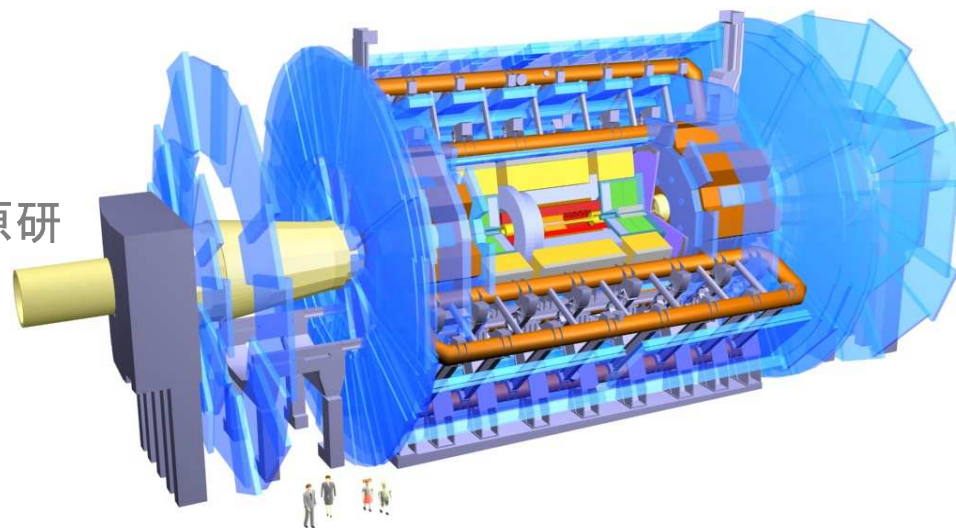


高頻度中性子環境下における TGCの動作特性の研究1

越智敦彦、緒方岳、喜家村裕宣、杉本拓也（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（北海道大）、
落合謙太郎、中尾誠（原研FNS）
他ATLAS TGCグループ

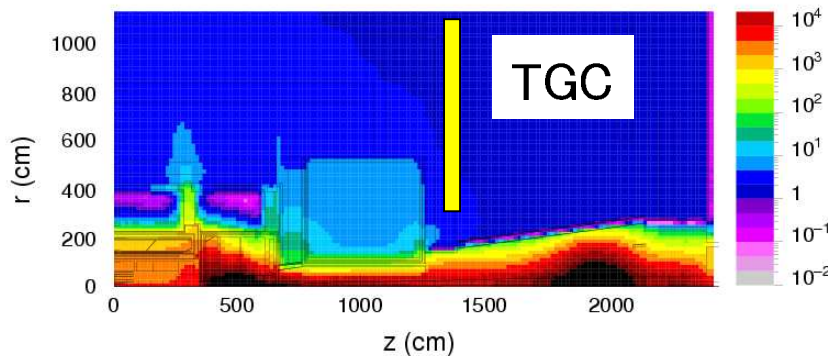
1. 中性子照射実験の必要性
2. 実験セットアップ
3. 測定結果
4. ATLAS用大型検出器を用いた試験
5. 14MeV単色中性子照射試験－FNS@原研
6. 実験セットアップ－FNS@原研
7. 測定結果
8. まとめ



中性子照射実験の必要性(1)

ATLAS実験～高エネルギーかつ高頻度の衝突実験

中性子フラックスシミュレーション



Ref. ATLAS Muon Spectrometer TDR CERN/LHCC 97/22 1997

高頻度バックグラウンド環境

| Position | Fluences (kHz/cm ²) | | | Currents (Hz/cm ²) | | | | |
|--------------|---------------------------------|---------|--------|--------------------------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|
| | Total | >100keV | >10MeV | Photons >30keV | Ch.hads >10MeV | Protons >10MeV | μ^{+-} >10MeV | e^{+-} >0.5MeV |
| 2nd,low-eta | 5.55 | 1.51 | 0.25 | 3.18 | 1.98 | 1.93 | 0.25 | 11.91 |
| 2nd,mid-eta | 8.36 | 2.61 | 0.49 | 4.43 | 6.45 | 6.20 | 1.20 | 23.58 |
| 2nd,high-eta | 16.70 | 5.83 | 1.23 | 8.11 | 19.55 | 17.63 | 4.05 | 57.90 |

Ref. I. Dawson, "MDT background rate predictions using FLUKA2000"

