

2.5MeV単色中性子に対する TGCの動作特性の研究

2005年 9月 15日

喜家村裕宣、越智敦彦(神戸大)

大下英敏、竹下徹(信州大)

岩崎博行、田中秀治(KEK)

金子純一(北大)

落合健太郎、中尾誠(原研FNS)

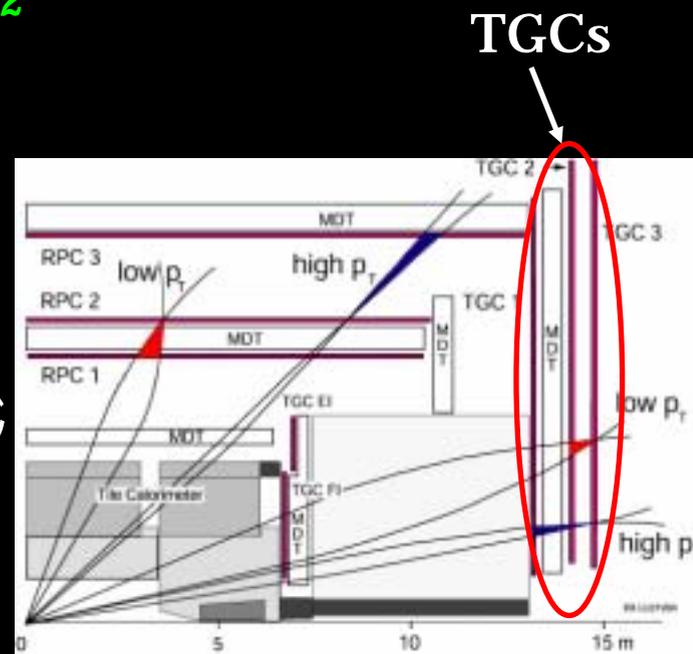
他ATLASTGCグループ

目次

- 目的
- 研究項目
- 実験セットアップ
- 実験結果
 - 中性子感度
 - 出力電荷量
 - 2.5MeVと14MeV
 - CO₂とCF₄
 - 放電レート
- まとめと考察

目的

- ATLAS実験でTGCは、**数kHz/cm²の中性子バックグラウンドに曝されることが予想される。**
 - 中性子によるTGCへの影響
 - 問題になるのは**数MeVの中性子。**
 - 中性子入射により、陽子や原子核がはじき出され、TGC内に大きなエネルギーを落とし、大きなパルスを作る。
- TGCの安定動作への悪影響
(放電、早期劣化など)が懸念される。

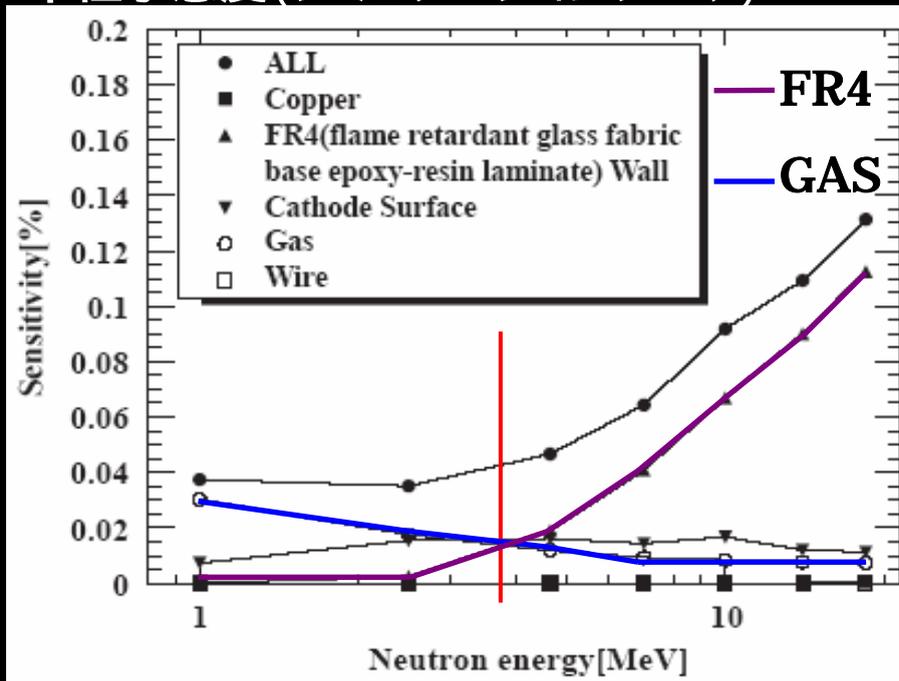


ATLAS検出器 1/4図

**中性子に対する動作特性の研究
が必要。**

シミュレーション結果

中性子感度(シミュレーションデータ)



