

J-PARC RCSからの3GeV陽子ビーム を用いたニュートリノ実験

太田, IPNS, KEK

2013/Mar/09

実験の目的

- ステライルニュートリノ探索
- $E_\nu = 235.5 \text{ MeV}$ での
ニュートリノ-核子反応の理解

方法

- J-PARC RCS 3GeV陽子ビームをMLFの水銀標的に当てて生じる K, π, μ 粒子の静止崩壊をニュートリノ源とする
- ニュートリノ源から20-100mの距離に検出器を置く
- 予備実験:250L液体アルゴン(検討中)、1tプラスチックシンチレータ(設置済)
本実験:有機液体シンチレータ
+ミネラルオイル

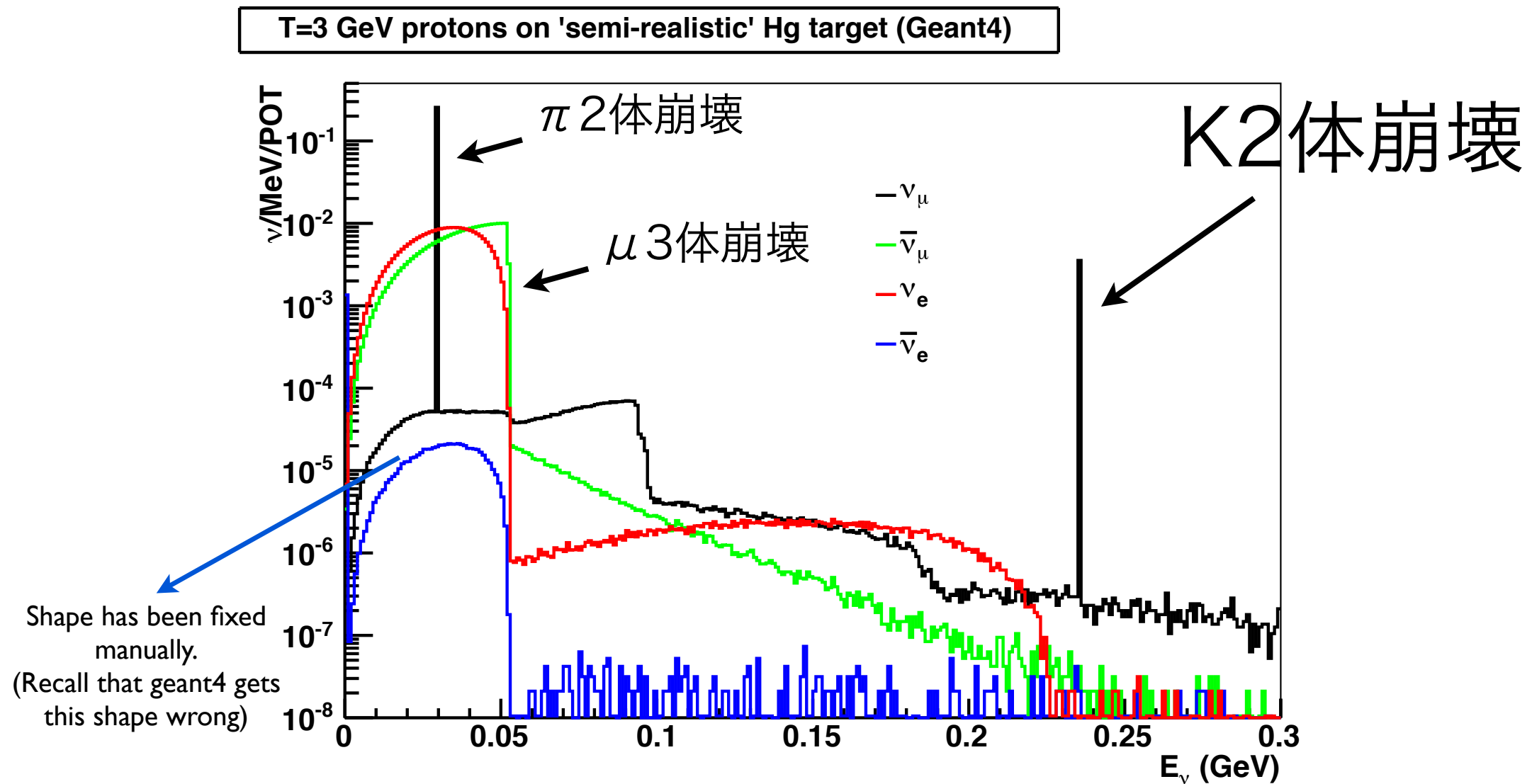
メリット

- 静止崩壊を用いるのでスペクトルの形状がよくわかっている
- 近い将来に1MW陽子ビームになるので大量のニュートリノ生成が期待できる(現在300kW)
- ビームのタイミングでトリガをかけて宇宙線、環境放射線バックグラウンドを減らせる

デメリット

- ビーム由来のバックグラウンド(中性子)が多い可能性がある