γ 線バックグラウンド 3-8 kHz/cm²
中性子バックグラウンド 6-17 kHz/cm²

→中性子による水素原子核の反跳
数MeV～数十MeVの領域で、大きな Energy deposit
放電の原因になり得る

μ トリガー検出器としての要請を満たしつつ、
高頻度BG環境下での安定動作が要求される

特に中性子入射による検出器劣化、放電等の異常動作が懸念される

中性子照射実験の必要性(2)

TGCの中性子に対する動作特性

これまでの測定

・CO₂-nペンタンガスの中性子感度

2.5MeV中性子感度 0.032%
14MeV中性子感度 0.110%

中性子入射の際の動作安定性の確認や加速劣化試験はおこなわれていない

(1) 中性子入射の際の動作安定性の研究

出力電荷量、放電レート

これまでの測定より2桁程度大きい中性子flux

-> システマティックな測定

(2) 潜在的な代替ガスの研究

CO₂/n-Pentane(55:45)以外の代替ガス

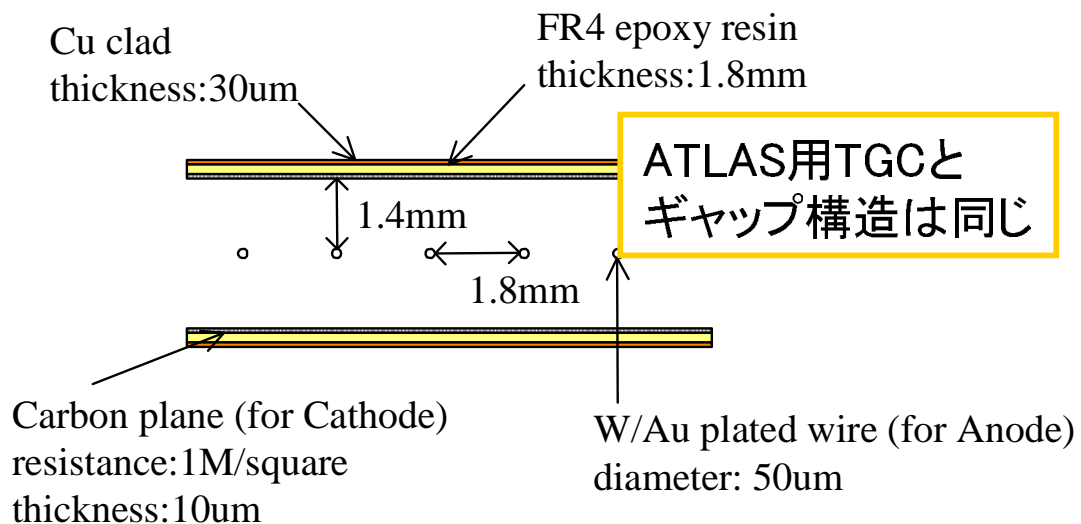
CF₄をベースにしたガス、n-Pentaneの比率を減らしたガス

14MeV単色中性子照射試験+宇宙線テストで評価

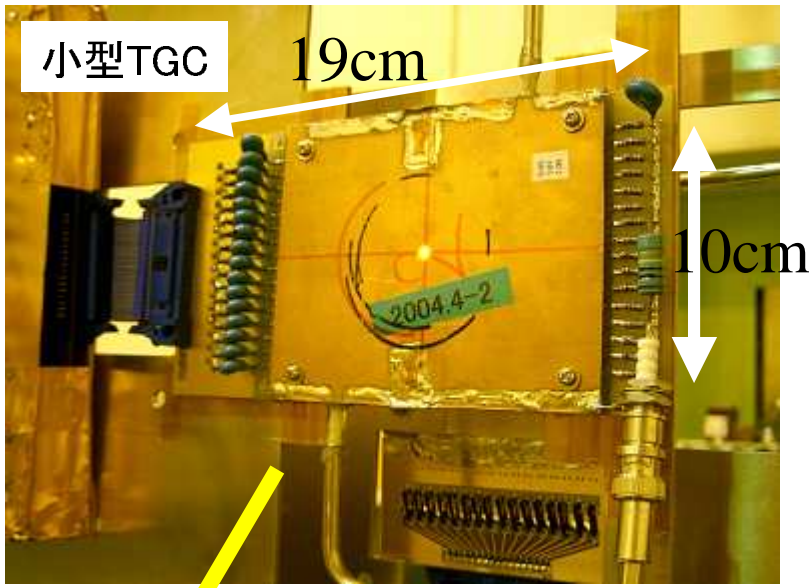
☆ CF₄ベースガスのMIPに対する性能評価

実験セットアップ(小型TGC)

