

A02

中性子過剰核物質中のストレンジネス

全体報告：田村裕和（東北大）

Σp 散乱実験：三輪浩司（東北大）

中性子過剰核：阪口篤志（大阪大）

代表者：田村裕和（東北大）

分担者：阪口篤志（大阪大）

　　應田治彦（理研）

連携者：小池武志、三輪浩司、鶴養美冬、中村哲（東北大）

　　味村周平（阪大RCNP）、福田共和（大阪電通大）、

　　鈴木隆敏（東大）

A02 中性子過剰核物質中のストレンジネス

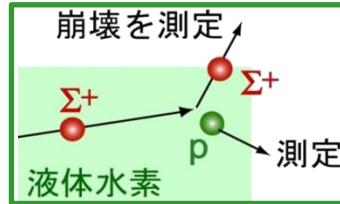
ストレンジネスが現れだす $\rho = 2 \sim 3 \rho_0$ 領域のハイペロン混合を決定する

(1) 中性子星に Σ^- は本当に存在しないのか？

-> ΣN (特に $\Sigma^- n$) 相互作用を定量的に決定

E40 $\Sigma^\pm p$ 散乱実験 ($\Sigma^+ p = \Sigma^- n$)

三輪、田村



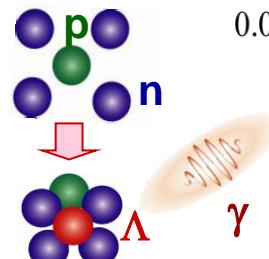
(2) 中性子物質中の Λ の引力は

対称核物質中での引力と違うか？

-> $\Lambda N - \Sigma N$ 結合による Λnn 3体力の定量的決定

E10 中性子過剰 Λ ハイパー核の分光

阪口、味村、福田



E13 Λ ハイパー核の精密ガンマ線分光

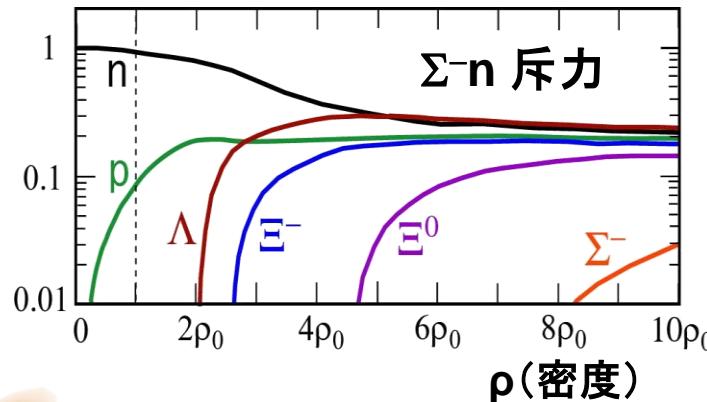
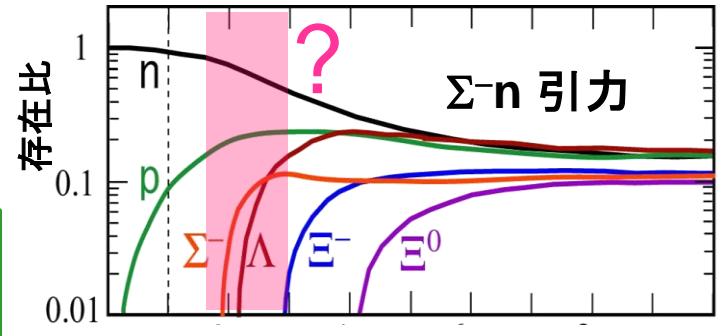
小池、鶴養、田村

(3) $K^- N$ 間引力は K^- 凝縮を起こすほど強いか？

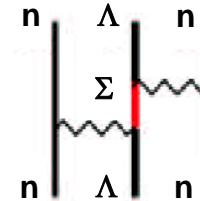
核内 K^{bar} の引力を決定する

E15 K^- 原子核束縛状態の性質

應田、鈴木



$\Lambda - \Sigma$ coherent coupling



まとめ(現状と今後の見通し)

E10(中性子過剰ハイパー核)

Phase 1 (${}^6_{\Lambda}H$)はデータ収集済。 ${}^6_{\Lambda}H$ は観測されず。なぜ?

Phase 2 (${}^9_{\Lambda}He$, ${}^6_{\Lambda}H$) をいつやるか。

E15(K-pp)

Phase 1の半分のデータを収集、解析中。

missing massは面白そうだがK-ppは明確には見えていない。
invariant massは統計不足。以降は1年半(以上)遅延。

E13(ガンマ線分光)

Phase 1のセットアップ、ビーム調整が完了したが
データ収集できず。1年半(以上)の遅延。

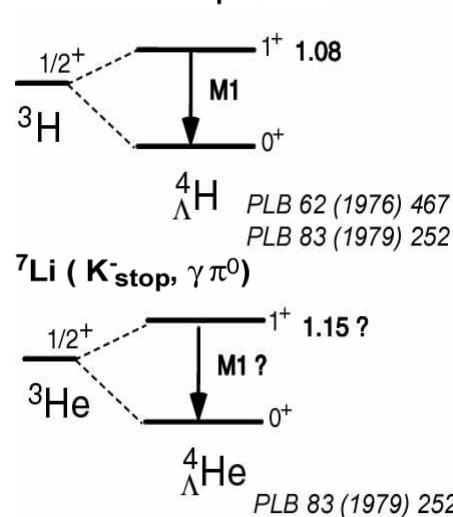
Phase 2は2016年までには困難か。

E40(Σp 散乱)

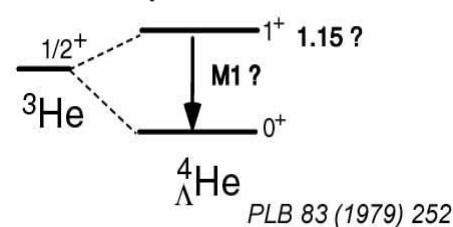
測定器の開発は順調だが、ビームタイム遅延。2015年に可能か。

Hypernuclear γ -ray data (2012)

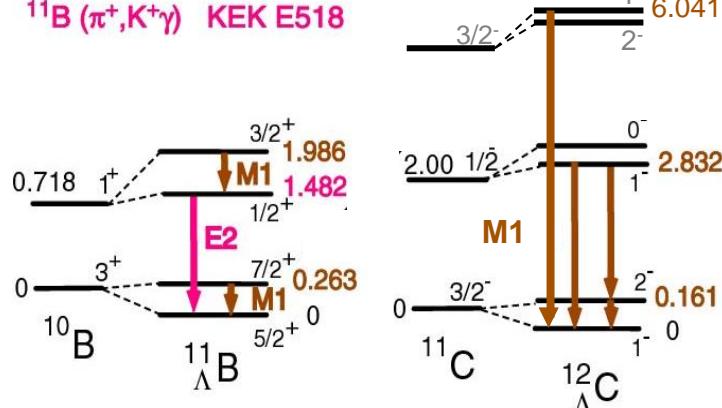
^7Li etc. ($K^-_{\text{stop}}, \gamma\pi^-$)



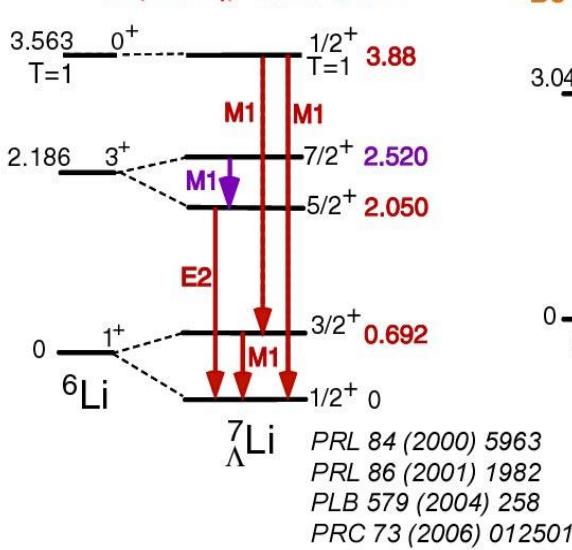
^7Li ($K^-_{\text{stop}}, \gamma\pi^0$)



