

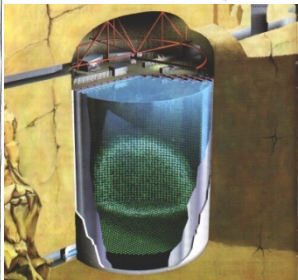
100万トン水チェレンコフ検出器 (ハイパーカミオカンデ)の開発研究

代表者 : 塩澤真人
参加研究者 : 金行健治、梶田隆章、中畑雅行
早戸良成、奥村公宏(宇宙線研)
中村健蔵(IPMU)
相原博昭(東大)

申請額 : 0円
査定額 : 0円
使途 : もらってないので使ってません。

ハイパーカミオカンデ

平成20年度共同利用発表会
2008/Dec/19



Super-K 22kton

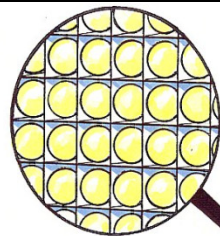
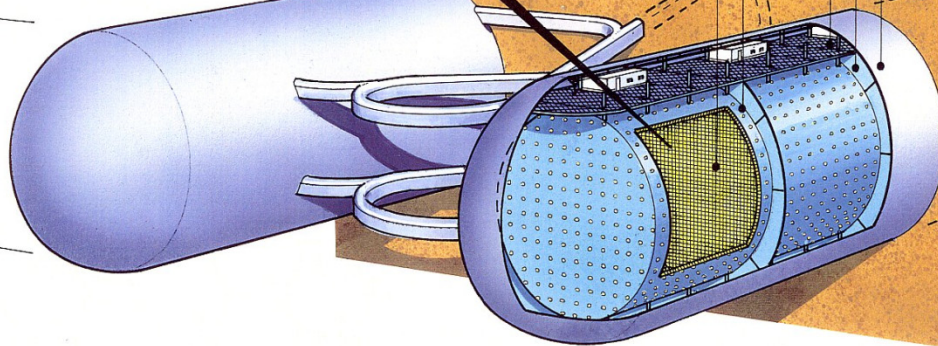