- 過去に行われたシミュレーションの結果から、4MeV付近を境に中性子との反応により陽子、原子核を出す主な物質が変わることが示されている。

Ref: H. Nanjo, et al., Nucl. Instr. and Meth. A543(2005) 441



- 中性子のエネルギー
- ガスの混合比、種類 を変えて調査。

研究項目

■ 中性子エネルギーに対する依存性

- 2004年9月に行った**14MeVの中性子**による測定結果
- 2005年5月に行った**2.5MeVの中性子**による測定結果を比較し、様々なエネルギースペクトルの中性子に対するTGCの動作特性の研究を行う。

■ ガスタディ

- ATLAS実験で使用される**CO₂+n-Pentane**
 - クエンチ能力の高い**CF₄+n-Pentane**
- を用いて、各ガスの中性子に対する耐性の研究を行う。

測定項目

■ 中性子感度

- (信号を形成した中性子の数)/(入射した中性子の数)

■ 出力電荷量

- 中性子による出力電荷量データの取得。
- 出力電荷量分布の研究。

■ 放電レート

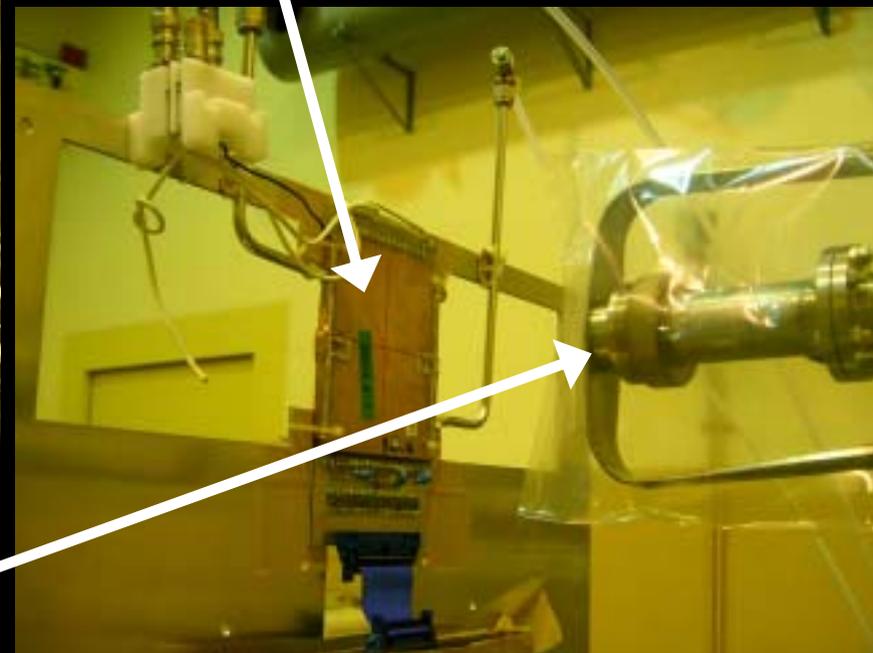
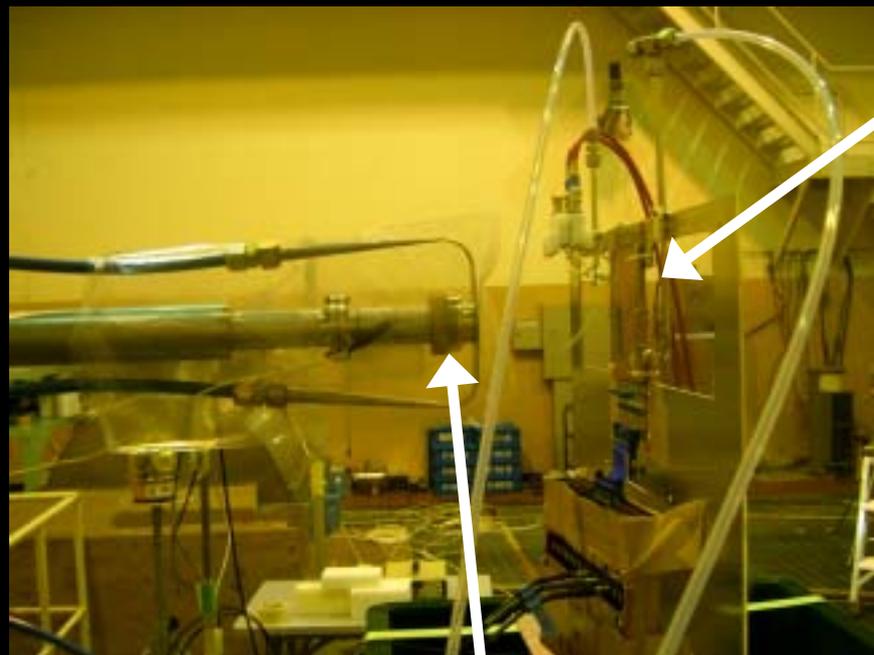
- 中性子入社時のTGCのカレント状態の把握。