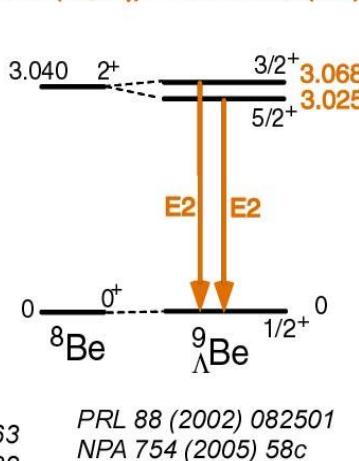
^{11}B ($\pi^+, K^+\gamma$) KEK E518



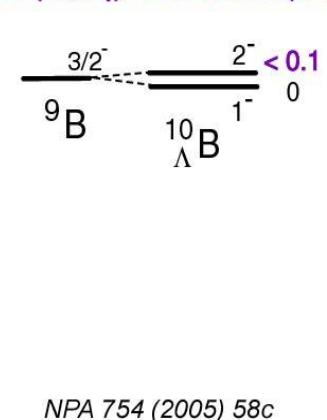
$^7\text{Li} (\pi^+, K^+\gamma)$ KEK E419



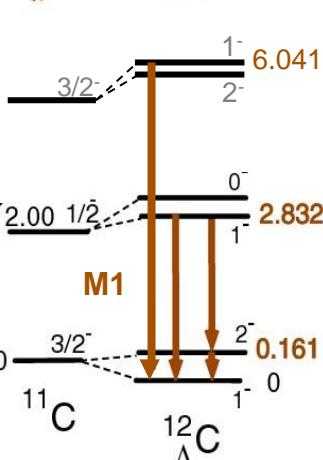
$^9\text{Be} (K^-, \pi^-\gamma)$ BNL E930('98)



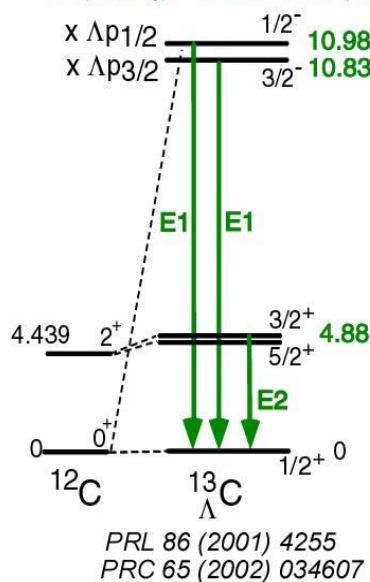
$^{10}\text{B} (K^-, \pi^-\gamma)$ BNL E930('01)



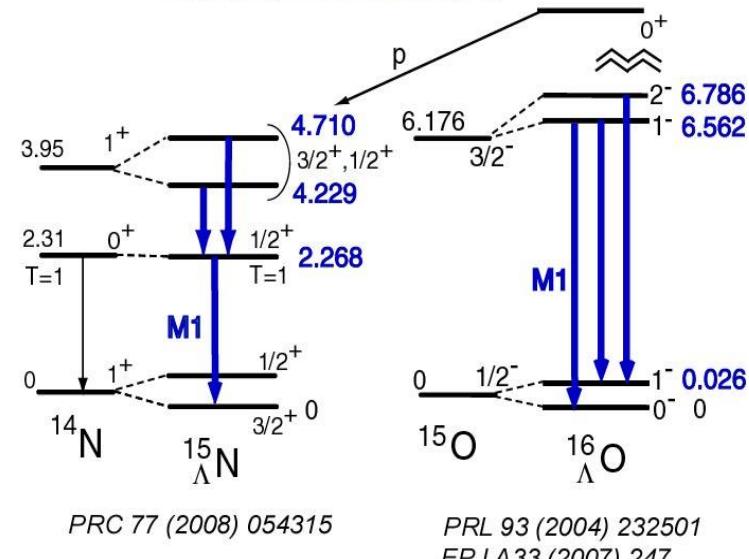
$^{12}\text{C} (\pi^+, K^+\gamma)$ KEK E566



$^{13}\text{C} (K^-, \pi^-\gamma)$ BNL E929 (Nal)

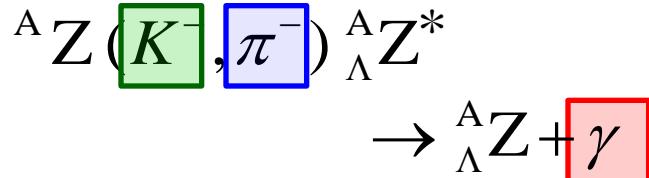


$^{16}\text{O} (K^-, \pi^-\gamma)$ BNL E930('01)

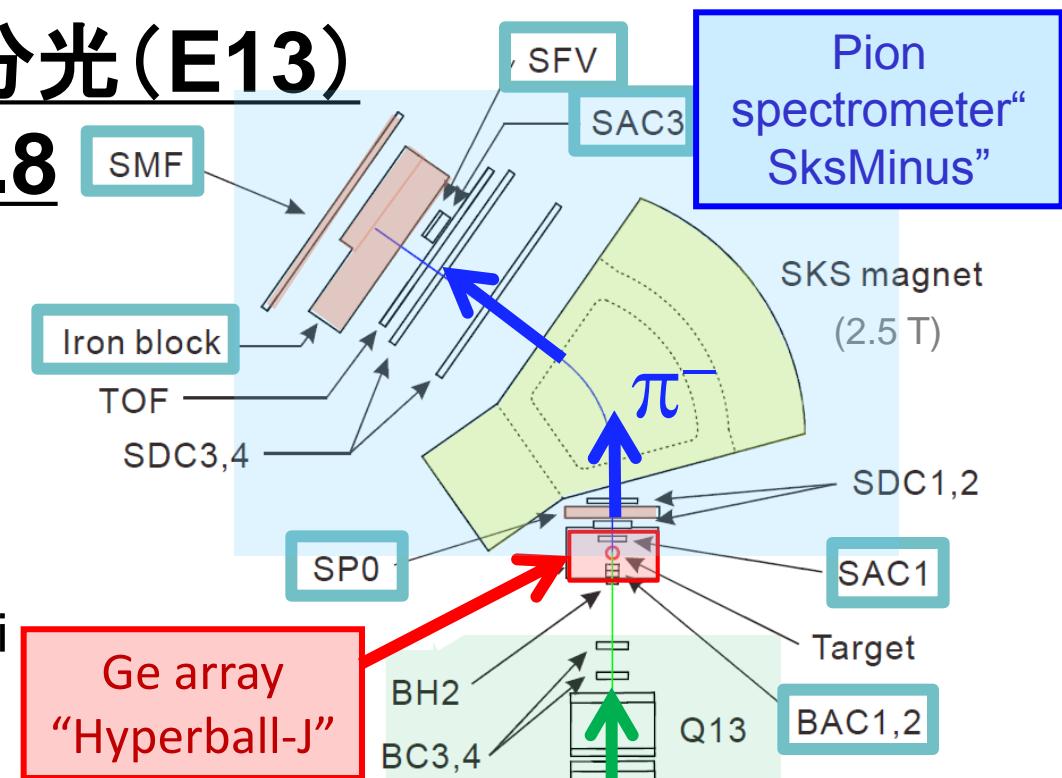


ハイパー核ガンマ線分光(E13)

setup at K1.8



- Tag production of hypernuclei
- Detect γ -rays from hypernuclei



SkSMinus: wide and large acceptance
1.2 ~ 2.0 GeV/c, 0 ~ 20 deg., > 80msr

Phase 1

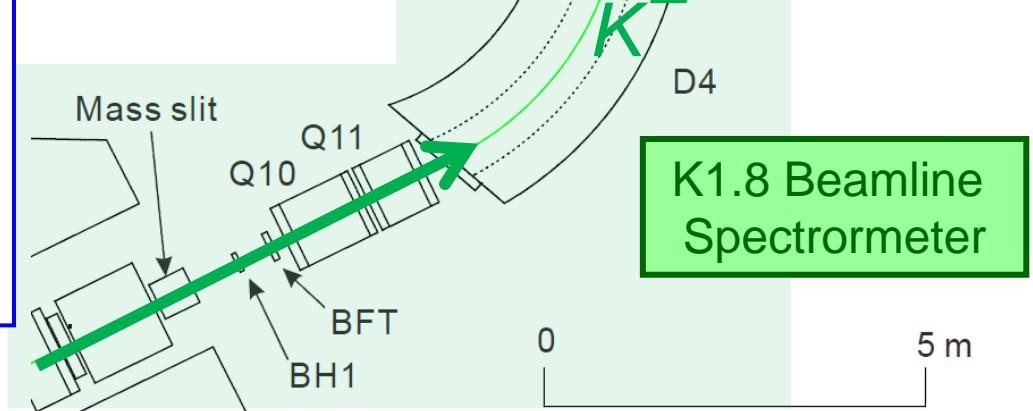
${}^4_{\Lambda}\text{He}$: liq.He target (2.5 g/cm^2)

$$p_K = 1.5 \text{ GeV/c}$$

${}^{19}_{\Lambda}\text{F}$: HF target (20 g/cm^2)