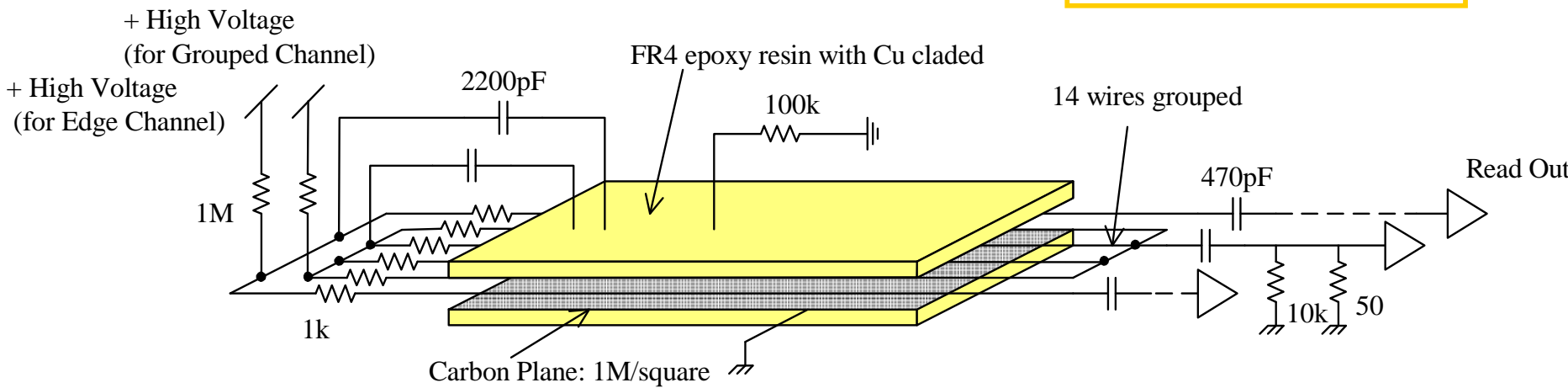
TGC断面図



ATLAS用TGCと
ギャップ構造は同じ

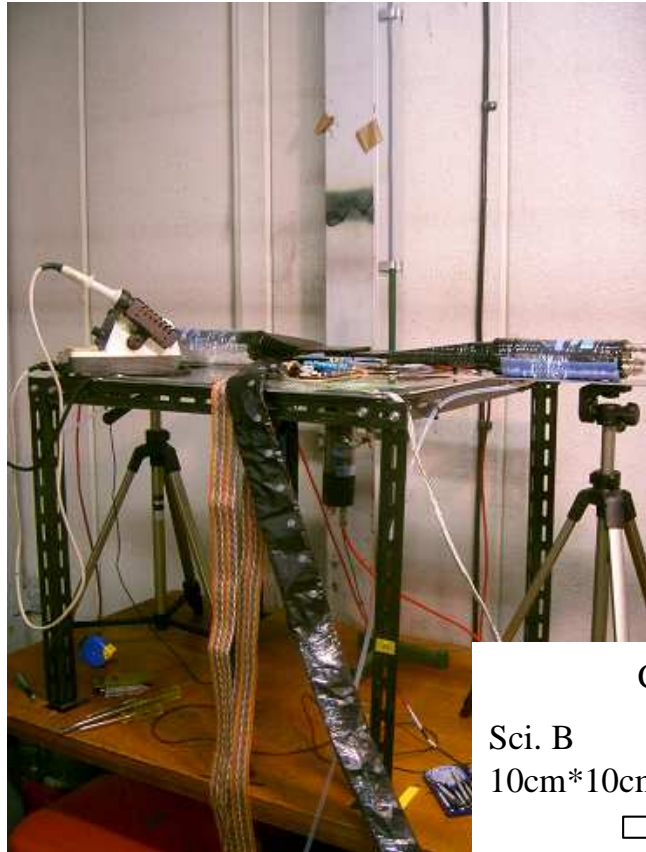


TGC外観図



有感領域は2.5 × 8cm