実験セットアップ

- 日本原子力研究所FNSにて。
(FNS = Fusion Neutronics Source)
- D-D反応により2.5MeV単色中性子を照射。
中性子の他に γ も出る。
- 発生した中性子数は常時モニター。

反応名	反応式(単位はMeV)
D-D反応	$D + D \rightarrow {}^3\text{He}(0.82) + {}^1\text{n}(2.45)$

写真

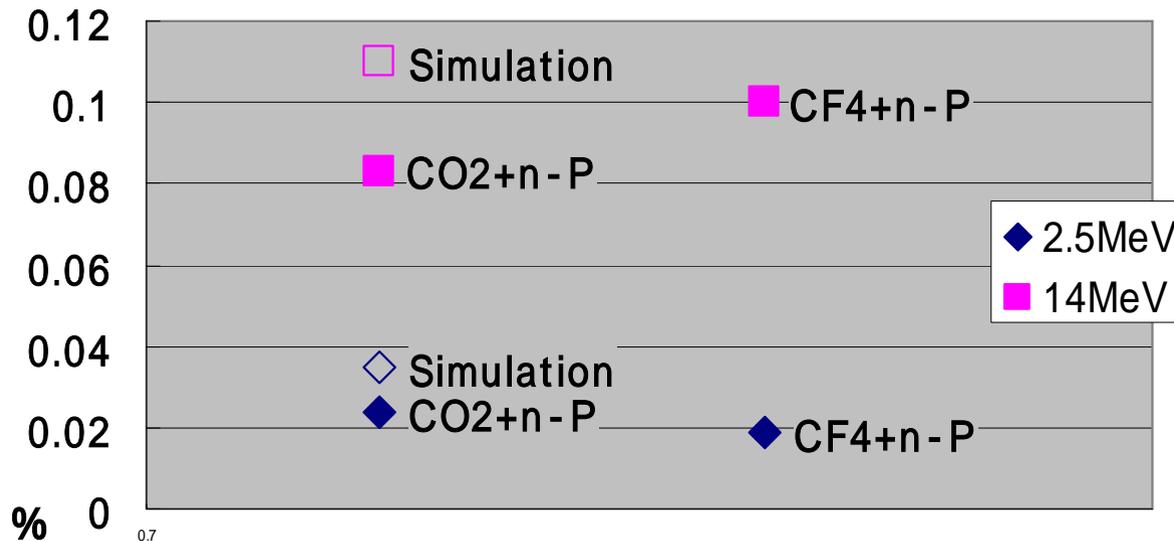


TGC

ターゲット

測定結果

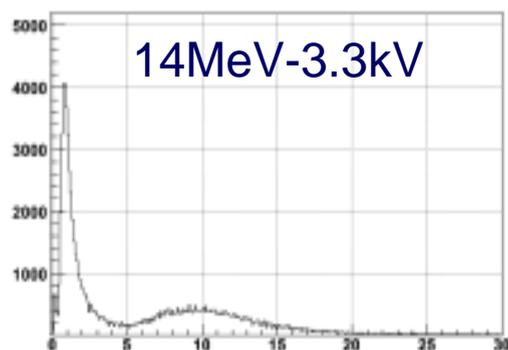
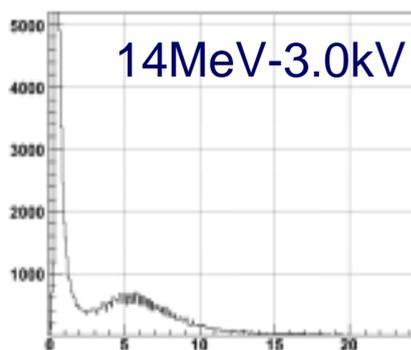
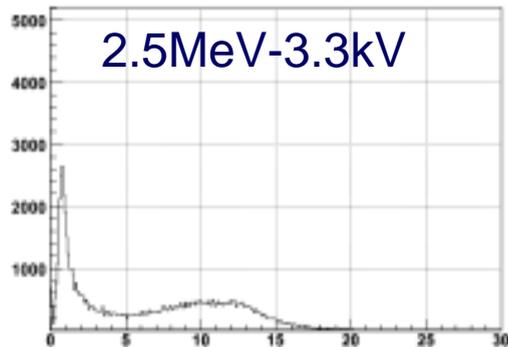
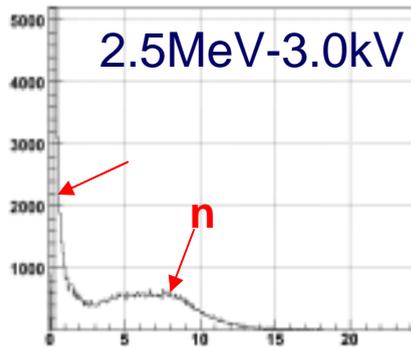
中性子感度