Photo-Detectors

Outer Detector
Inner Detector
Access Drift

Plat form
Opaque Sheet
Liner

Height 54m



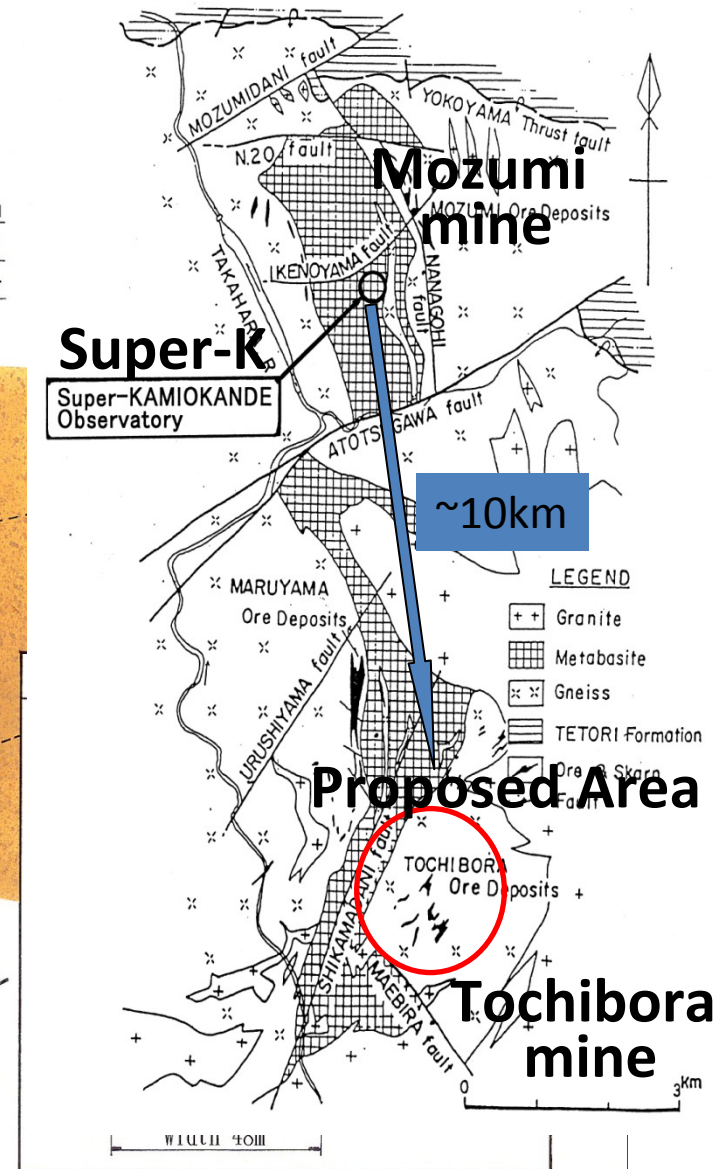
Hyper-K 540kton

Width 48m

Compartment Length 50m

Total Length 250m (5 Compartments)

GEOLOGY AND ORE DEPOSITS OF KAMIOKA MINE



メガトン水チェレンコフ検出器でめざす物理

- 核子崩壊の探索
- 未知ニュートリノ振動パラメータの決定
 - (CP phase, θ_{13} , mass hierarchy, θ_{23} octant)
- 振動パラメータの精密測定
- 超新星バーストの観測による超新星爆発過程の精密観測
- 超新星背景ニュートリノスペクトラムの測定

メガトン水チェレンコフ検出器の 実現にむけての問題点

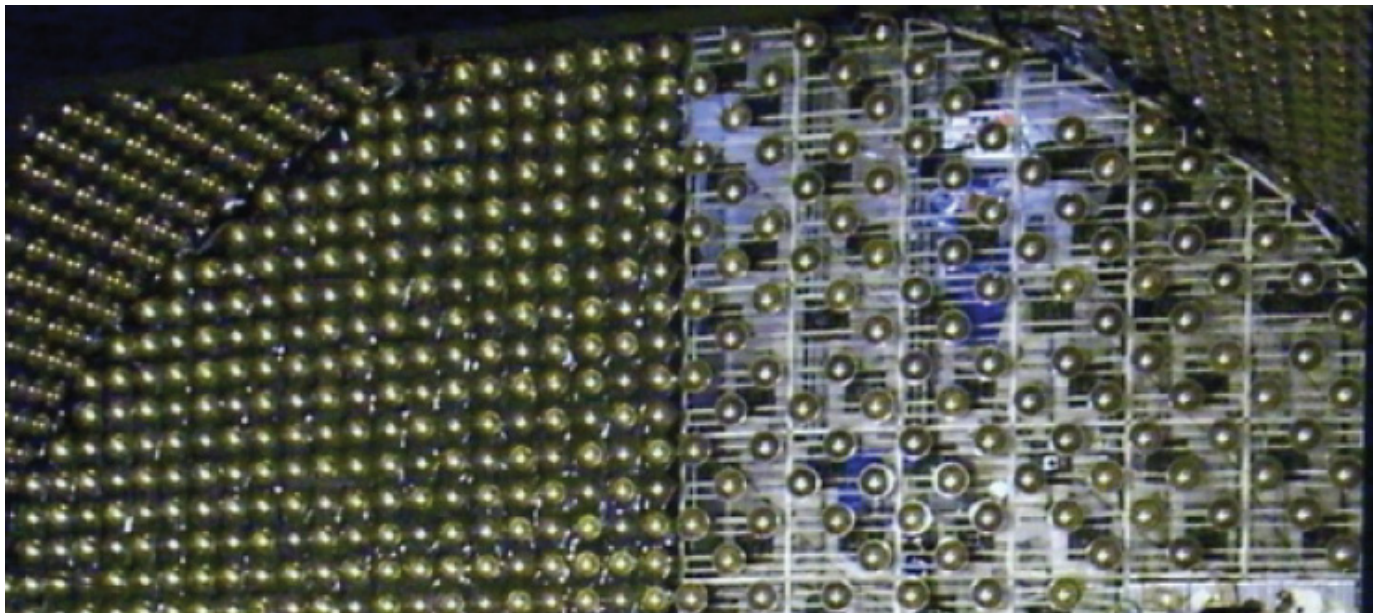
- コスト
 - SK-IIIと同様の40% photo coverageを20inch PMTでおこなうと ➡ $200,000 \text{PMT} \times 30 \text{万円} = 600 \text{億円}$
- どこまでphoto coverageを減らしても、めざす物理が達成できるか。
- (同等の性能で安価な光センサーは？)