実験セットアップ@KEK K4実験室



宇宙線テスト

CF4ベースガスの μ に対する性能評価

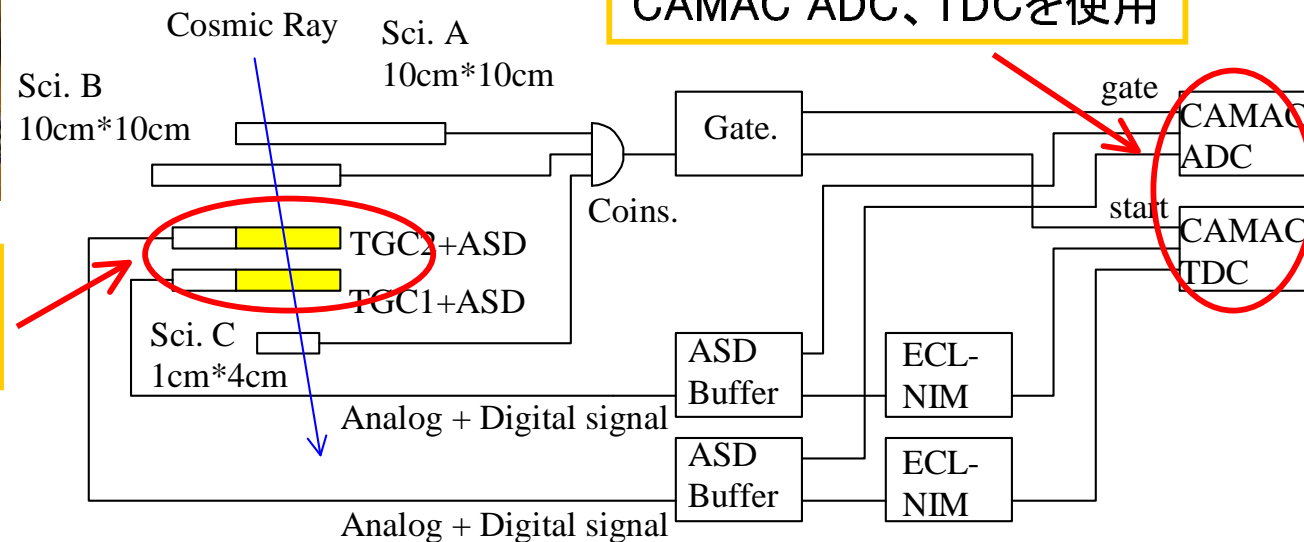
- ・ μ に対する検出効率、
- ・反応時間特性(Time Jitter)、
- ・出力電荷量 を測定