- 縦軸：中性子感度 (%)
- ガス混合比：55:45
- Simulation: CO2+n-Pentane のシミュレーションデータ

- シミュレーションの値とほぼ合っている。
- 14MeVと2.5MeVのどちらのエネルギーについても、ガスの違いによる顕著な差は見られなかった。

出力電荷量分布



ガス: CO₂+n-Pentane (55:45)

- 横軸: 出力電荷量 (pC)
- 縦軸: イベント数

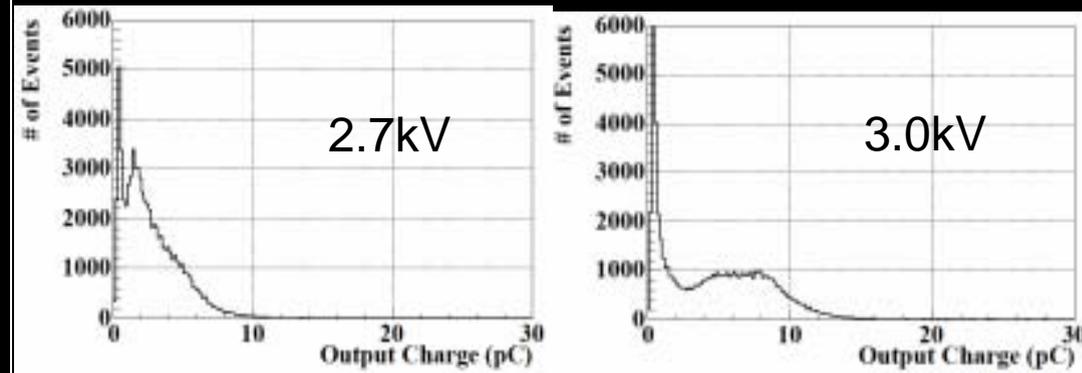
■ 中性子のエネルギーへの依存性の研究。

- と中性子のピークがはっきりと区別できる。
- ガスゲインを変えても、分布にほとんど差はない。
- 中性子のエネルギーが5.6倍違っても、出力電荷量にはほとんど差がない。

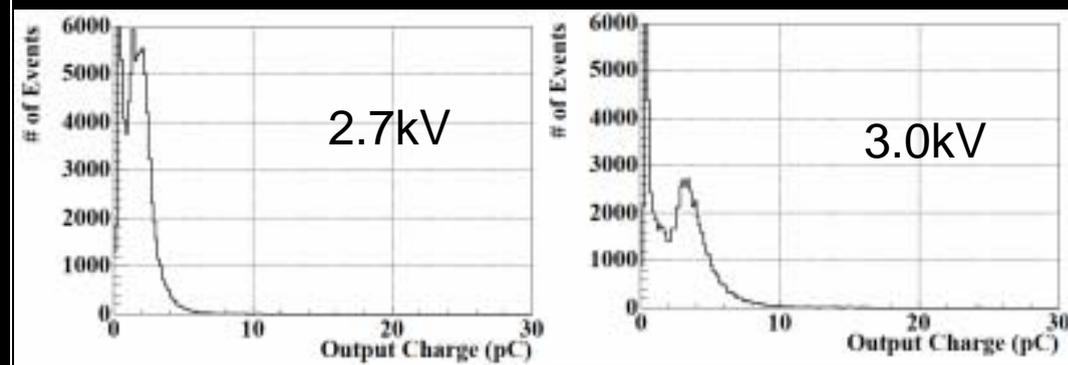
中性子信号はすでにサチュレートしている。

出力電荷量分布

CO₂+n-Pentane (55:45)