どこまでphoto coverageを減らしても、めざす物理が達成できるか。

SK-IとSK-IIでの核子崩壊探索の比較

SK-III (~SK-I)

SK-II



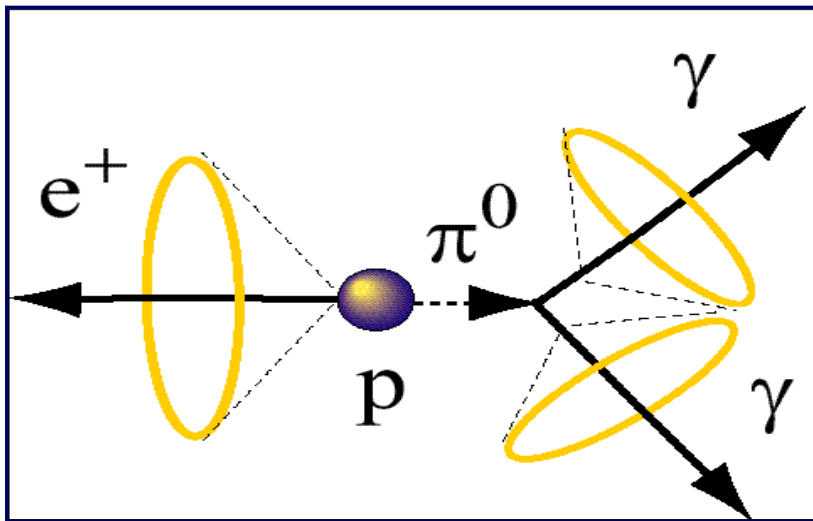
SK-I : photo coverage 40%

SK-II: 19%

SK-I, IIでの核子崩壊の探索 ($N \rightarrow l^+ m$)

(西野 Doctor thesis)