上流2層、下流1層のシンチでトリガー信号生成
トリガーレート ~ 250 hits/hour

DAQ

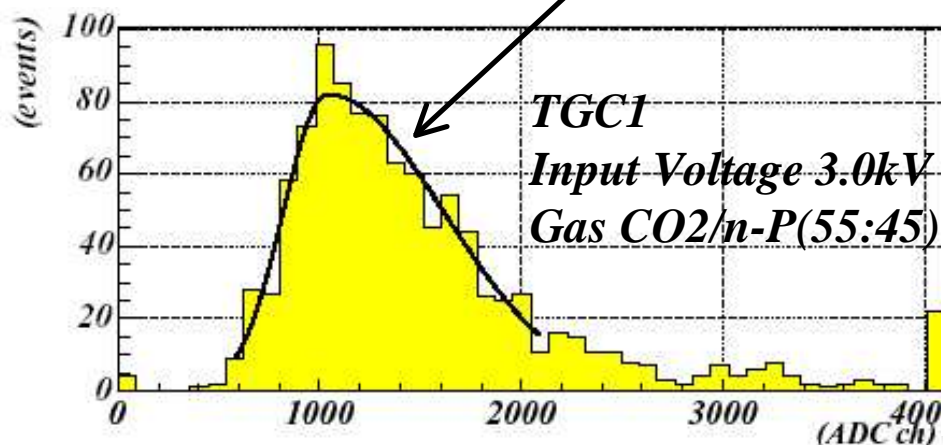
CAMAC ADC、TDCを使用

小型TGC $\times 2$ 台
AMPにはASDを使用

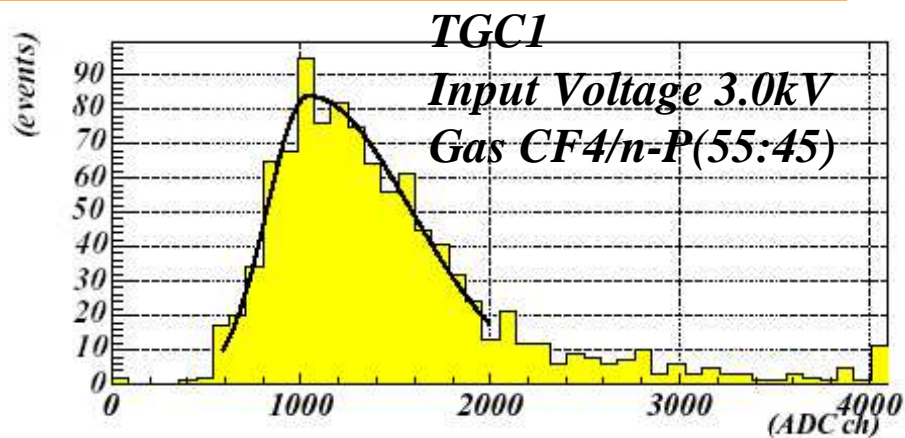


宇宙線 μ のADC分布、TDC分布

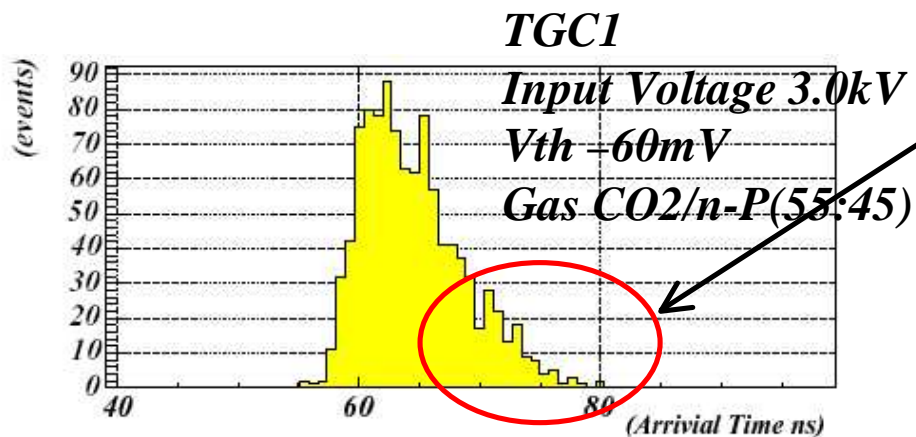
The ADC distribution



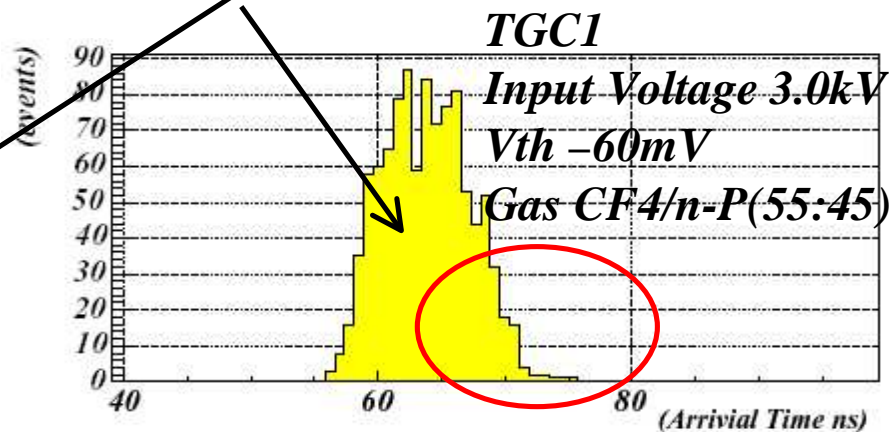
非対称ガウシアンでフィット
フィットの領域はピーク最大値の20%以上の領域
フィットのConst. Valueを出力電荷量の代表値として採用