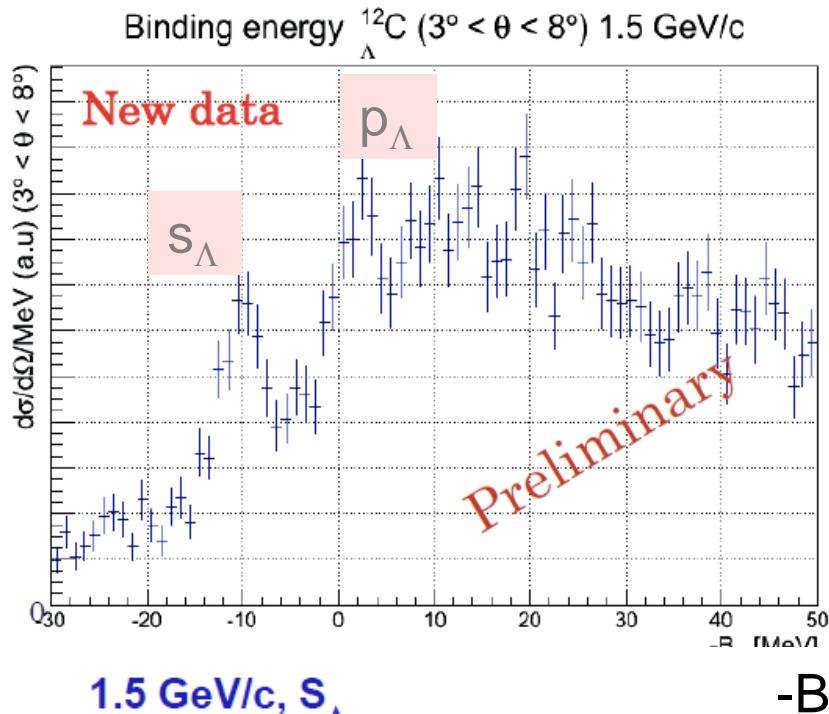
$$p_K = 1.8 \text{ GeV/c}$$

Phase 2: ${}^7_{\Lambda}\text{Li}$, ${}^{10}_{\Lambda}\text{B}$, ${}^{11}_{\Lambda}\text{B}$

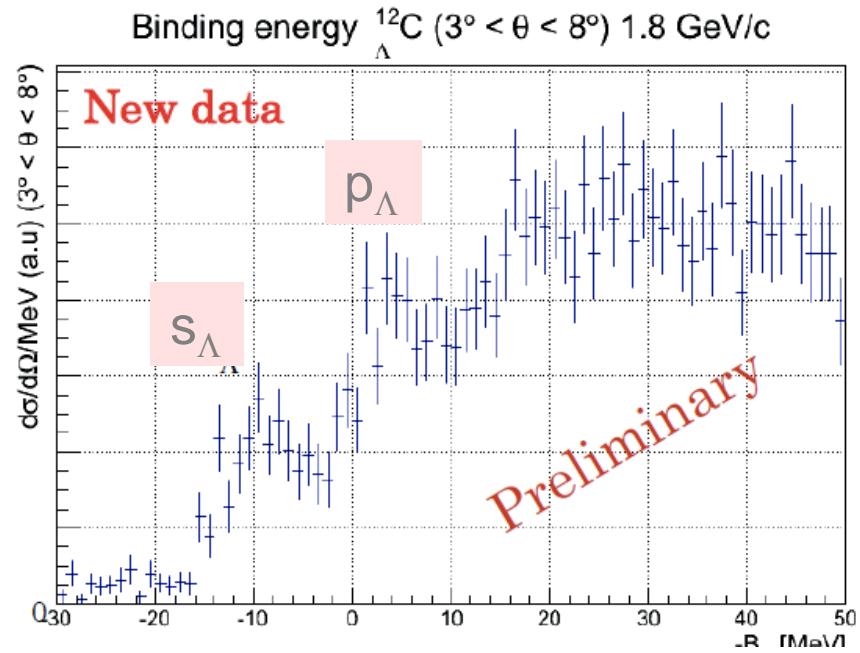


Test data: $^{12}_{\Lambda}$ C production

Target: CH₂ (2.9 g/cm²)



中心値	: $-10.01 \pm 0.31 \text{ MeV}/c^2$
文献との差	: $0.75 \text{ MeV}/c^2$
分解能	: $5.7 \text{ MeV}/c^2$ (FWHM)

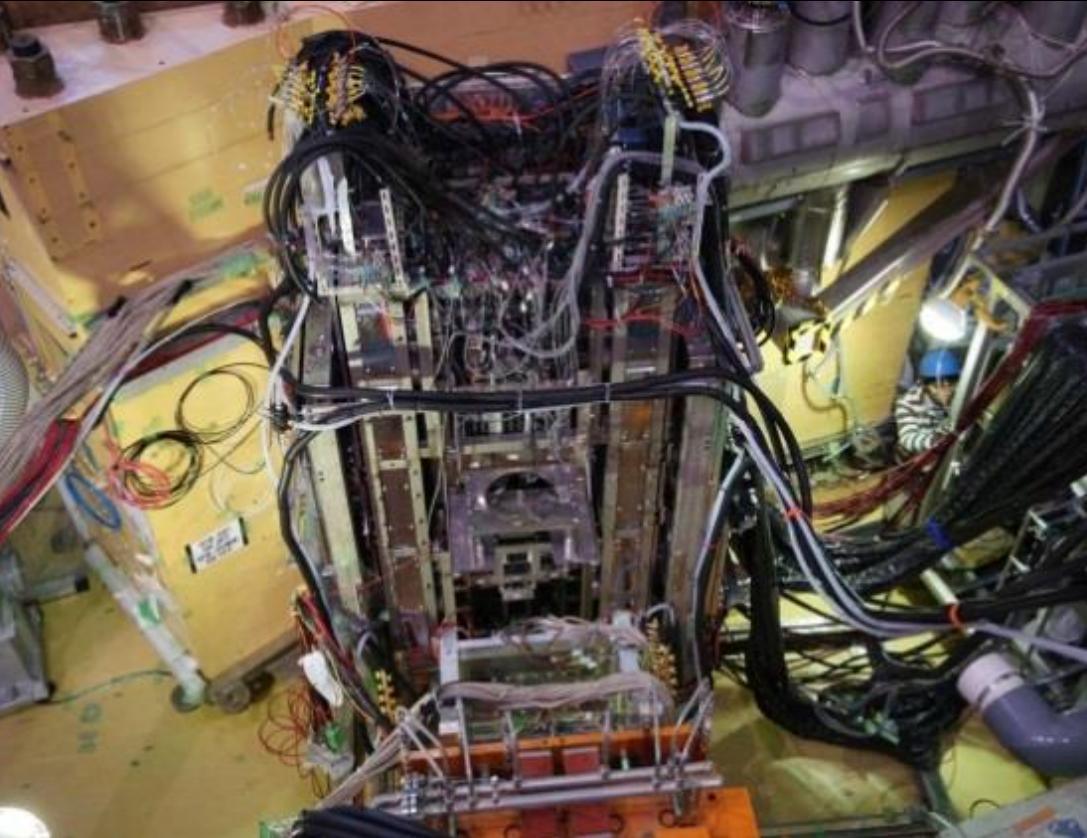
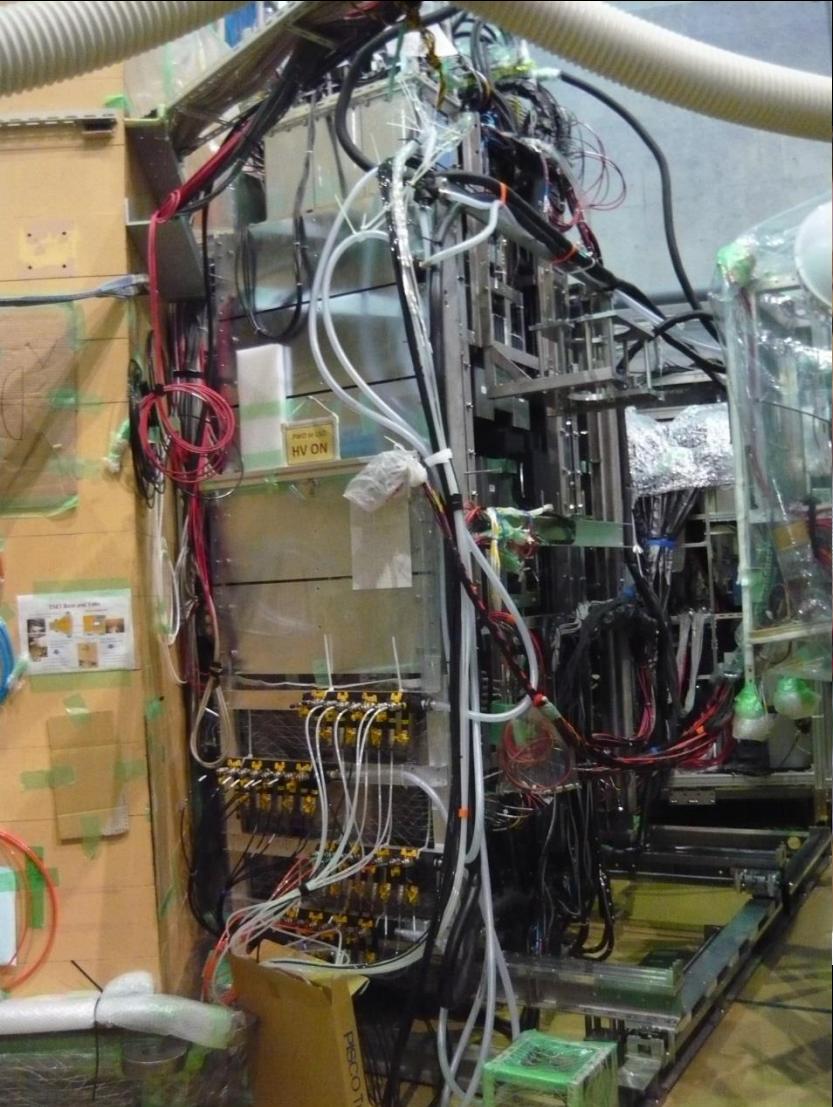