$p \rightarrow e^+ \pi^0$ search

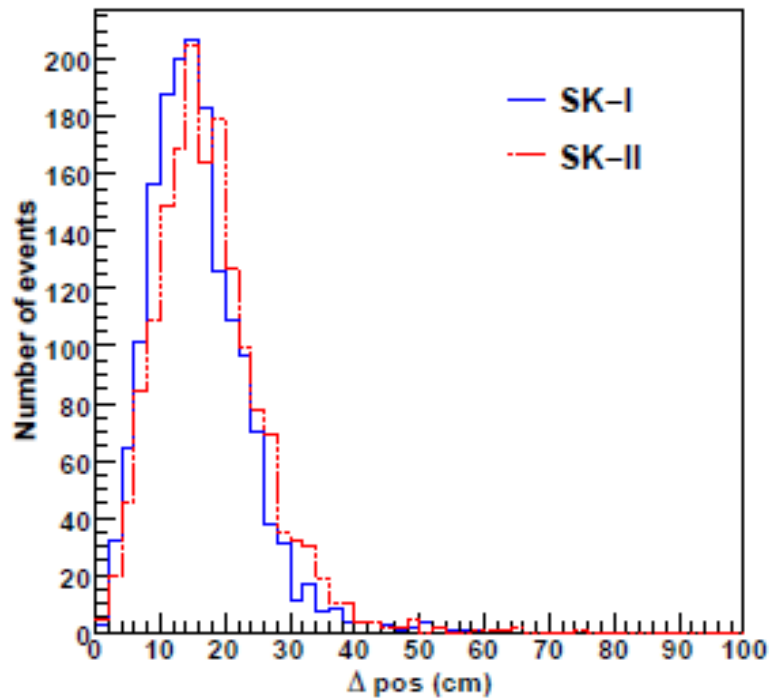


selection criteria

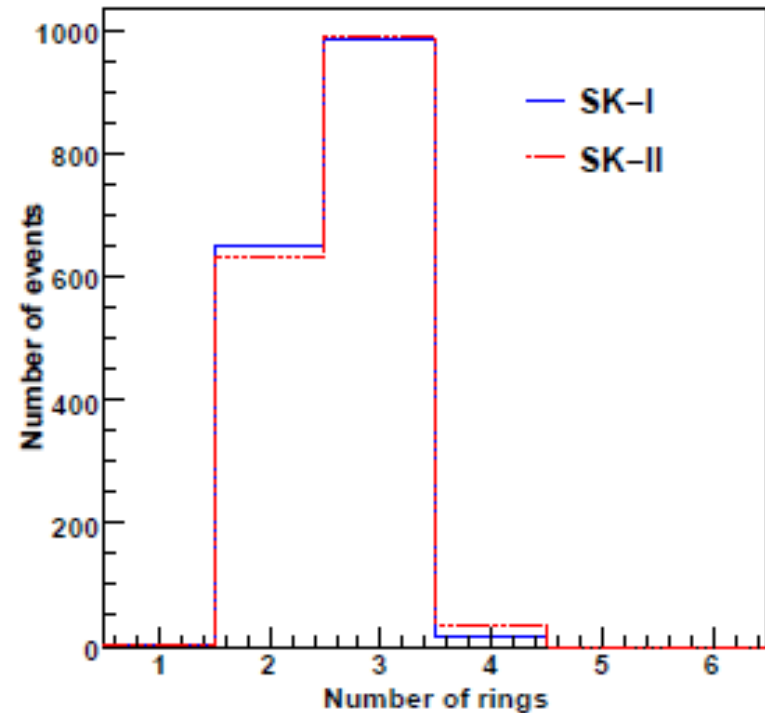
- 2 or 3 ring
- すべてelectron like (shower like)
- $85 \text{ MeV}/c^2 < M_{\pi^0} < 185 \text{ MeV}/c^2$
- (for 3ring event)
- No decay electron
- $800 \text{ MeV}/c^2 < M_{\text{all}} < 1050 \text{ MeV}/c^2$
- $P_{\text{total}} < 250 \text{ MeV}/c$

SK-I, IIでの核子崩壊の探索 ($N \rightarrow e^+ \pi^0$)

vertex分布(Δpos)