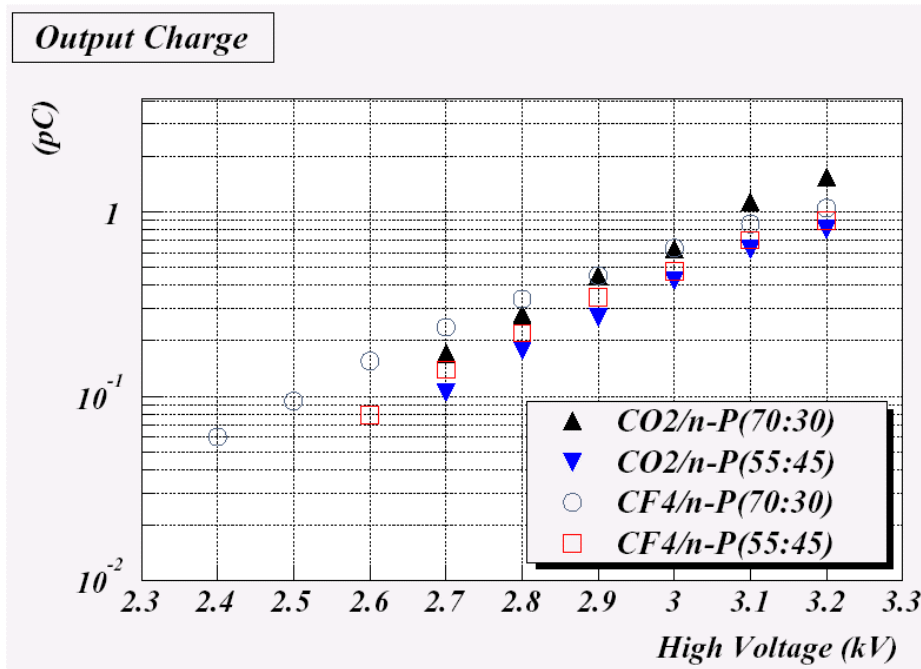
The TDC distribution



CF₄ガス中におけるドリフト速度の特徴が見られる



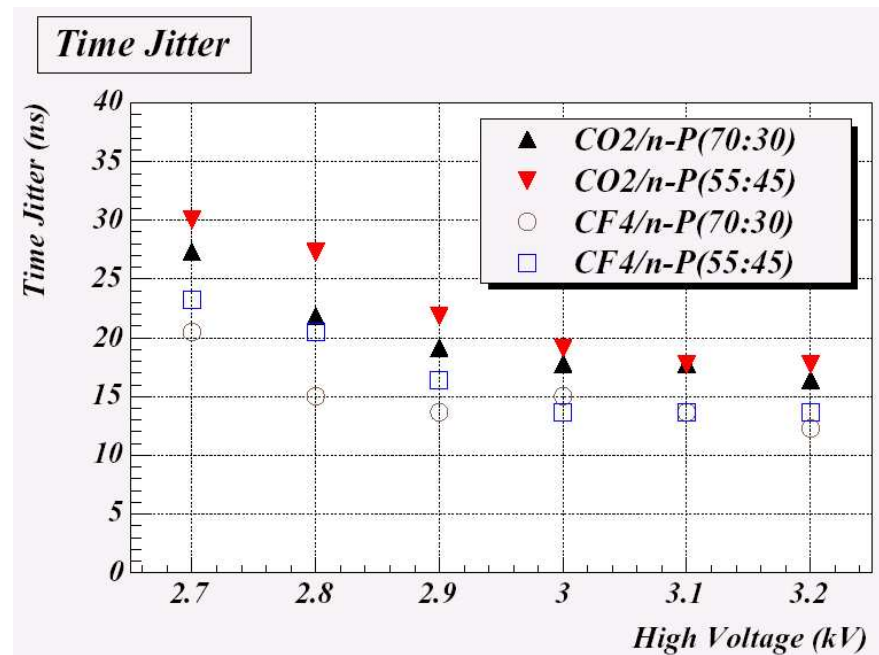
測定結果 — 出力電荷量とタイミング特性



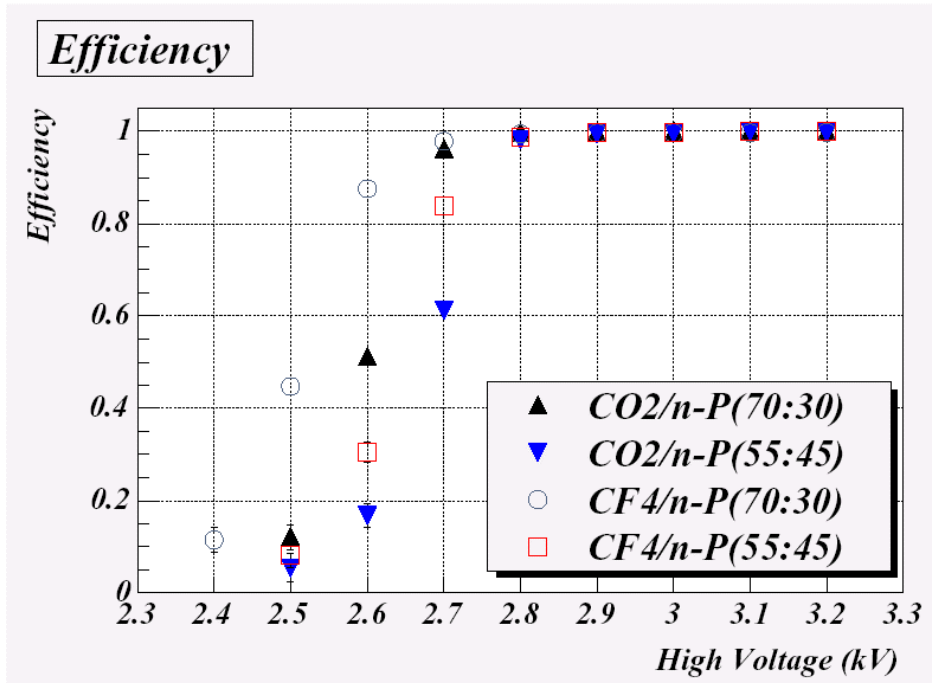
3.0kV付近でCO₂を添加した混合ガスとCF₄を添加した混合ガスの出力電荷量は同程度