中心値	: $-0.95 \pm 0.87 \text{ MeV}/c^2$
文献との差	: $1.26 \text{ MeV}/c^2$
分解能	: $8.3 \text{ MeV}/c^2$ (FWHM)

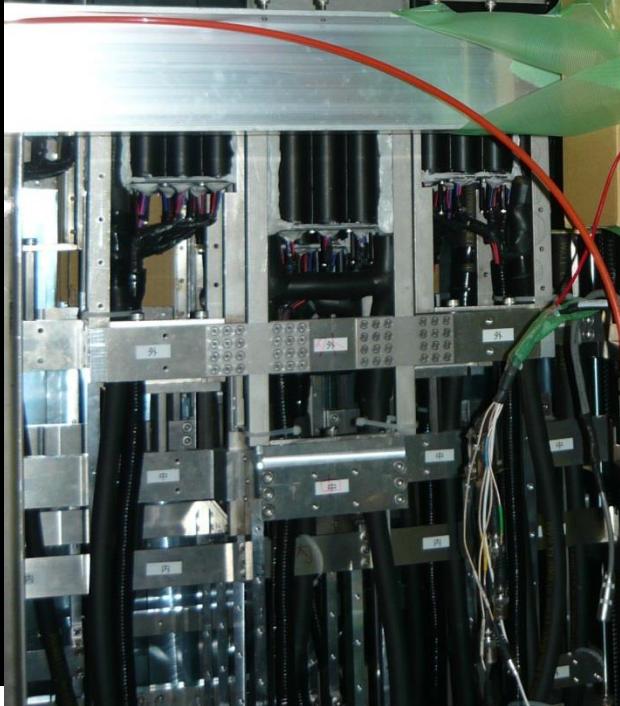
SkSMinusスペクトロメータは動いている
1 GeV/c以上のKビームによる初めての(K-, π-)反応ハイパー核生成

Hyperball-J

installed at K1.8



Hyperball-J installed at K1.8

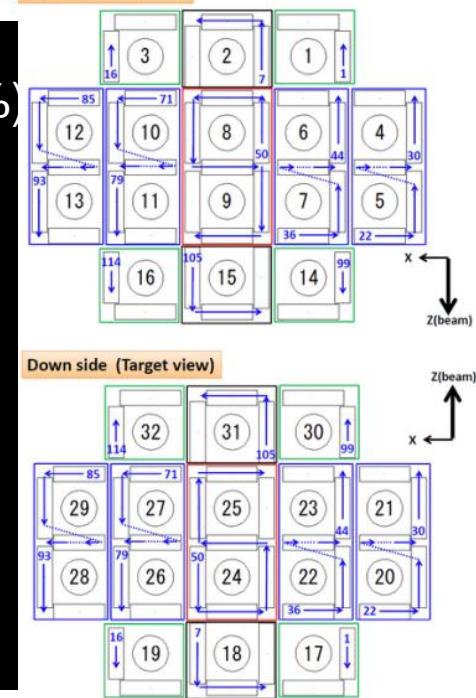


$\varepsilon \sim 6\% @ 1 \text{ MeV w/ 32 Ge(re=60\%)}$

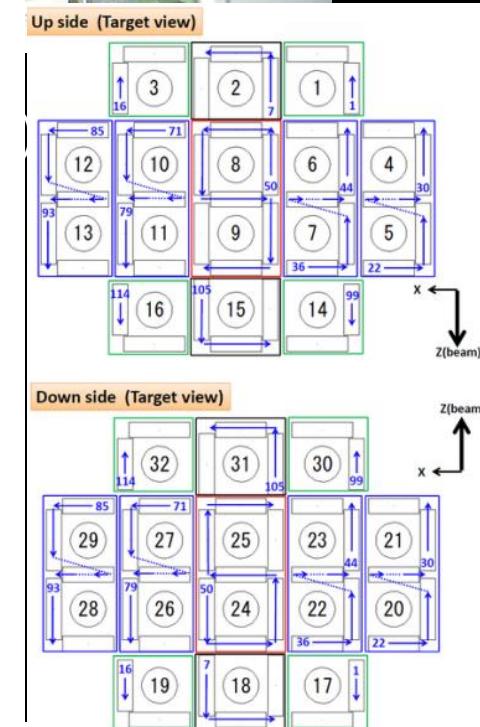
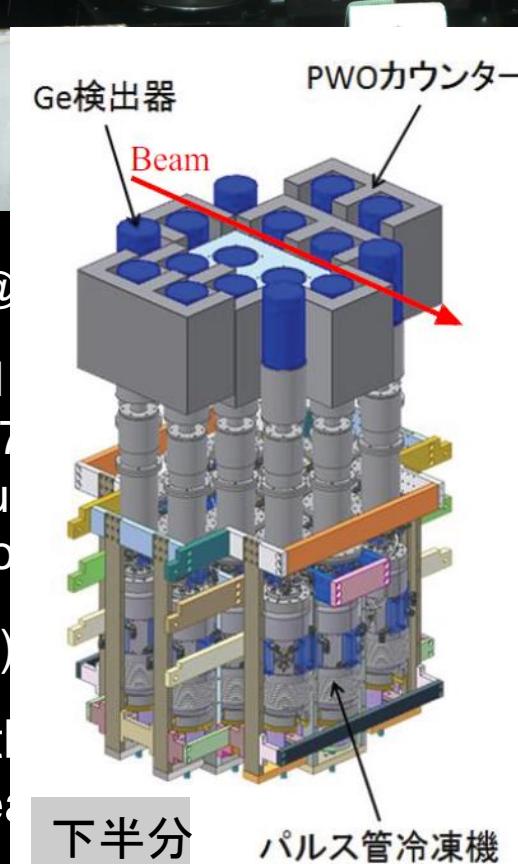
Ge crystal was successfully cooled down to $\sim 70\text{K}$ (c.f. 92K w/LN2) using a pulse-tube refrigerator for radiation hardness.