ring数分布

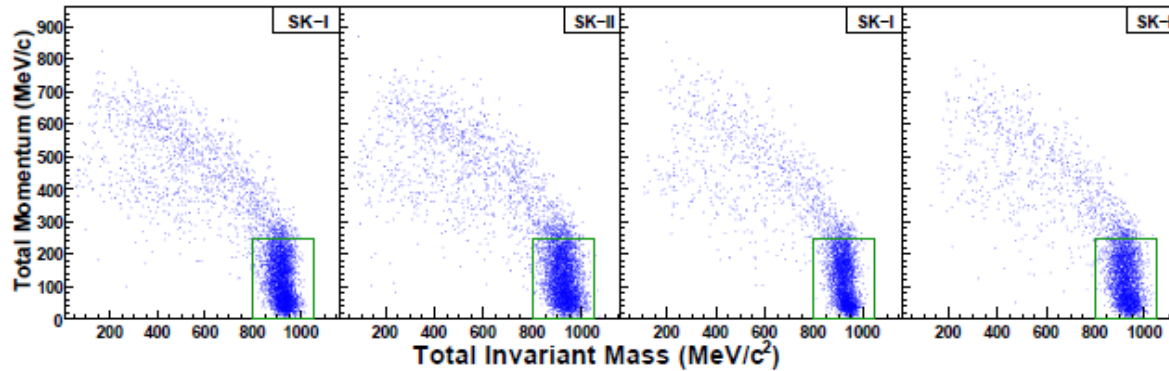


SK-IとSK-IIで、vertex reconstruction、ring数 reconstructionの性能に大きな差は無い。

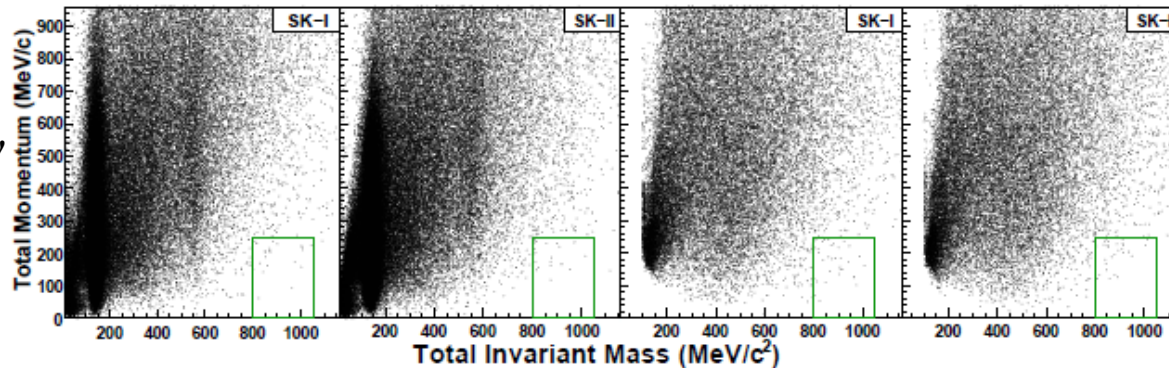
SK-I, IIでの核子崩壊の探索 ($N \rightarrow e^+ \pi^0, \mu^+ \pi^0$)

$p \rightarrow e^+ \pi^0$ SK-I SK-II $p \rightarrow \mu^+ \pi^0$ SK-I SK-II

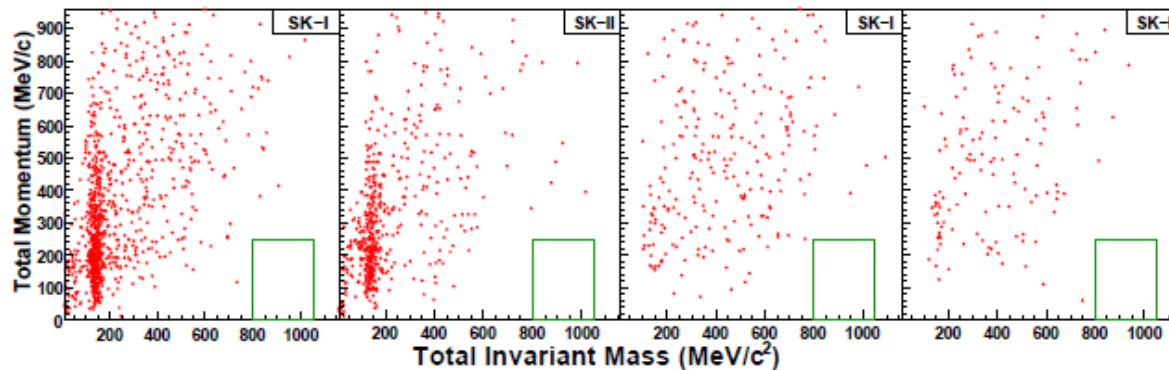
P-decay MC



atmospheric ν
MC



data



SK-I, IIでの核子崩壊の探索 ($N \rightarrow l^+ m$)

(西野 Doctor thesis)

	Eff.($\times$ Br.)(%)		BG events		Candidates	
	SK-I	SK-II	SK-I	SK-II	SK-I	SK-II
$p \rightarrow e^+ \pi^0$	44.6	43.5	0.20	0.11	0	0
$p \rightarrow \mu^+ \pi^0$	35.5	34.7	0.23	0.11	0	0
$p \rightarrow e^+ \eta$						
($\eta \rightarrow 2\gamma$)	18.8	18.2	0.19	0.09	0	0
($\eta \rightarrow 3\pi^0$)	8.1	7.6	0.08	0.08	0	0
$p \rightarrow \mu^+ \eta$						
($\eta \rightarrow 2\gamma$)	12.4	11.7	0.03	0.01	0	0
($\eta \rightarrow 3\pi^0$)	6.1	5.4	0.30	0.15	0	2
$p \rightarrow e^+ \rho^0$	4.9	4.2	0.23	0.12	0	0
$p \rightarrow \mu^+ \rho^0$	1.8	1.5	0.30	0.12	1	0
$p \rightarrow e^+ \omega$						
($\omega \rightarrow \pi^0 \gamma$)	2.4	2.2	0.10	0.04	0	0
($\omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$)	2.5	2.3	0.26	0.13	1	0
$p \rightarrow \mu^+ \omega$						
($\omega \rightarrow \pi^0 \gamma$)	2.8	2.8	0.24	0.07	0	0
($\omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$)	2.7	2.4	0.10	0.07	0	0
$n \rightarrow e^+ \pi^-$	19.4	19.3	0.16	0.11	0	0
$n \rightarrow \mu^+ \pi^-$	16.7	15.6	0.30	0.13	1	0
$n \rightarrow e^+ \rho^-$	1.8	1.6	0.25	0.13	1	0
$n \rightarrow \mu^+ \rho^-$	1.1	0.94	0.19	0.10	0	0