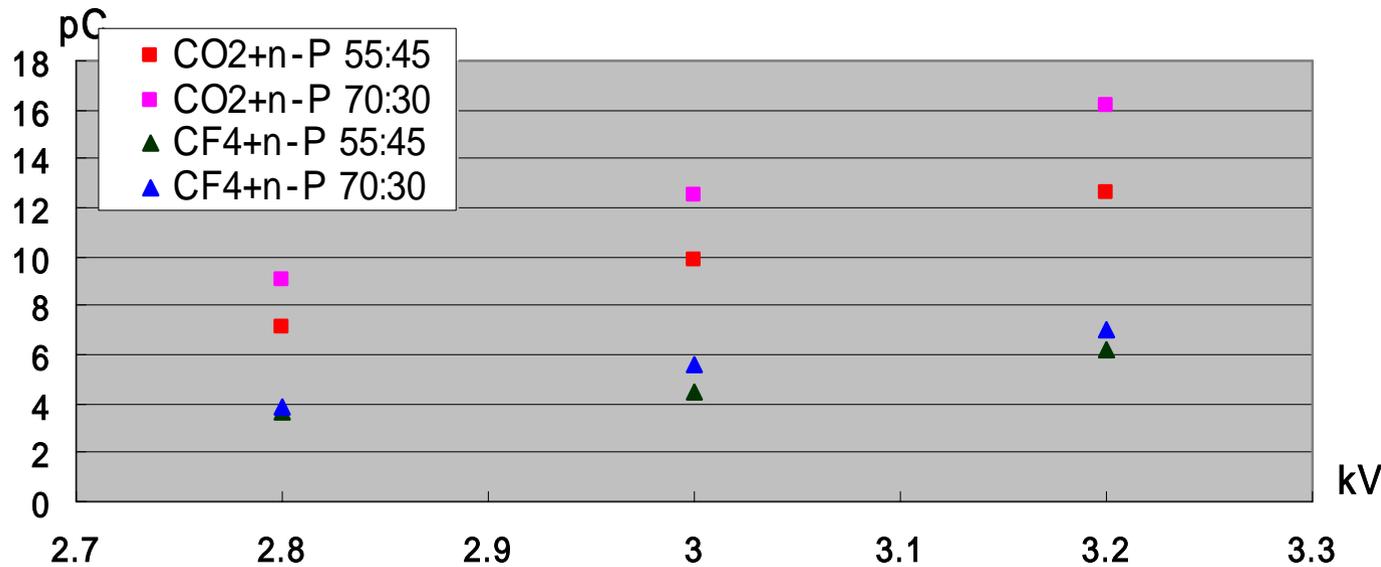


CF₄+n-Pentane (55:45)



- 横軸:出力電荷量(pC)
 - 縦軸:イベント数
 - ガスへの依存性の研究。
 - CF₄ベースのガスの方が、
 - 中性子に対する出力電荷量が小さい。
 - 中性子信号がCO₂ベースのガスに比べて早くサチュレートする。
- 中性子による大きなパルスが出にくい。**