$\Delta E = 3.1(1) \text{ keV at } 1.33 \text{ MeV}$

All the 28 detectors are ready as scheduled

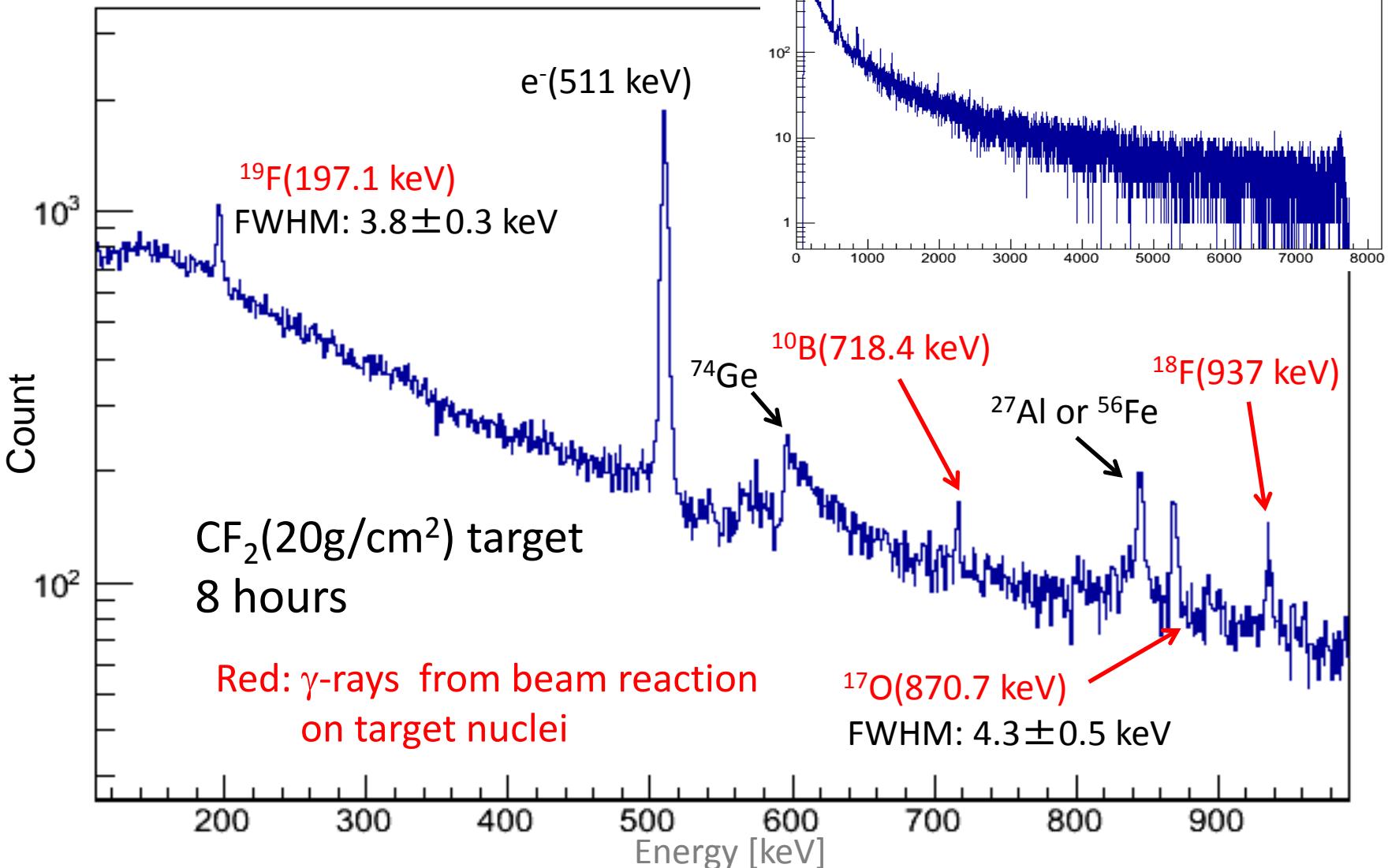


Hyperball-J installed at K1.8

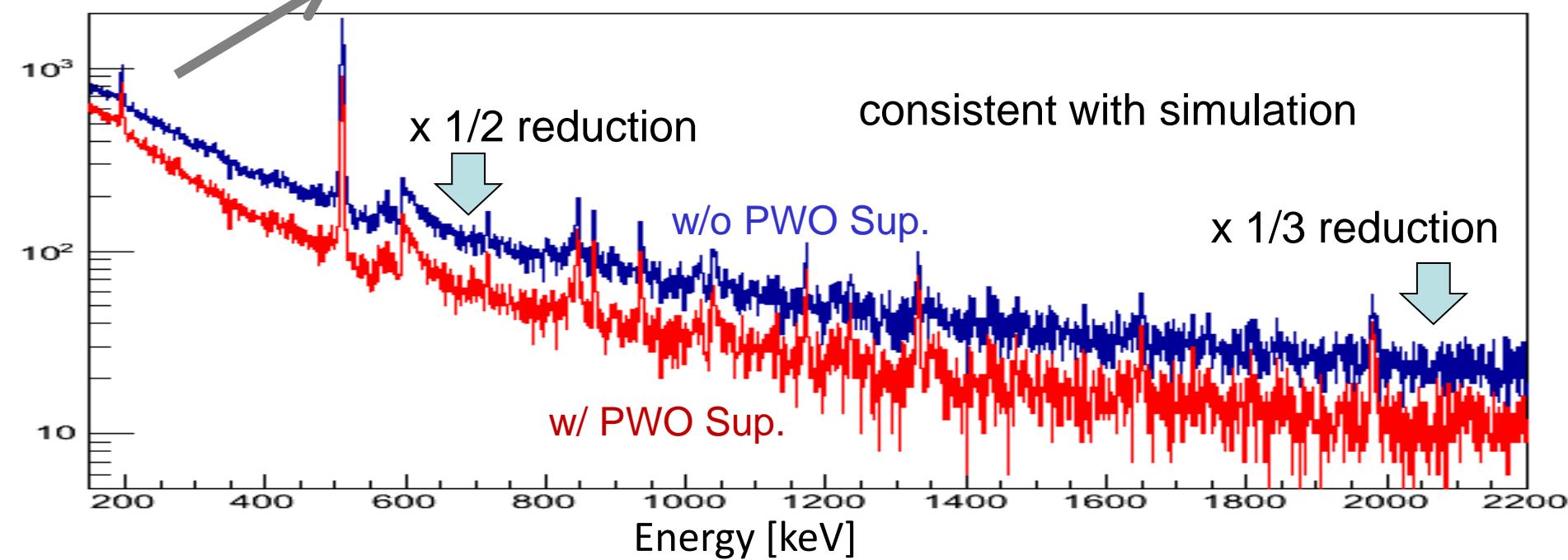
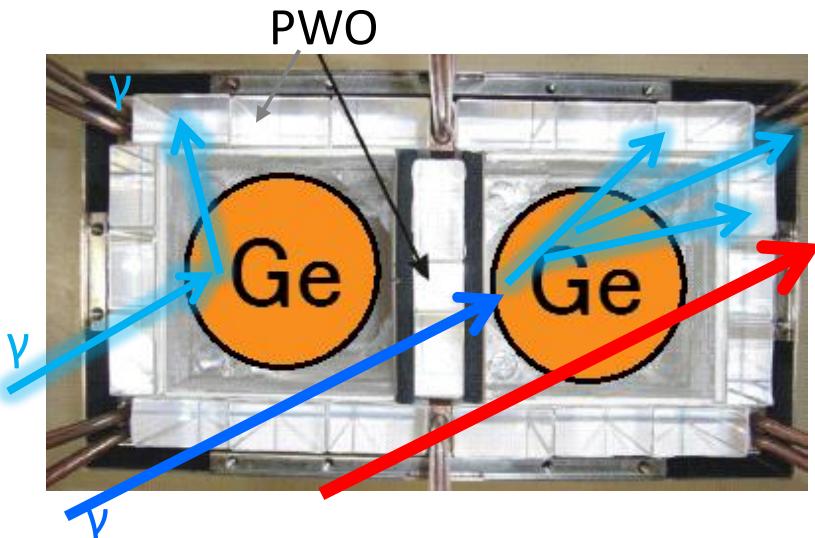
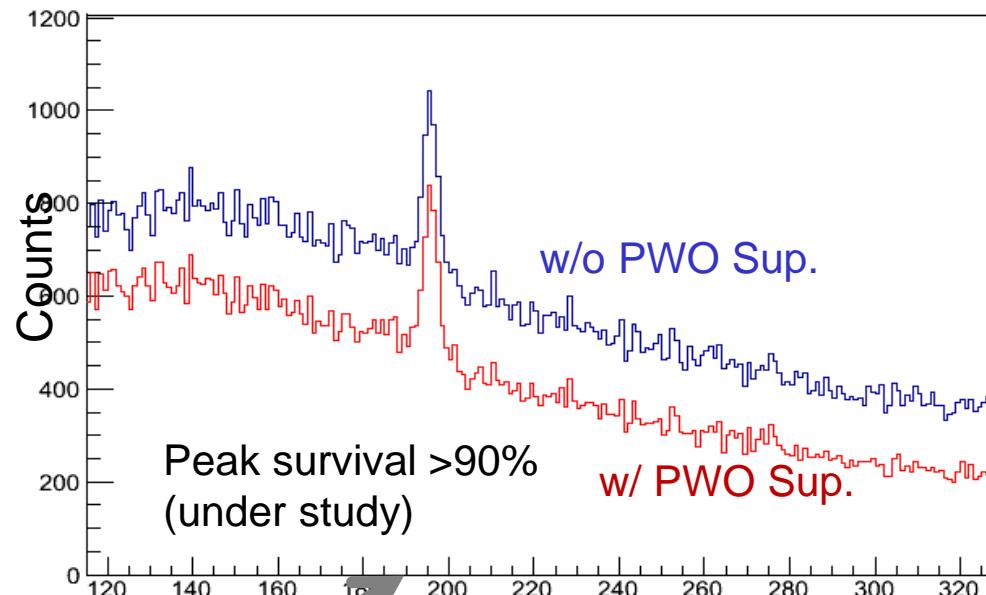