Flux



by Joshua Spitz(MIT) using Geant4

1MW陽子ビーム = 3×10^{22} protons on target/year

235.5 MeV ν_μ /proton = 0.0035 (Geant4)

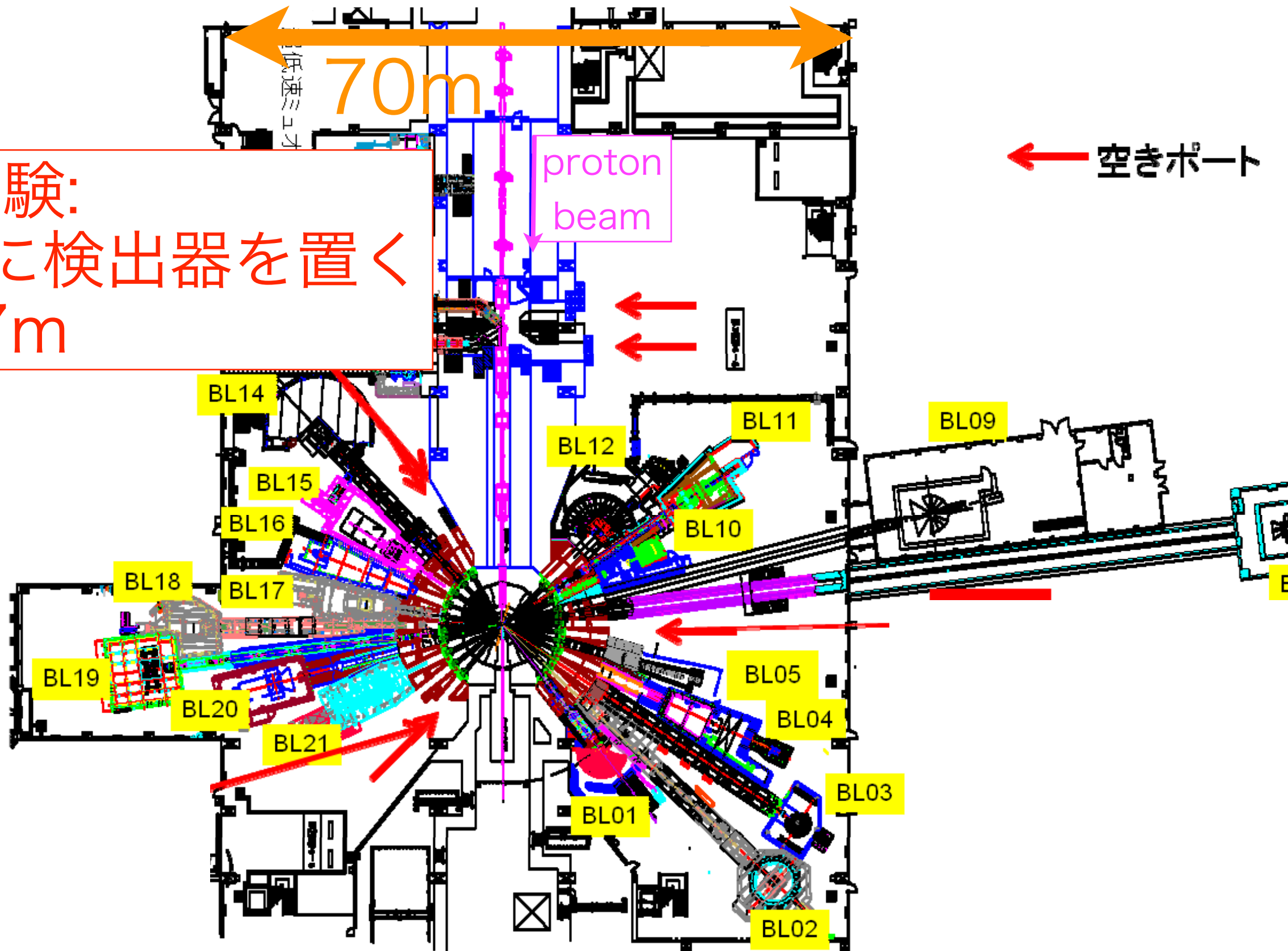
Flux(235.5MeV ν_μ) = $1.9 \times 10^{12}/\text{cm}^2/1\text{MW}/\text{year}@L=17\text{m}$

