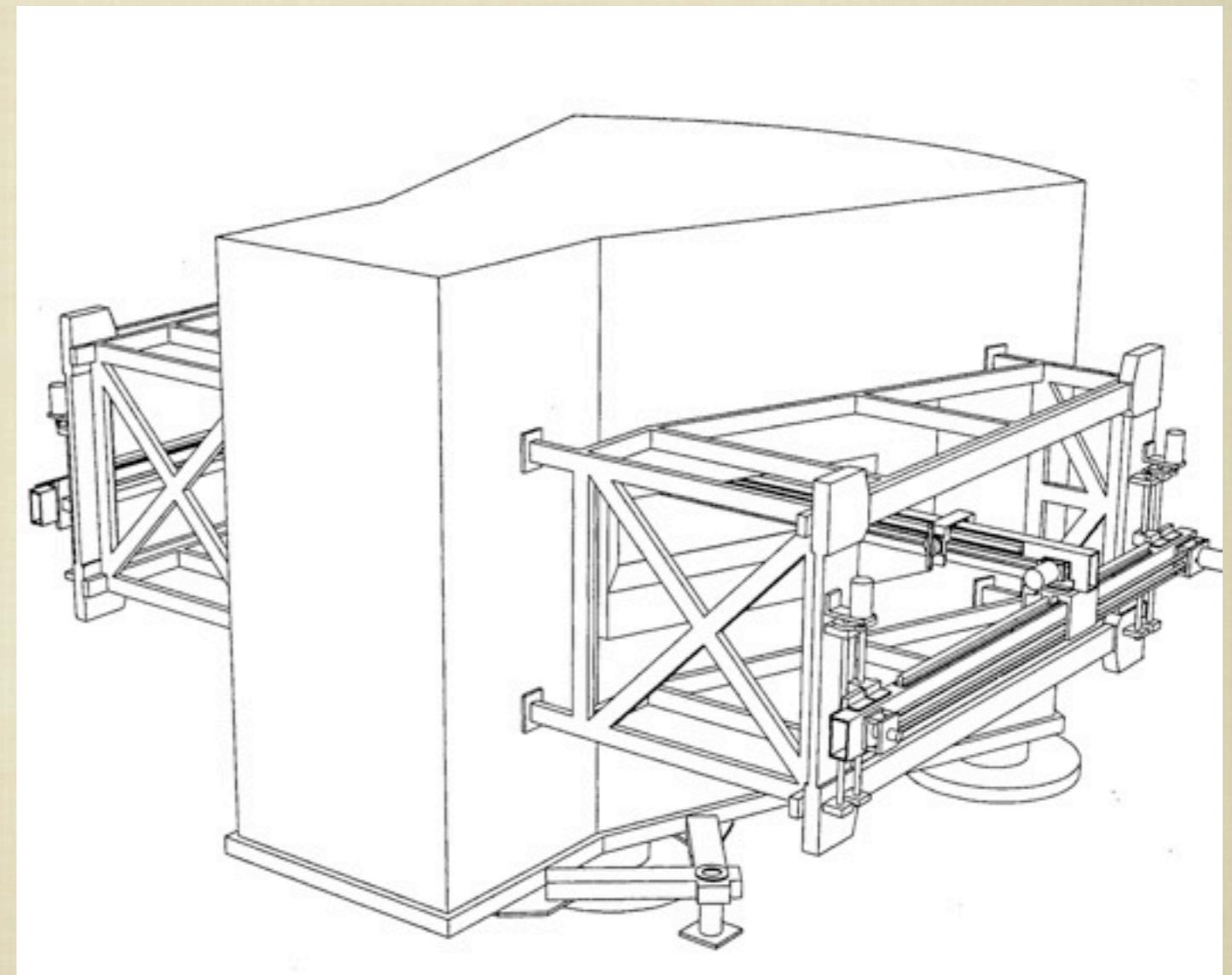
- 橋本、山野井、松山、遠山、本間、他
- 核研より概算要求
- 1987年建設開始