CF₄添加ガスでドリフト速度の速い効果がでている

全ての混合ガスで
Time Jitter ≤ 25ns @ 2.9kV



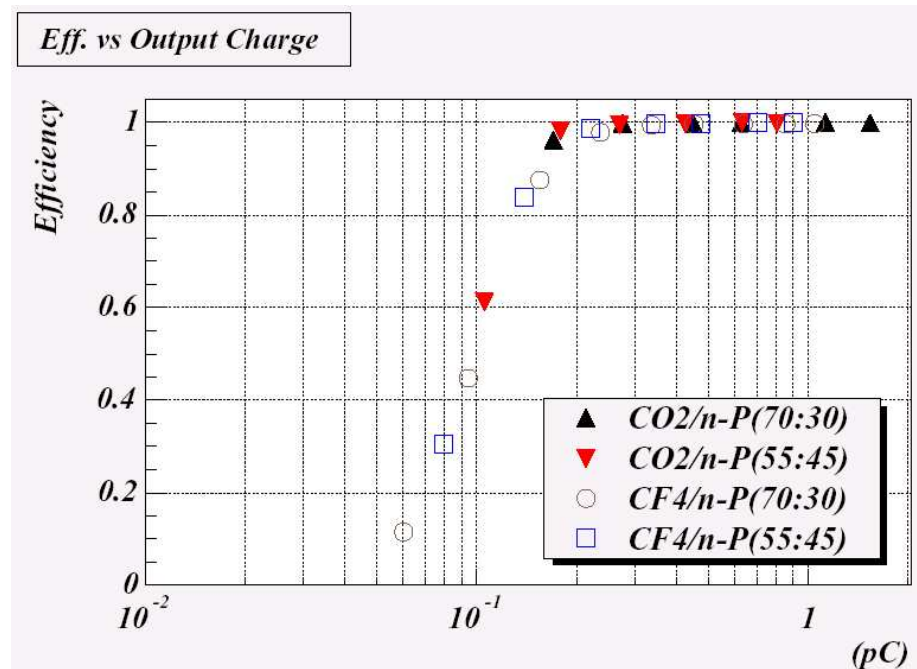
測定結果 — μ 検出効率



ディスクリの閾値: 0.08pC

全ての混合ガスで
検出効率 $\geq 99\%$ @ 2.9kV

検出効率は出力電荷量で規格化できる

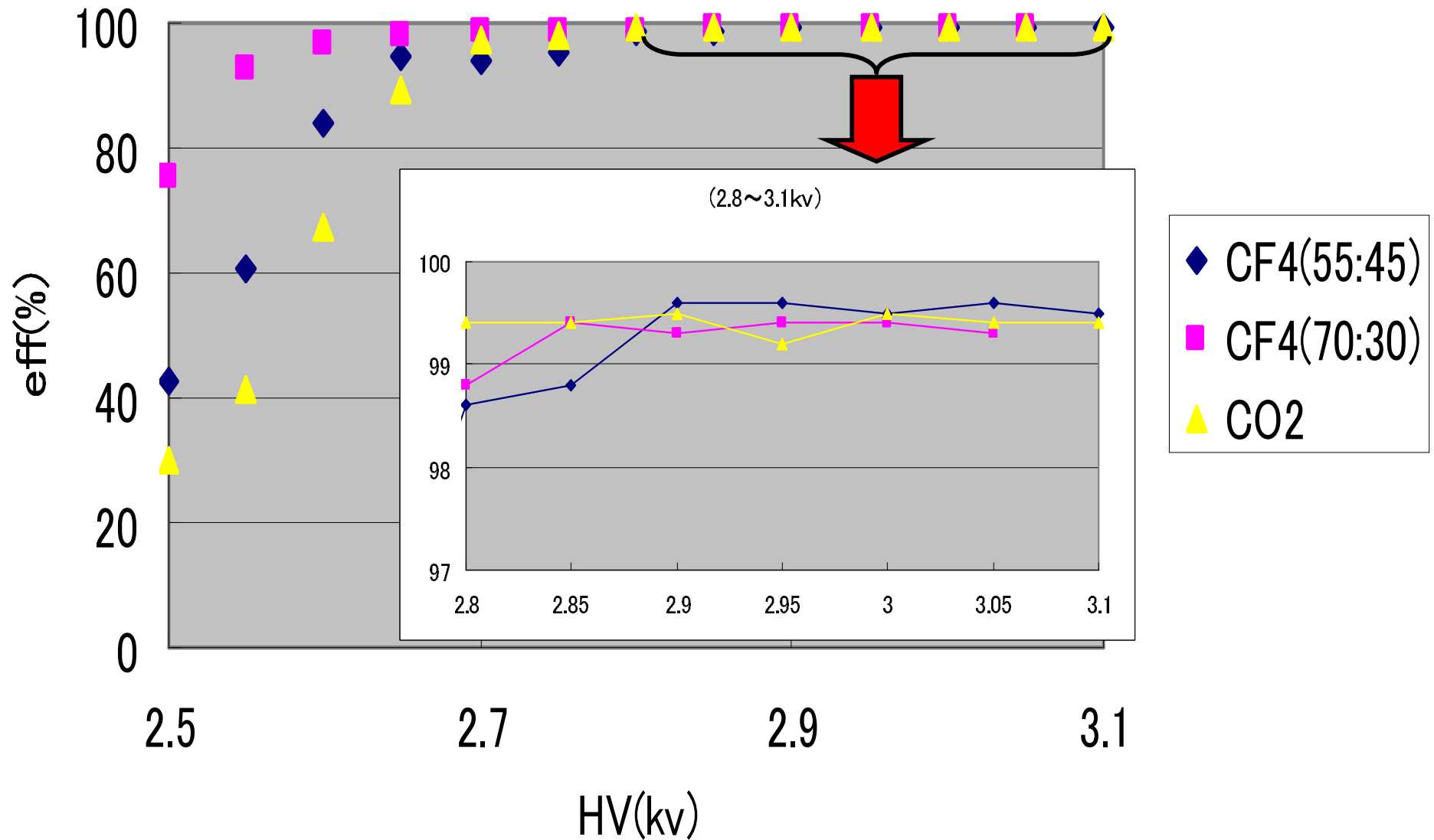


ATLAS用大型TGCによるMIP粒子検出効率の測定

- ATLASに使用予定の実機を使用
 - 神戸大学のTGC検査ステーションを利用
 - CF4ベースガスに対する動作比較
 - CO₂:n-pentane = 55:45
 - CF₄:n-pentane = 55:45
 - CF₄:n-pentane = 70:30



ATLAS用TGCによる μ 粒子に対するEfficiency



まとめ

ATLAS TGC の中性子特性試験を行うにあたり、MIP粒子に対する性能評価のため、CO₂ベースとCF₄ベースガスを用いた宇宙線テストをおこなった

出力電荷量は3.0kV印加時に全ての混合ガスで同程度である

Time Jitterは全てのガスで25ns以内@2.9kVであった

さらに、ドリフト速度の速いCF₄の効果のために、CF₄を添加した混合ガスの方がTime Jitterは良い

μ 粒子の検出効率にはCO₂ベースガス、CF₄ベースガスいずれにおいても99%以上@2.9kVであった

μ に対する性能評価として、CF₄を添加したガスはATLASの要請を満足する