ニュートリノ - 核子反応研究への寄与

- K粒子の2体崩壊由来の
monochromatic(235.5MeV)
ミューオンニュートリノ - 核子反応が
測れるので、
原子核モデルを適用しやすい

MLF layout

予備実験:
BL13に検出器を置く
L ~ 17m



予備実験: 1tプラスチックシンチレータ

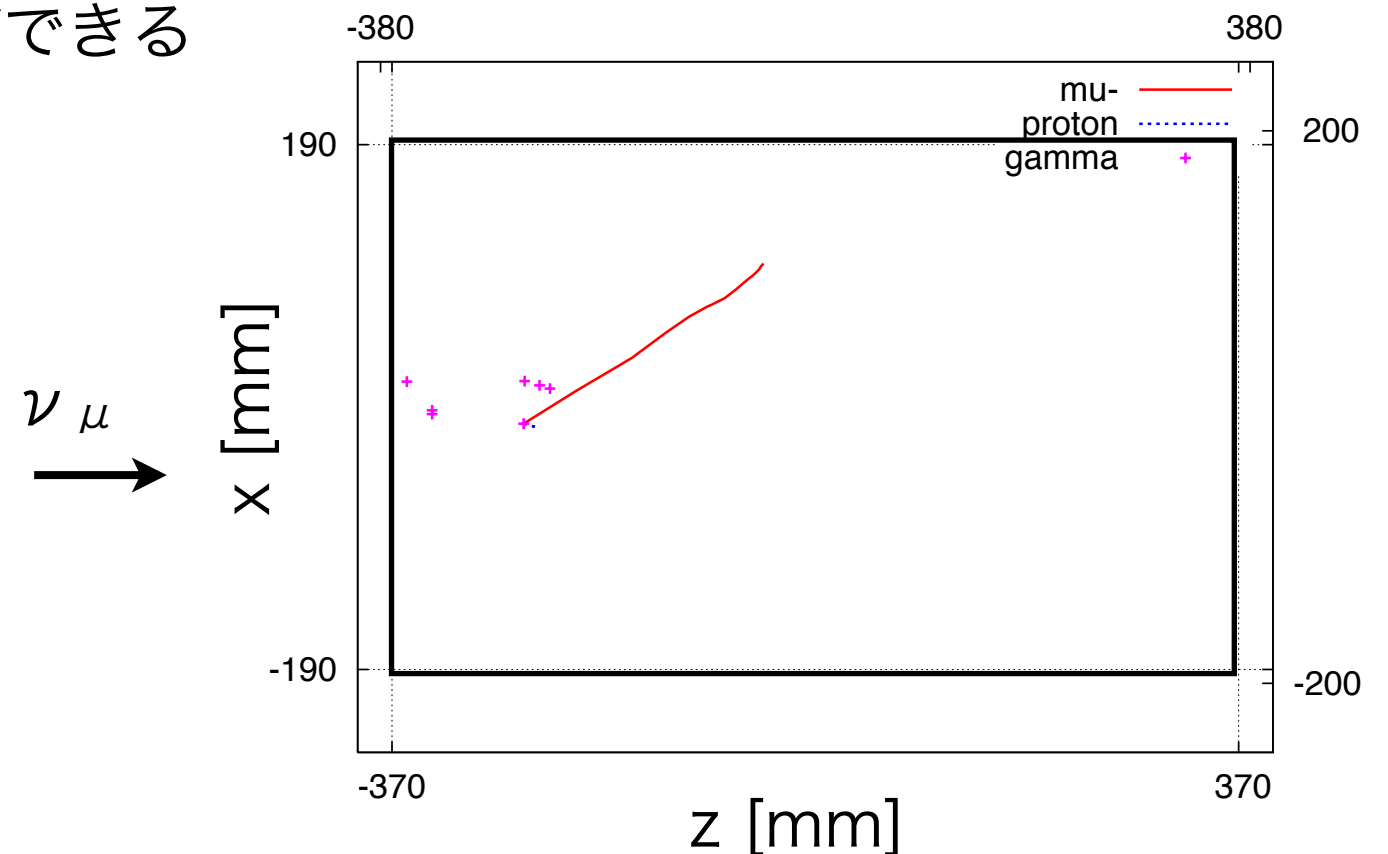
- 既にMLF内に設置、データ取得準備中、今年6月末まで測定予定
- 主目的: バックグラウンド測定
- $N(\nu_{\mu}@235.5\text{MeV})$
~ 340 events/300kW/yr@L=17m
(acceptance考慮せず)
- 粒子識別できない