SKSのチャレンジ

- 超伝導磁石：3 T
- KEK新富、楳田、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

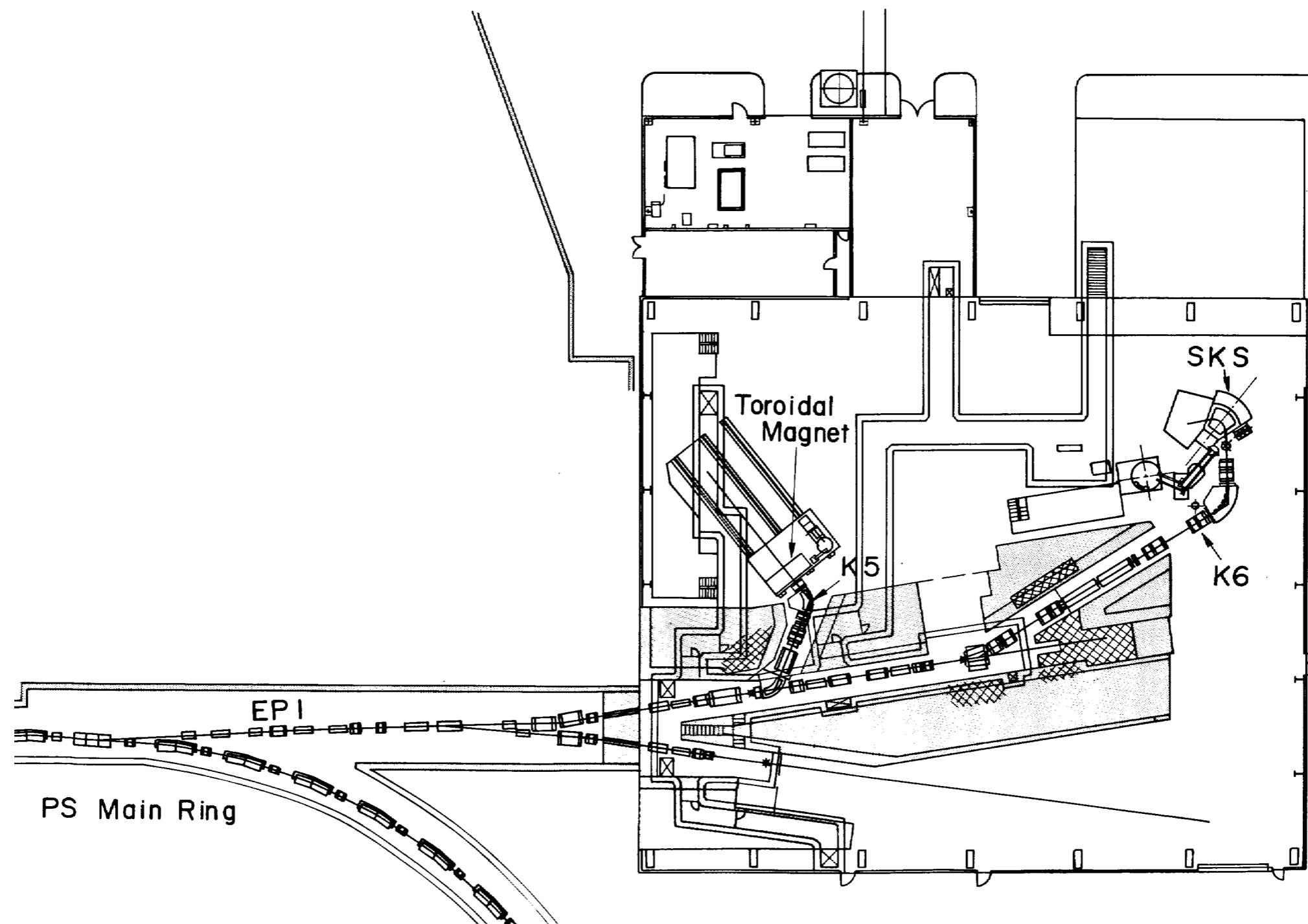
SKS磁場測定装置

■ 120,000 points × 7
excitations in 1.5
months



北カウンターホール

KEK 12 GeV PS
New Experimental Hall



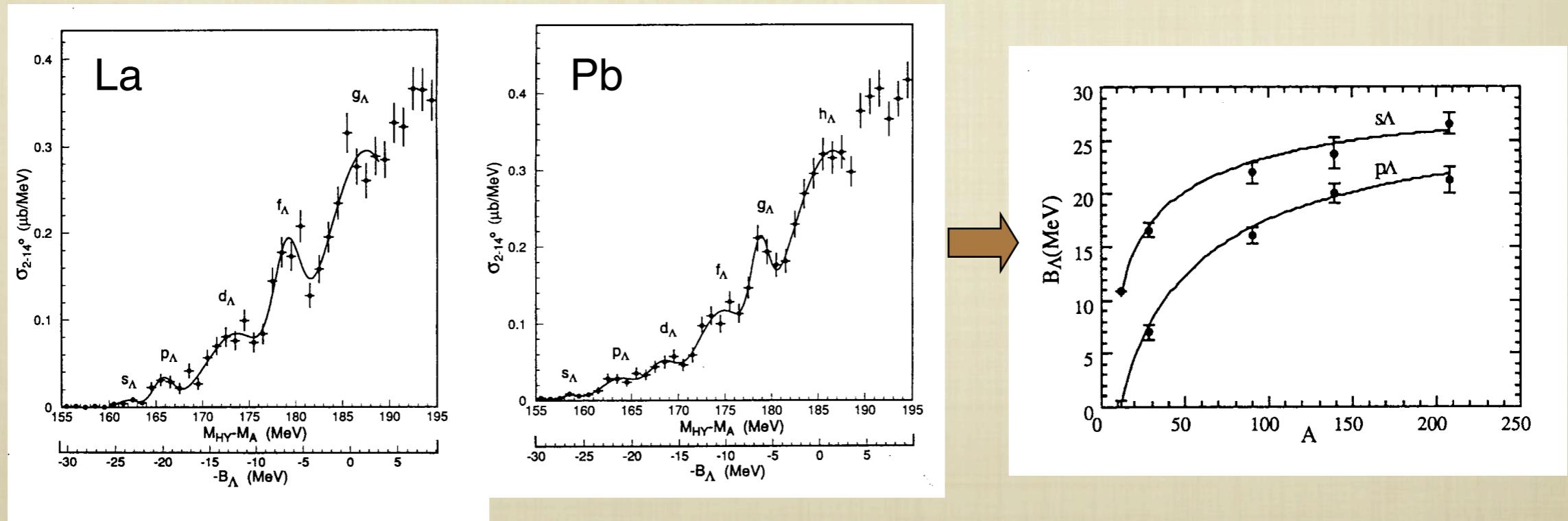
SKS建設の歴史

- 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(π -C弹性散乱) データ取得
- 1993.1-7: E140a実験データ取得開始 (最初の(π ,K)実験)

E140a:

First (π^+, K^+) exp. with SKS

- Targets: ^{10}B , ^{12}C , ^{28}Si , ^{89}Y , ^{139}La , ^{208}Pb
- $^{12}\Lambda\text{C}$: First observation of core-excited states
- Confirmed Λ Shell Structures up to $^{208}\Lambda\text{Pb}$