SK-I :1489day

SK-II: 799day

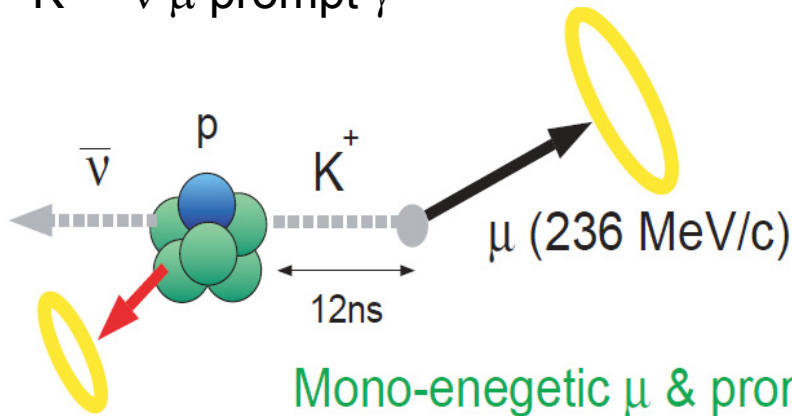
SK-II(photo coverage 19%)でも
SK-I(photo coverage 40%)と
これらのモードではefficiency,
BGの差が少ない。

どのモードでも十分BGが少ない。

SK-I, IIでの核子崩壊の探索 ($p \rightarrow \bar{\nu} K^+$)

(三浦)