出力電荷量

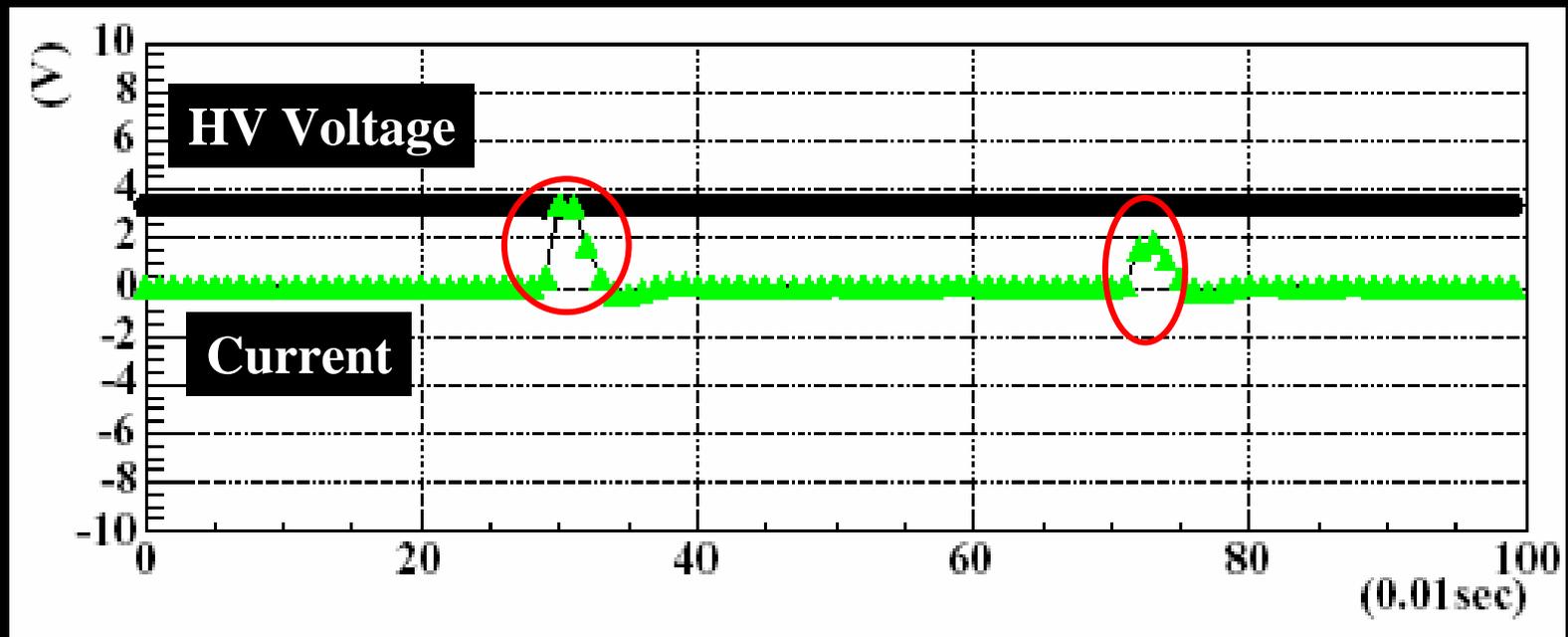


- CF4ベースのガスの方が、CO2ベースのガスより中性子に対する出力電荷量が小さい。
- MIPに対する出力電荷量はCO2、CF4に差はない。
- 中性子に対する出力電荷量は、MIPに対する出力電荷量のCO2で約70倍、CF4で約30倍。

放電レート

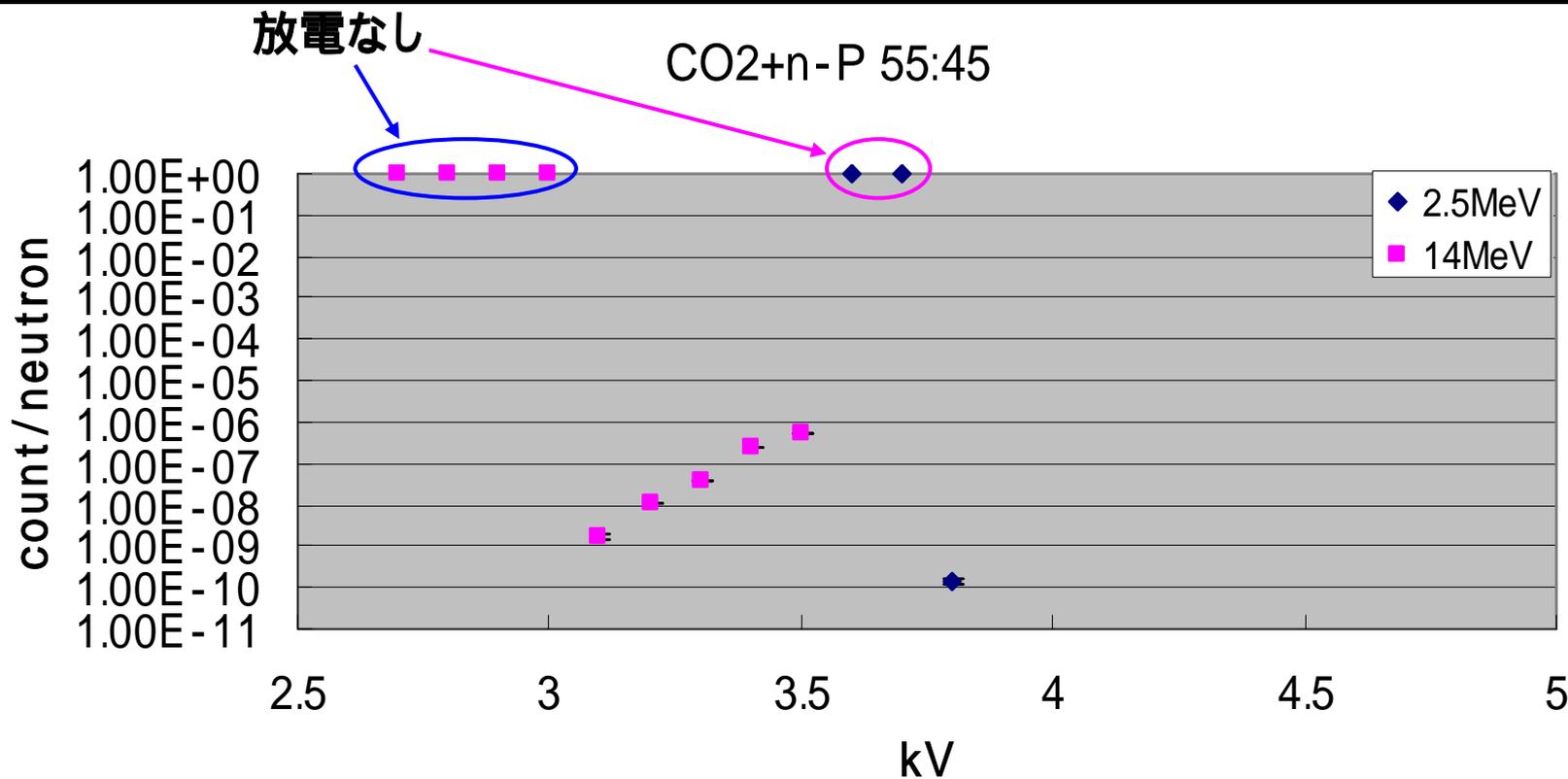
- TGCに流れるカレントを**100Hz**でモニター。
- 記録したデータの中で、**3uA**を超える電流が流れた回数をカウント。