K-ビームでのHyperball-Jのテスト

Ge Adc (added for 16 detectors)

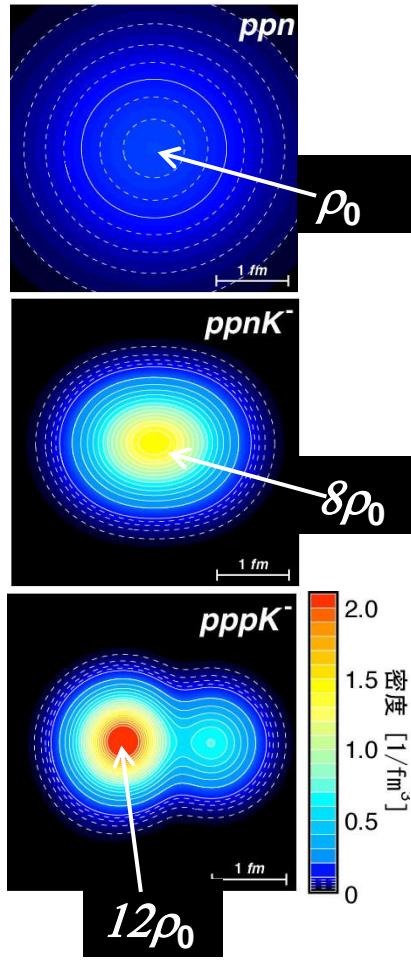
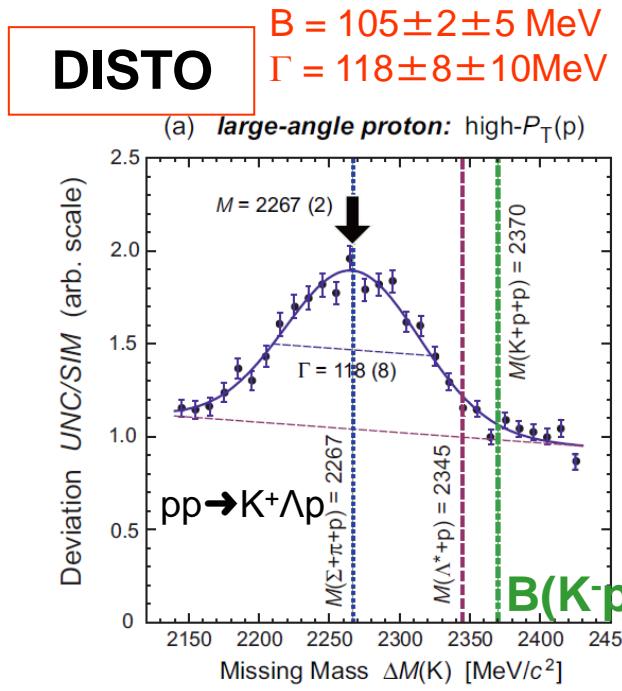
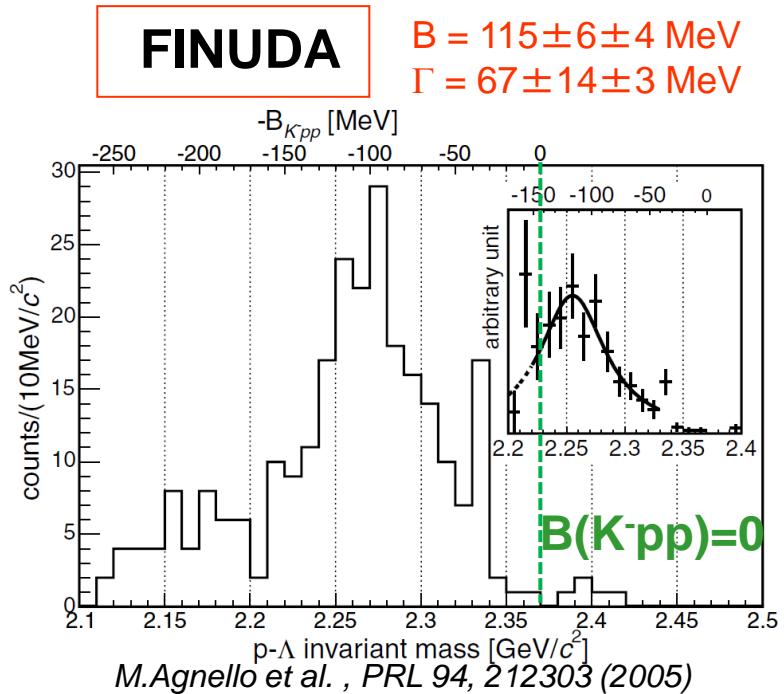


高速PWOバックグランド抑止カウンタの性能



K-原子核束縛状態の探索

- Strong K-p attraction from K- p atomic/scattering data
- Theoretical suggestions.
- K- can make a nucleus extremely dense.
→ The only method to produce cold dense matter.
- K- may condensate in n-star at high ρ
- Experimental hints of K- nuclei
But not confirmed yet



J-PARC E15 experiment

A search for the simplest kaonic nucleus K-pp

1 GeV/c

K-

${}^3\text{He}$

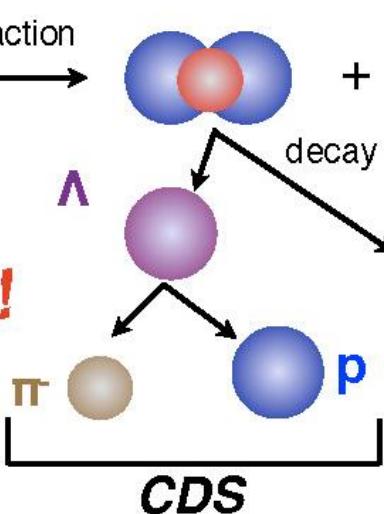
K-pp

1.2~1.3 GeV/c

n

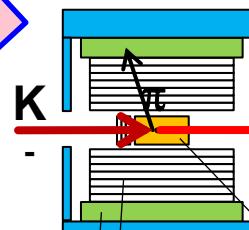
NC formation
Missing mass spectroscopy

detect everything !!!



decay
Invariant mass spectroscopy

CDS



CDC
CDH

(Ushiwaka)