2013/Feb/26
設置作業中
写真



予備実験: 250L液体アルゴンTPC

- 今年6月のテストビームによるR&Dを終えた後、長期シャットダウン後に設置することを検討中(今夏propose予定)
- Kaon production rate を測る
- $N(\nu_\mu: 235.5\text{MeV})$
~ 63 events/300kW/yr@L=17m (acceptanceは50%程度)
- 飛跡の測定と粒子識別ができる



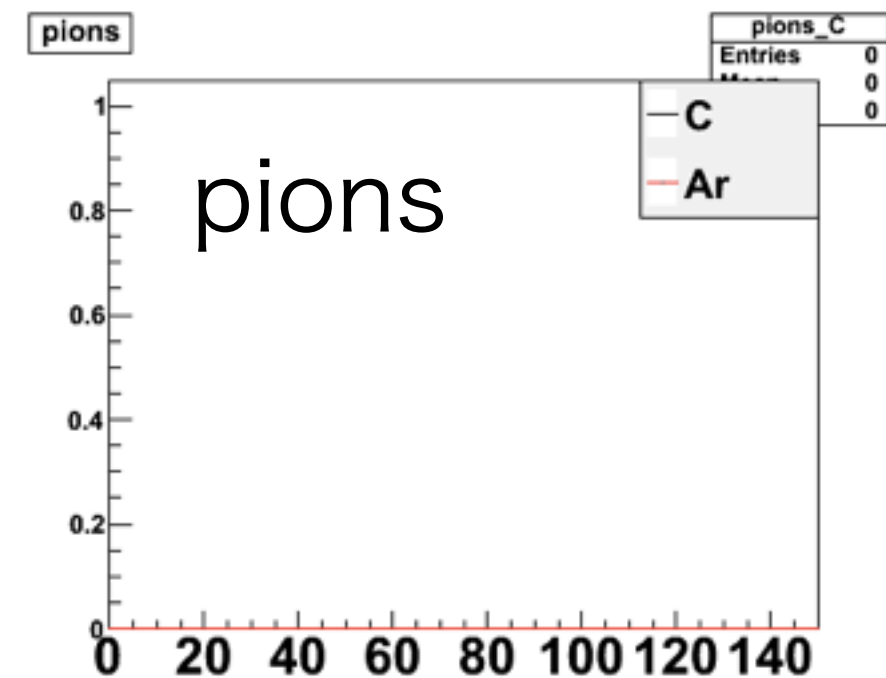
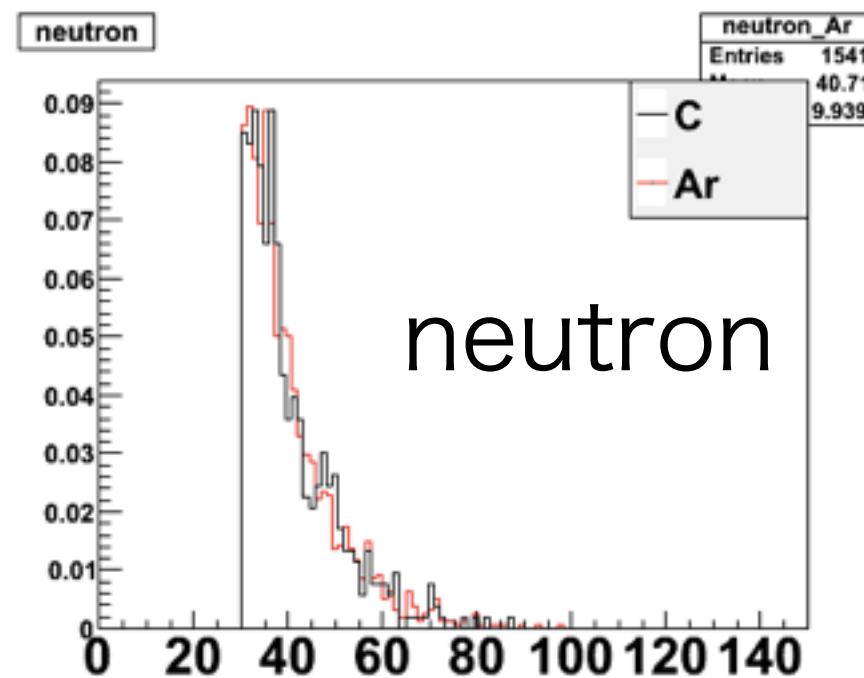
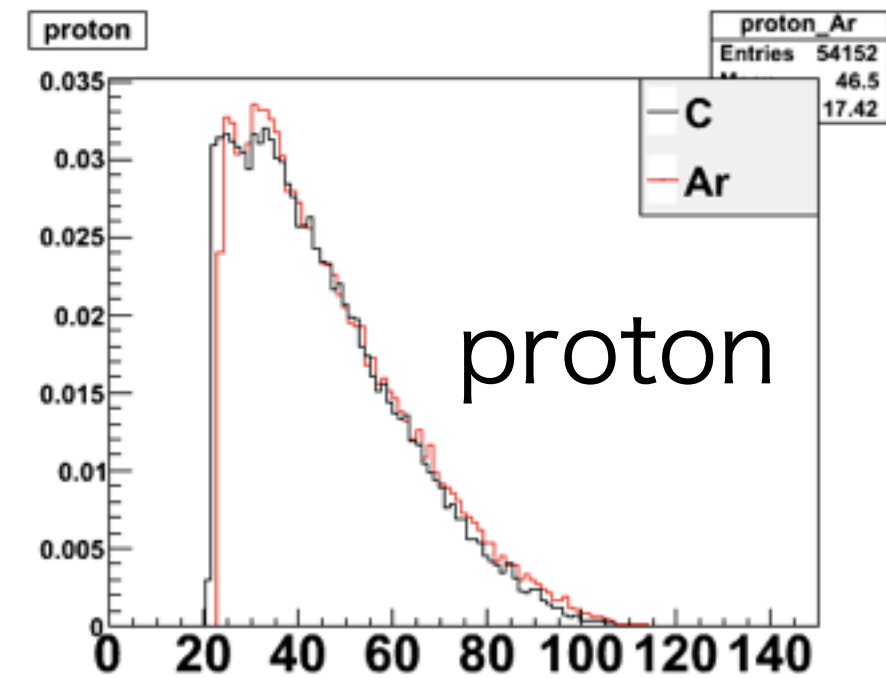
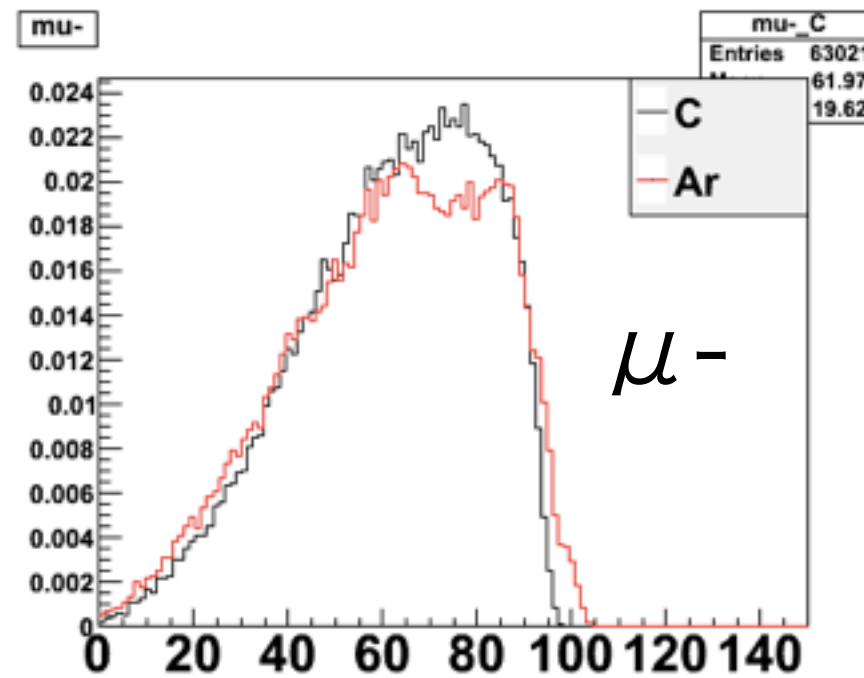
本実験: $O(100t)$