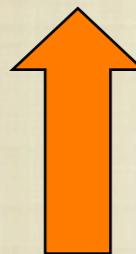


E369: $\Lambda^{12}\text{C}$

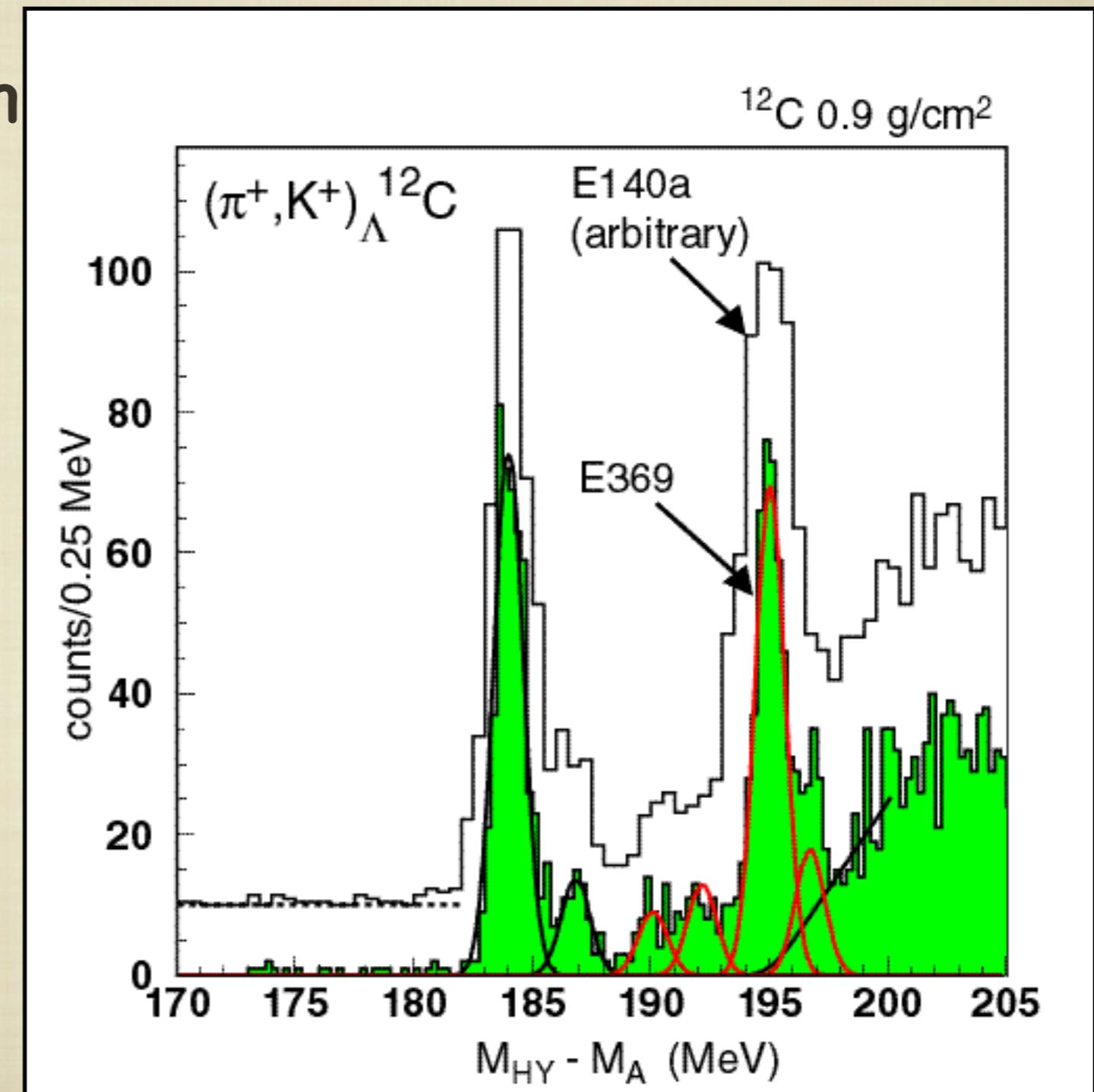
Best energy resolution

$\Delta E(\text{FWHM})$

= 1.45 MeV

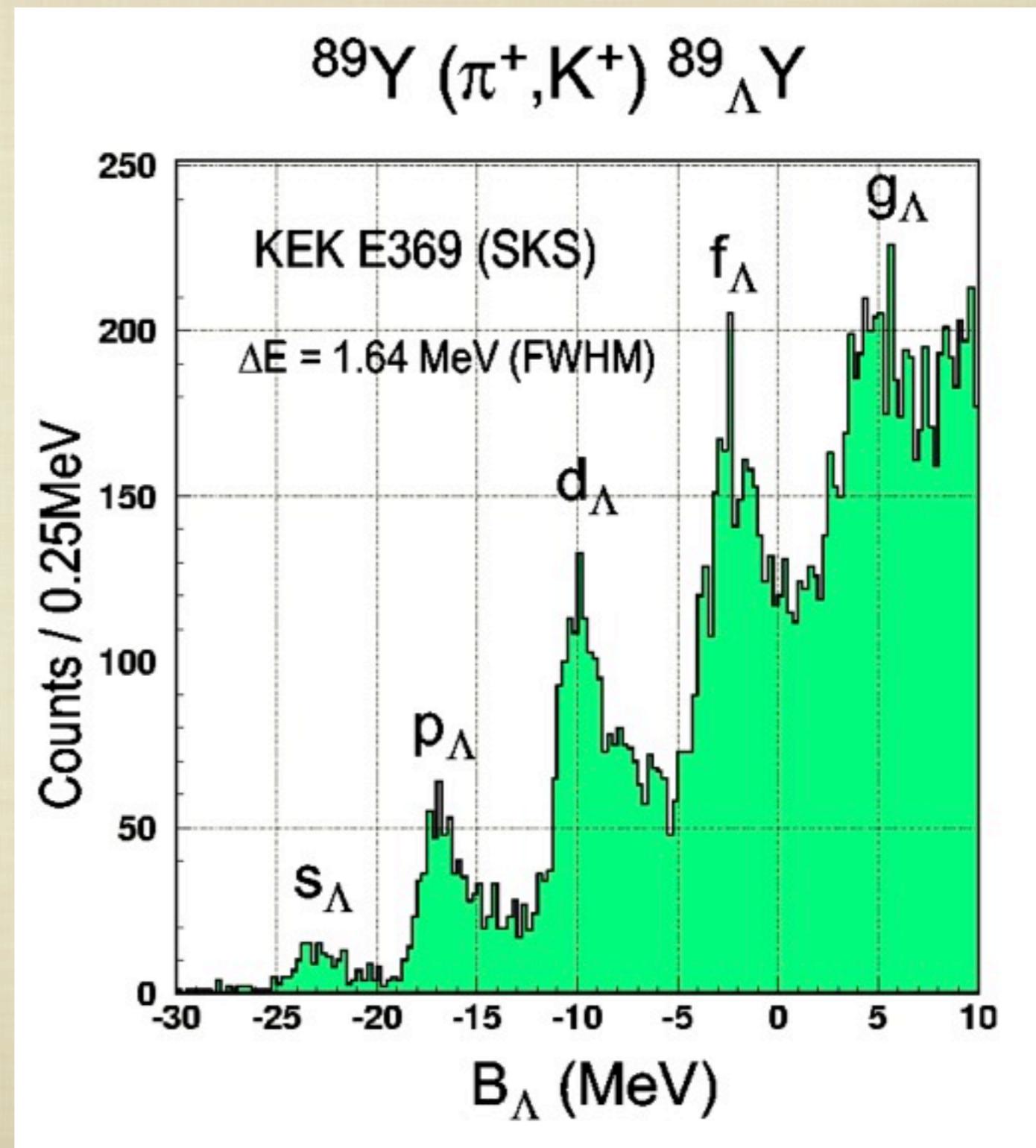


2.0 MeV



$^{89}\Lambda Y$: in E369

- Single Gaussian(σ)
- $p: 2.4 \pm 0.2$ 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。
- (π, K)スペクトロスコピー
- 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