Monitor Sample



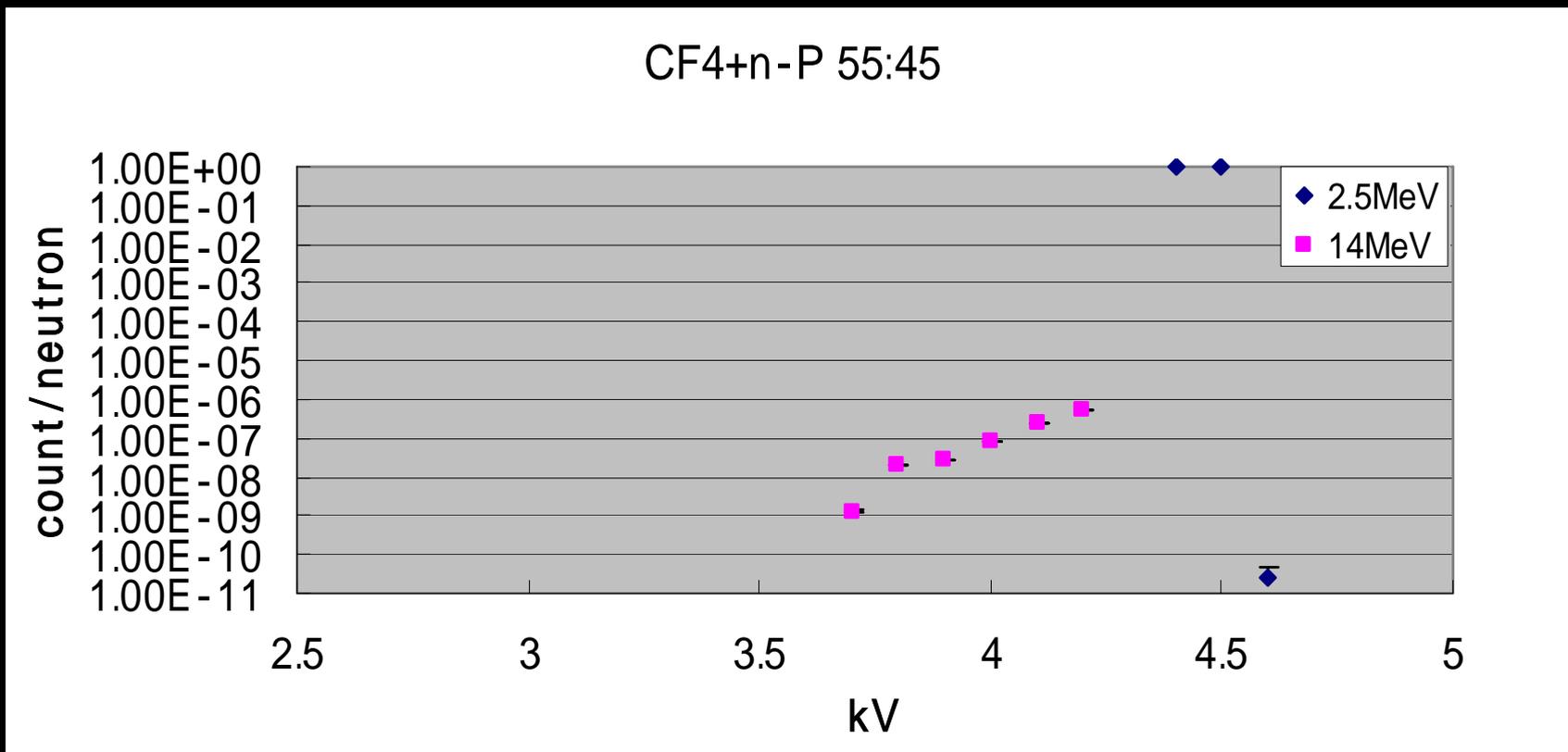
放電レート

- CO₂+n-Pentaneを流入したときの、2.5MeVと14MeVでの放電レート



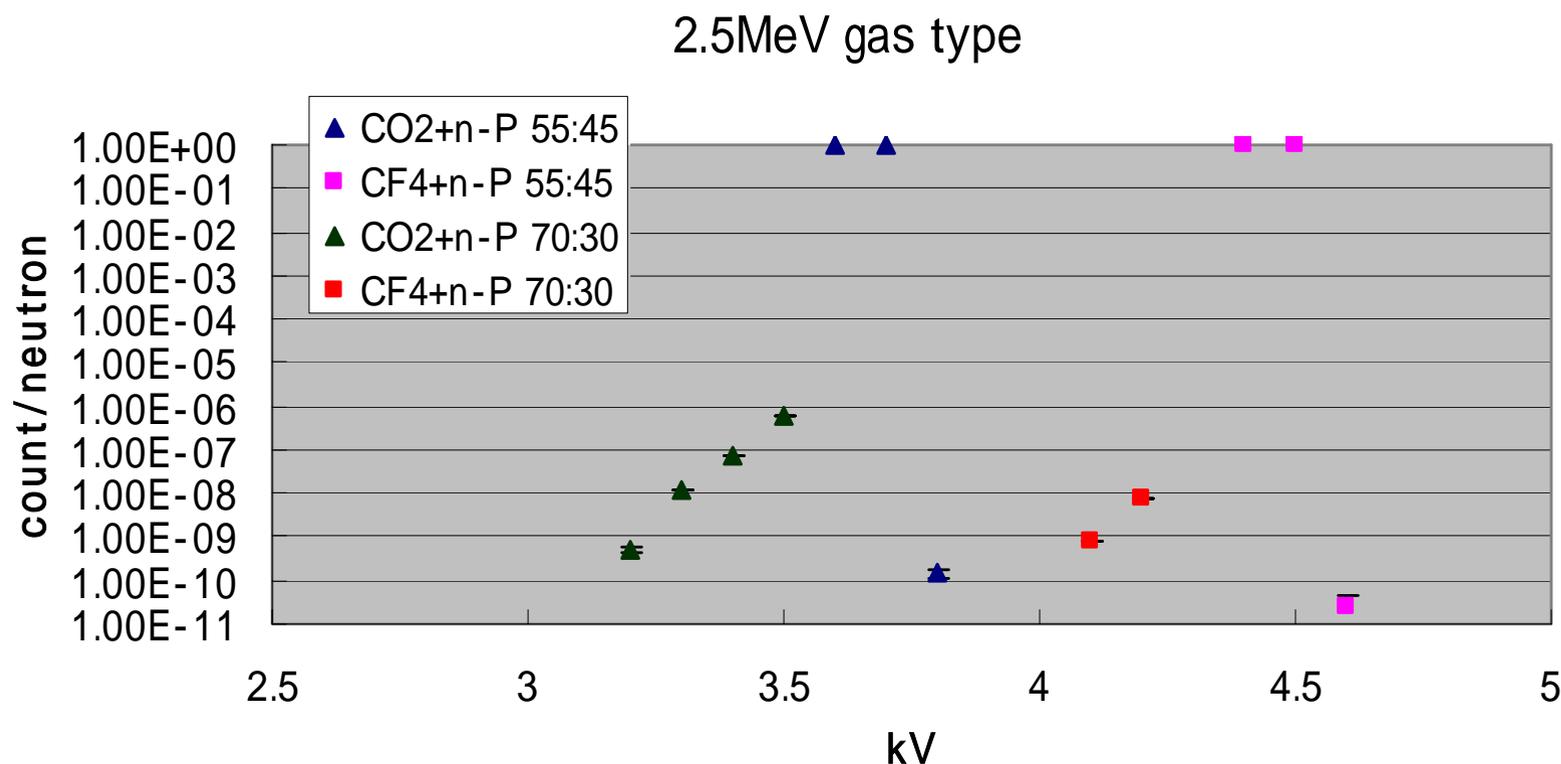
放電レート

- CF4+n-Pentaneを流入したときの、2.5MeVと14MeVでの放電レート



放電レート

■ 2.5MeVでの各ガス流入時の放電レート



放電レポートのまとめ

- 中性子エネルギーが低い方が、放電が起こりにくい。
- CO₂ベースのガスより、CF₄ベースのガスの方が放電が起こりにくい。
- 実験を通して、トリップするほど大きな放電はなかった。
- 放電レートはどのガスをとっても小さく、実験本番では問題ないと思われる。

まとめと考察

- 原研FNSにおいて、2.5MeVの単色中性子を用いて、TGCの中性子照射実験を行った。
- **中性子感度**
 - エネルギー依存性はシミュレーションにほぼ一致。
 - ガスにはほとんど依存しない。
- **出力電荷量分布**
 - 2.5MeV、14MeVで大きな違いは見られない。
中性子による出力電荷量はサチュレートしている。
 - CF₄ベースのガスの方が、中性子に対する出力電荷量は早くサチュレートする。
- **放電レート**
 - 中性子のエネルギーに依存する。
 - CO₂に比べ、CF₄ベースのガスの方が放電が少ない。
 - 放電レートはどちらのガスでも非常に小さく、中性子による放電は実験本番では問題ない。

おわり