有機液体シンチレータ+ミネラルオイル

- 長期シャットダウン後に設置予定
- まだ検出器デザインの途中
- もしL~20mにおいて1MWになれば、
 $N(\nu_{\mu}:235.5\text{MeV})$
 $= O(100000) \text{ events}/1\text{MW}/\text{yr}$
(acceptance考慮せず)

Kinetic energy distributions of outgoing particles after FSI

- $E(\nu_\mu) = 235.5$ MeV
- NUWRO output of CCQE
- Spectral function
- Cross section = :
 $1.3\text{e-}39 \text{ cm}^2/\text{neutron@C}$
 $1.2\text{e-}39 \text{ cm}^2/\text{neutron@Ar}$

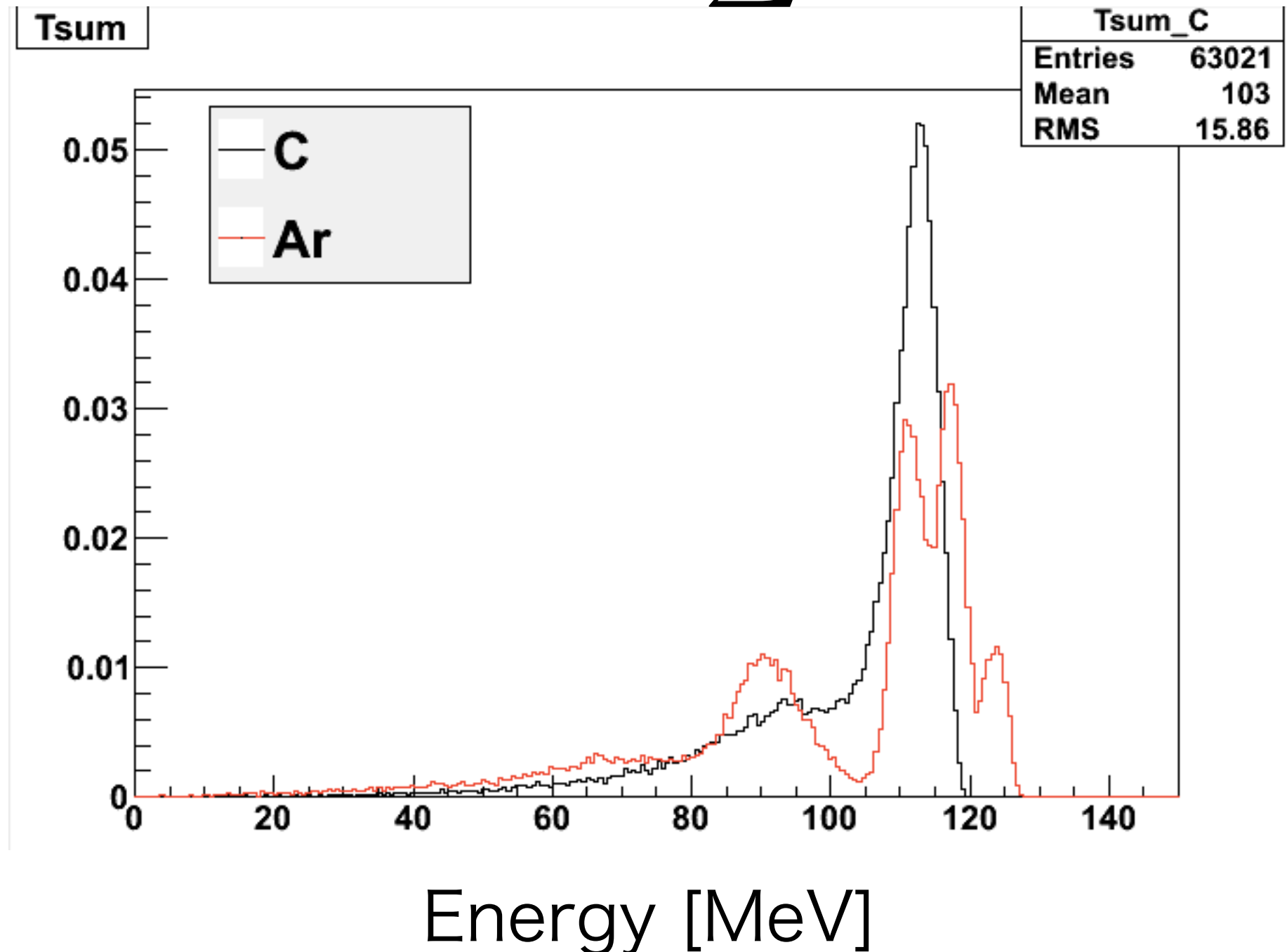


Energy [MeV]