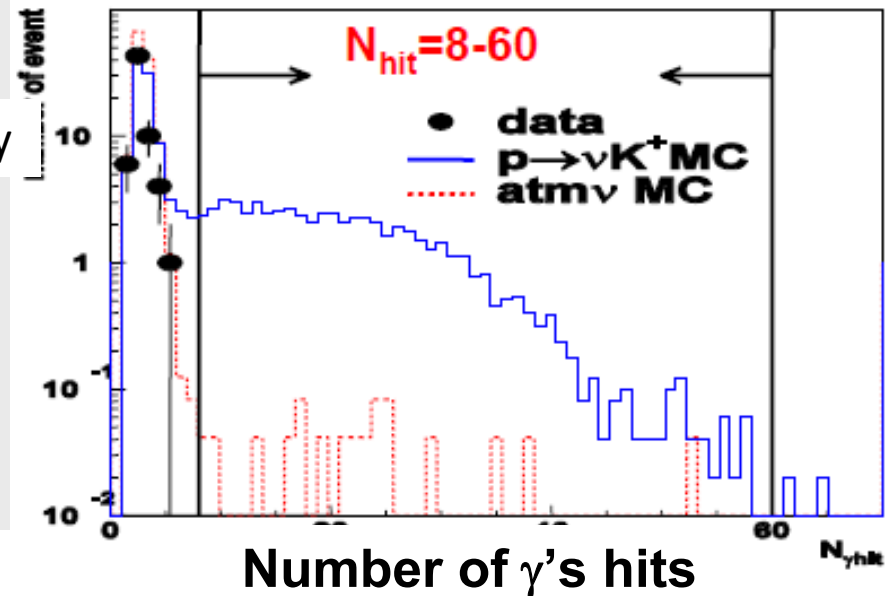
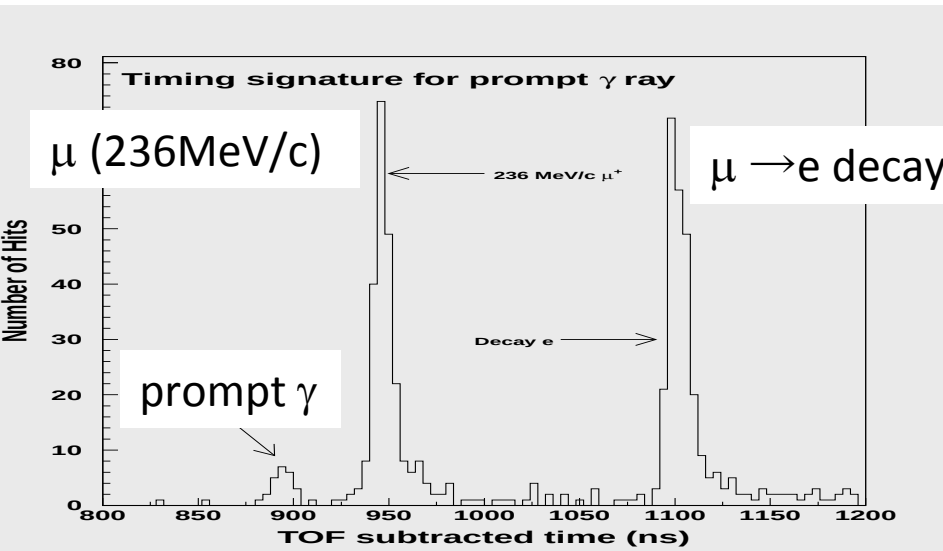
$K^+ \rightarrow \bar{\nu} \mu \text{ prompt } \gamma$



Mono-energetic μ & prompt γ

prompt - γ (6.3 MeV)

TOF subtracted time (nsec)



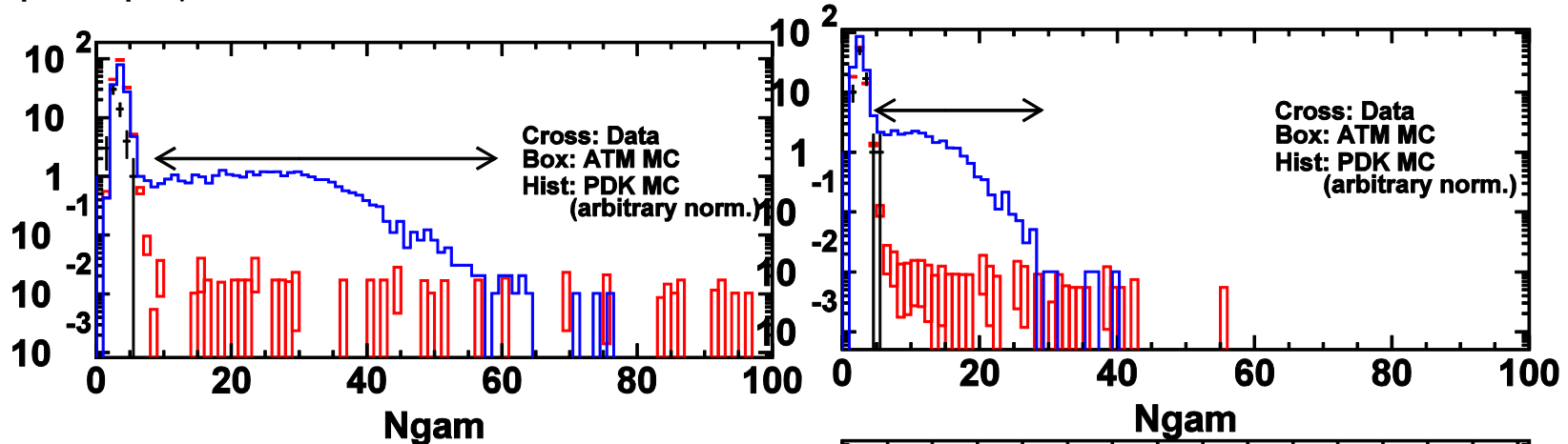
SK-I, IIでの核子崩壊の探索 ($p \rightarrow \nu K^+$)