${}^3\text{He}$
target

CVC

n

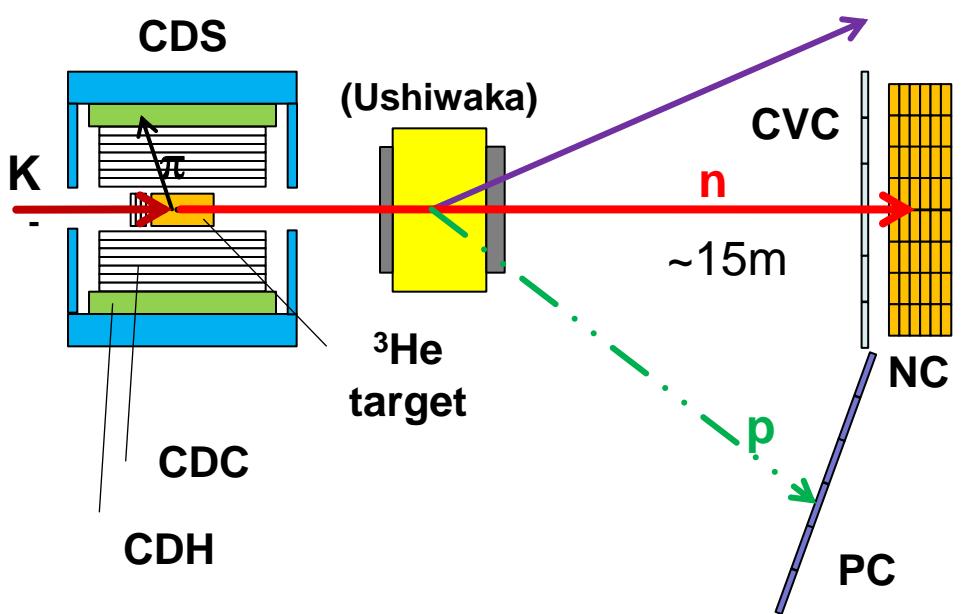
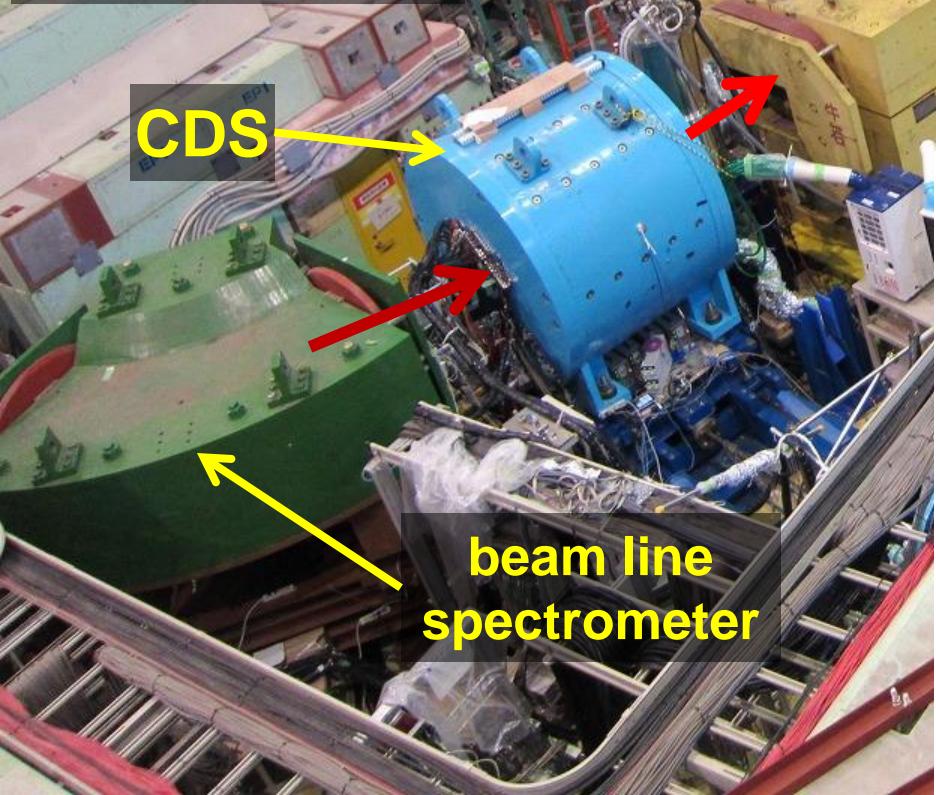
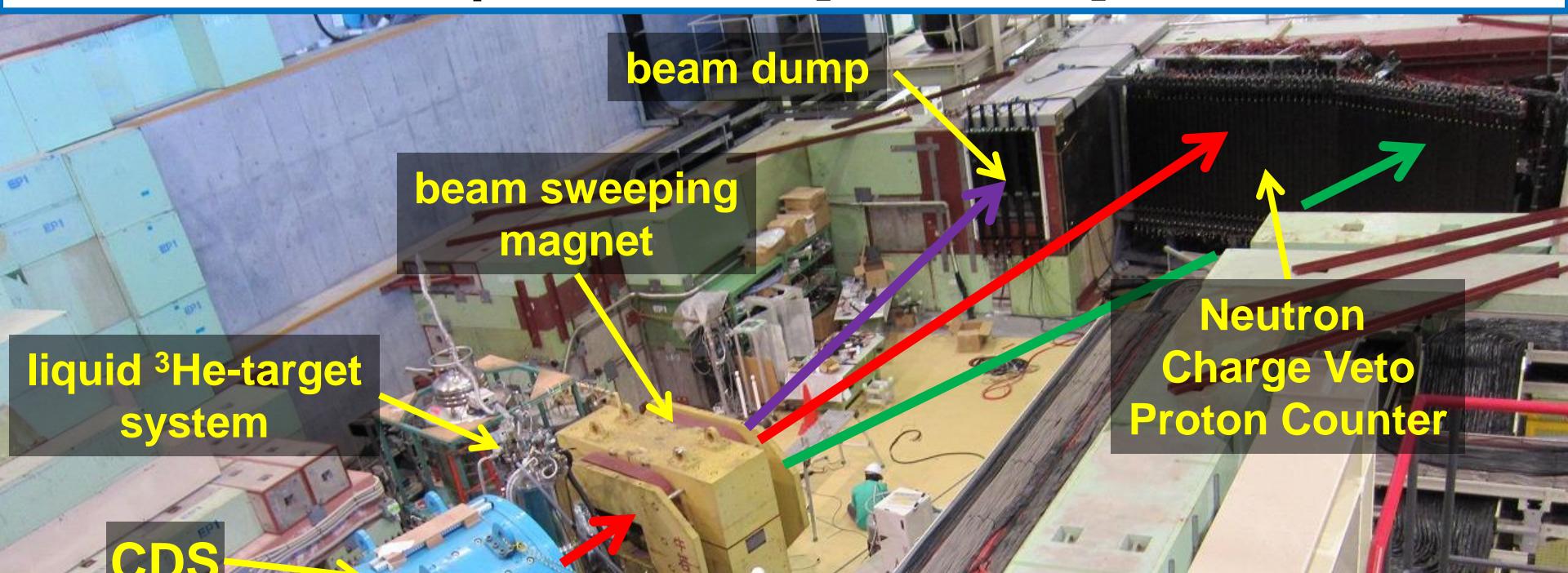
NC