Kinetic energy sum of muon and proton

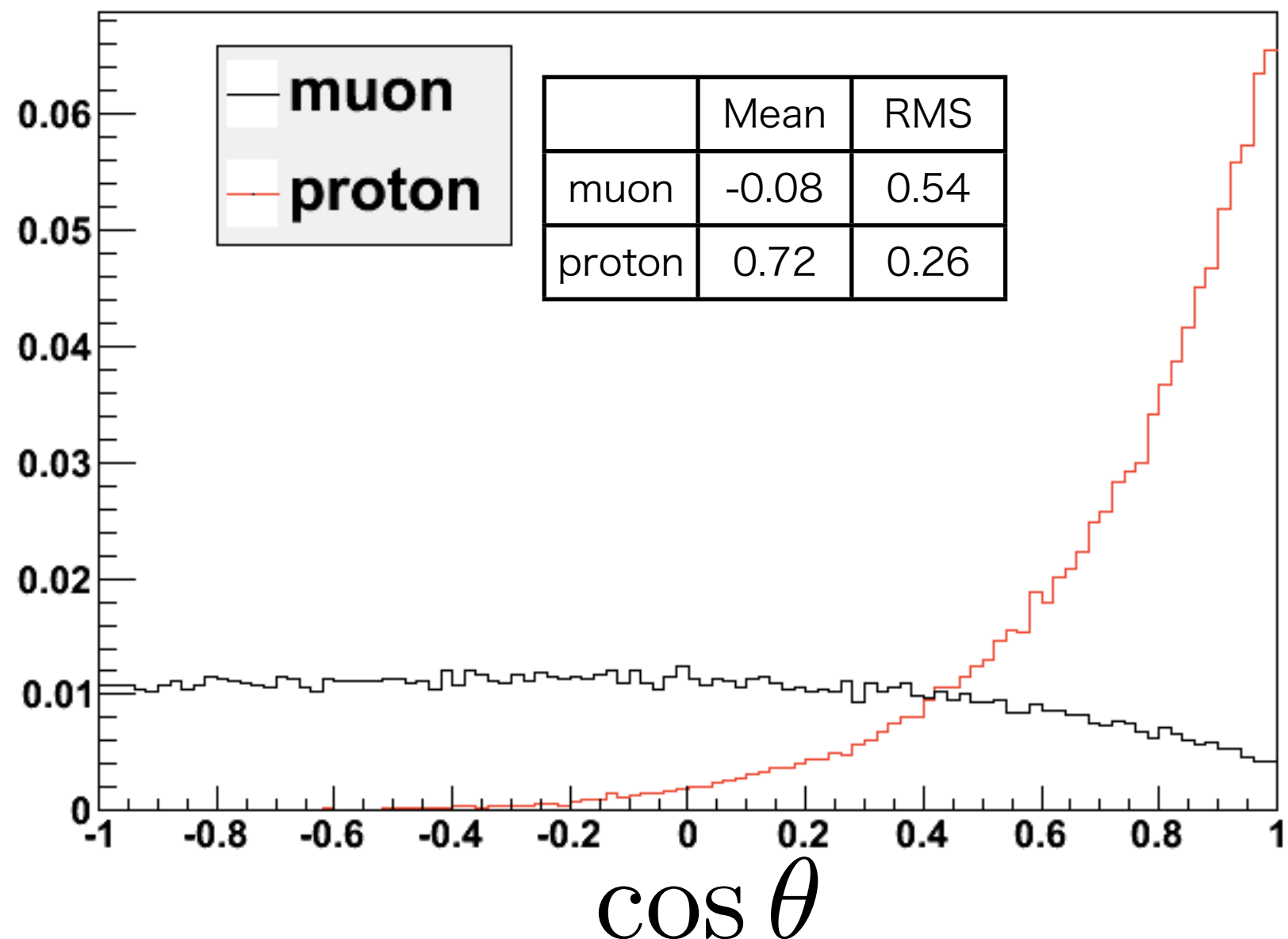
$$T_{total} = T_{lepton} + \sum T_{proton}$$

- 運動エネルギー和に原子核のエネルギー準位が反映される
- 有機シンチレータについては粒子識別ができないのでクエンチングが補正できない
- 液体アルゴンTPCでは粒子識別できるのでクエンチングが補正できる



Angular distributions of muon and proton in Lq Ar

- 液体アルゴンTPCでは飛跡が測れるので、角度分布もわかる
- ミューオンは角度分布がほぼフラット
- 陽子は前方に散乱される



まとめ

- 3GeV陽子ビームと水銀標的を用いて、
 $E_\nu = O(100\text{MeV})$ のニュートリノ検出実験
を行う。特に $E_\nu = 235.5\text{MeV}$ の
単色ミューオンニュートリノが測定出来る
- 予備実験(1tプラスチックシンチレータ)と本実験ではCに対する反応を測定
-> kinetic energy sum
- 予備実験(250L液体アルゴンTPC)ではArに対する反応を測定
-> kinetic energy sum and distributions,
angular distributions