$K^+ \rightarrow \nu \mu \text{ prompt } \gamma$

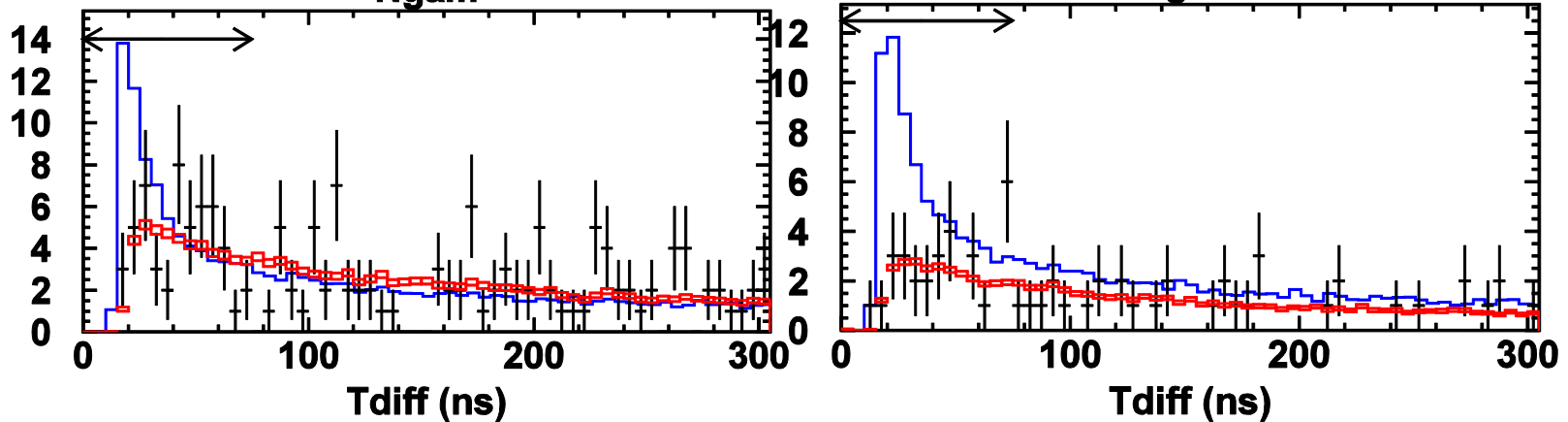
SK-I

SK-II

N_γ



$T_\gamma - T_\mu$



SK-I, IIでの核子崩壊の探索 ($p \rightarrow \nu K^+$)

	SK-I 1498day	SK-II 799day	
$K^+ \rightarrow \mu\nu + \text{prompt } \gamma$			
•efficiency	7.2%	5.8%	
•BG	0.16	0.08	
•limit	8.5×10^{32}	3.6×10^{32}	
$K^+ \rightarrow \mu\nu \text{ w/o } \gamma$			
•efficiency	37%	36%	
•BG			
•limit	4.7×10^{32}	2.8×10^{32}	
$K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$			
•efficiency	6.2%	4.8%	
•BG	0.43	0.31	
•limit	8.1×10^{32}	3.4×10^{32}	$\varepsilon(\text{SK-II}) / \varepsilon(\text{SK-I})$
merged limit	20×10^{32}	8.5×10^{32}	$\sim 80\%$

$2.8 \times 10^{33} \text{year}$

Summary

- メガトン級水チェレンコフ検出器を実現し、核子崩壊の探索、ニュートリノ物理のさらなる研究をめざしたい。
- 最近のSK-I,IIの核子崩壊の探索により、SK-Iの約半分のphoto coverageで、
 - $N \rightarrow l^+ m$ modeでほぼSK-Iと同等のefficiency
 - $p \rightarrow \nu K^+$ で80%のefficiency
 - small BGが達成できることがわかった。
- メガトン級水チェレンコフ検出器で、核子崩壊の探索につて、 $N \rightarrow l^+ m$ 、 $p \rightarrow \nu K^+$ modeは20% photo coverageでも行うことができる。