PC

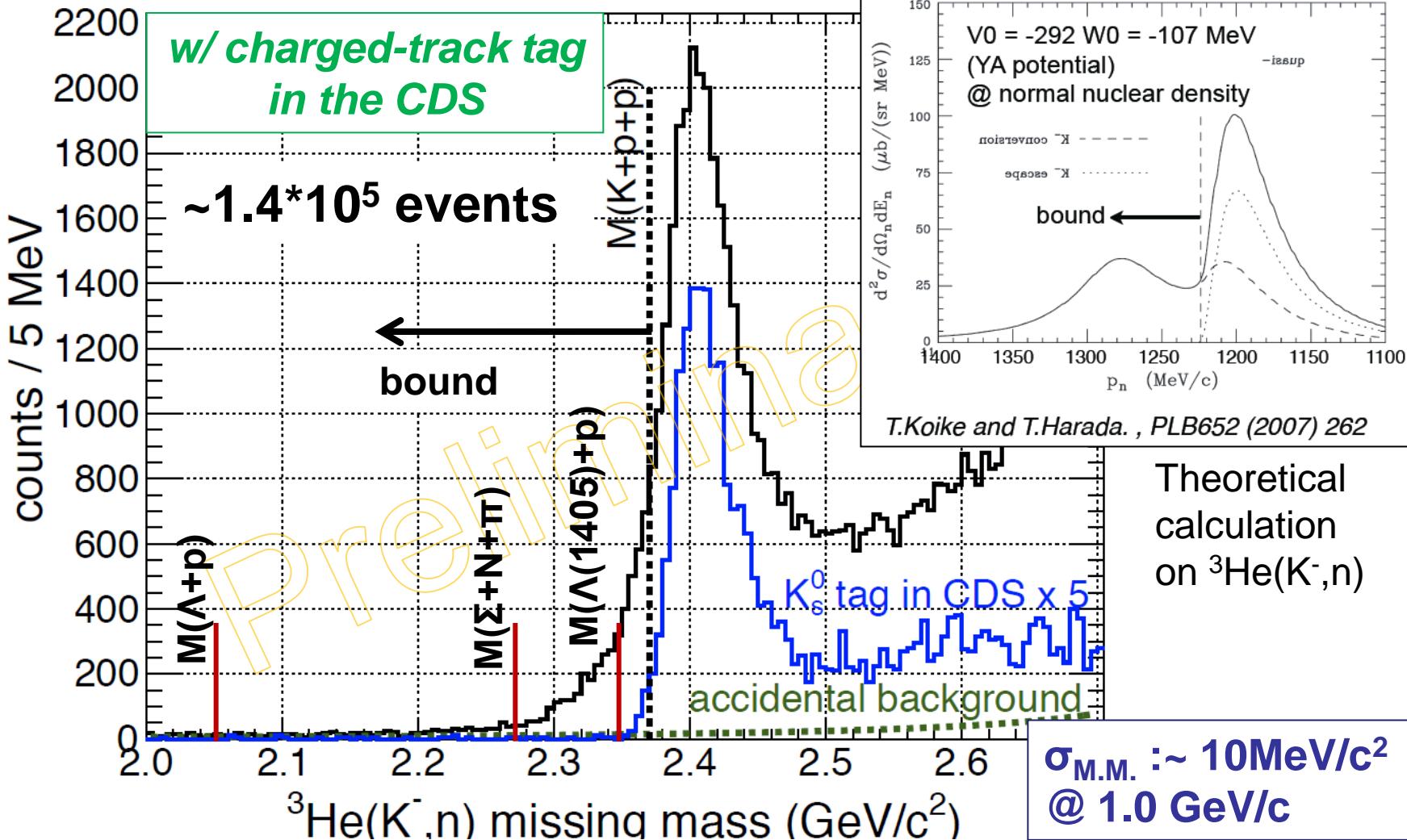
p

K1.8BR spectrometer [Jun. 2012]

Slide from Enomoto



Semi-Inclusive ${}^3\text{He}(\text{K}^-, \text{n})$



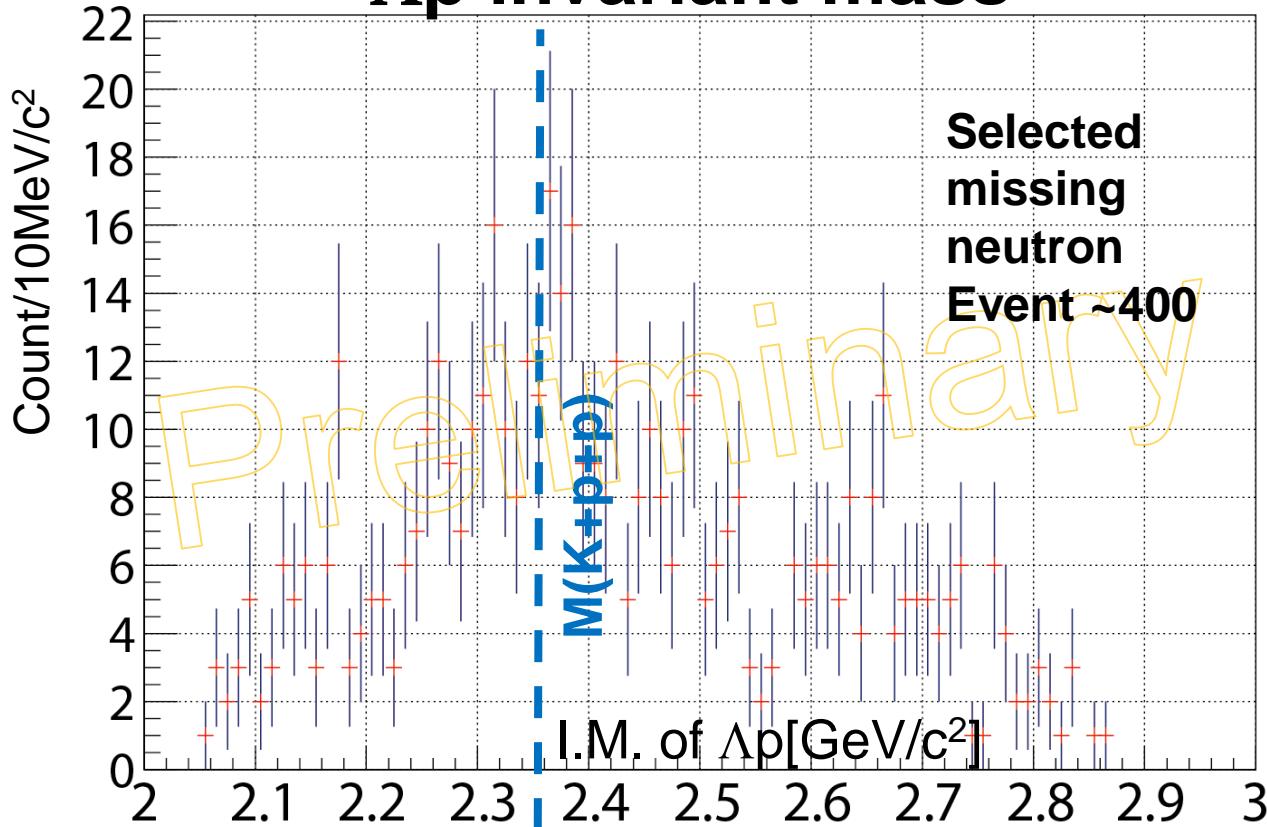
Quasi free peak ($\text{K}^-\text{n} \rightarrow \text{K}^-\text{n}$ & $\text{K}^-\text{p} \rightarrow \text{K}^0\text{n}$) is clearly seen.

The excess in the K-bound region is very interesting,

it's hard to explain by detector resolution.

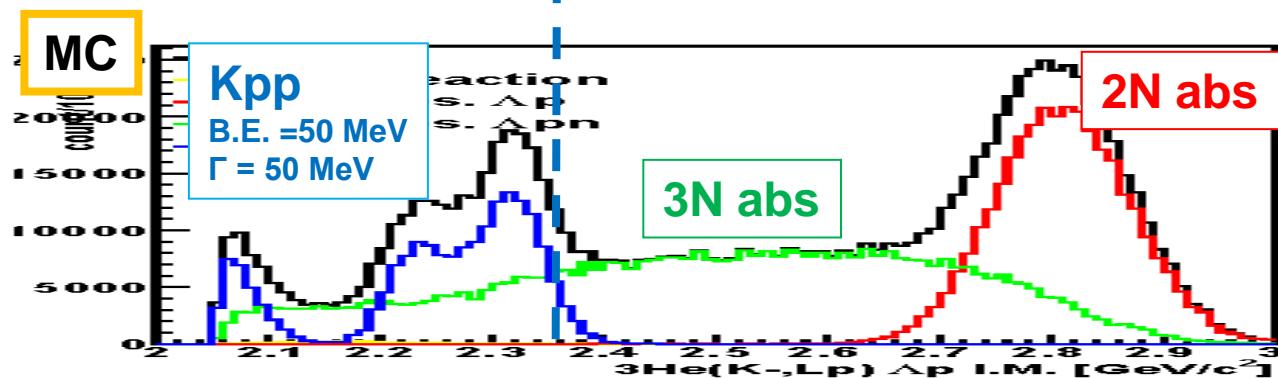
$^3\text{He}(\text{K}^-, \Lambda\text{pn})$ Result

Λp invariant mass



- It seems that
 - 2N abs is very weak.
 - 3N abs may be dominant.
 - careful studies are in progress.

統計が足りない



K-pp prod.: K- 3He □ K-pp n
 $ds/dW=1\text{mb}/\text{sr}$ (isotropic)
 $\text{K-pp} \rightarrow \text{Lp}(25\%), \text{S0p}(25\%), \text{pSp}(50\%)$