

NEWAGE実験55： 陰イオンガスTPC開発進捗および将来計画

石浦宏尚, 身内賢太郎, 池田智法, 中村拓馬

島田拓弥, 中村輝石

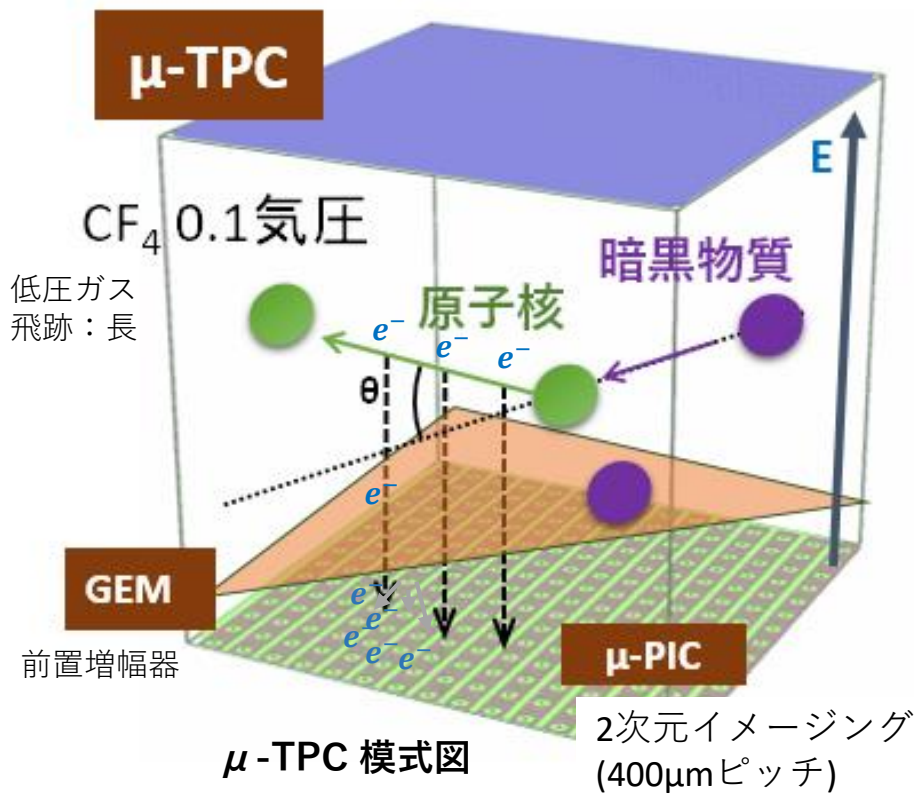
神戸大理

- ◆NEWAGE
- ◆陰イオンガスTPC
- ◆CYGNUS/NEWAGE-1.0 TPC
 - ◆概要
 - ◆TPC製作進捗
- ◆今後の予定・まとめ

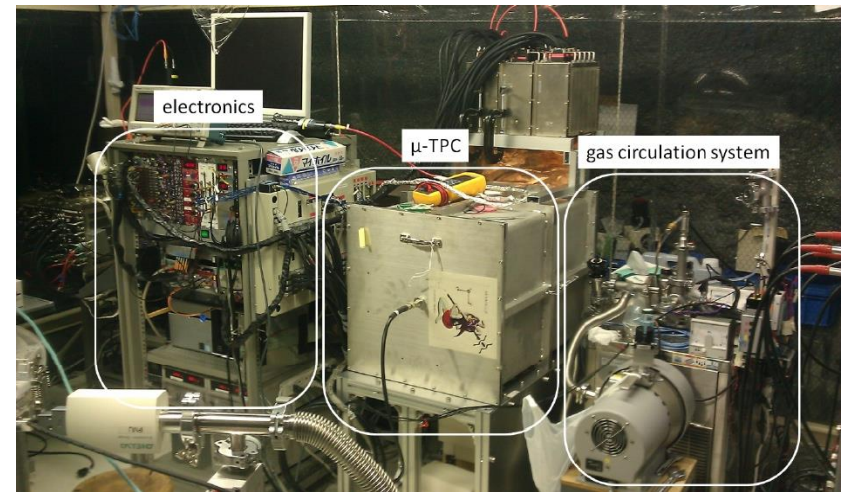
➤ **NEWAGE** (NEw general WIMP search with an Advanced Gaseous tracker Experiment)

3次元ガス飛跡検出器(μ -TPC)を用いた**方向に感度**を持つ暗黒物質直接探索実験

➤ 暗黒物質により原子核反跳されたフッ素原子核の飛跡をとらえる



東京大学宇宙線研究所
神岡宇宙素粒子研究施設地下実験室Bで観測中



NEWAGE検出器 NEWAGE -0.3b' @神岡

30 x 30 x 41 cm³ volume

GEM, μ -PIC : MPGD(Micro Pattern Gaseous Detector)の一種

検出器 μ -PIC由来 α 線バックグラウンド(BG)

➤感度を制限

対策

➤低アルファ μ -PICの開発

➤低アルファ化 素材選定から
(橋本隆 博士論文)

➤低アルファ μ -PICを用いた探索

➤2018年より開始 (Run22-)(池田智法 18aS32-12)

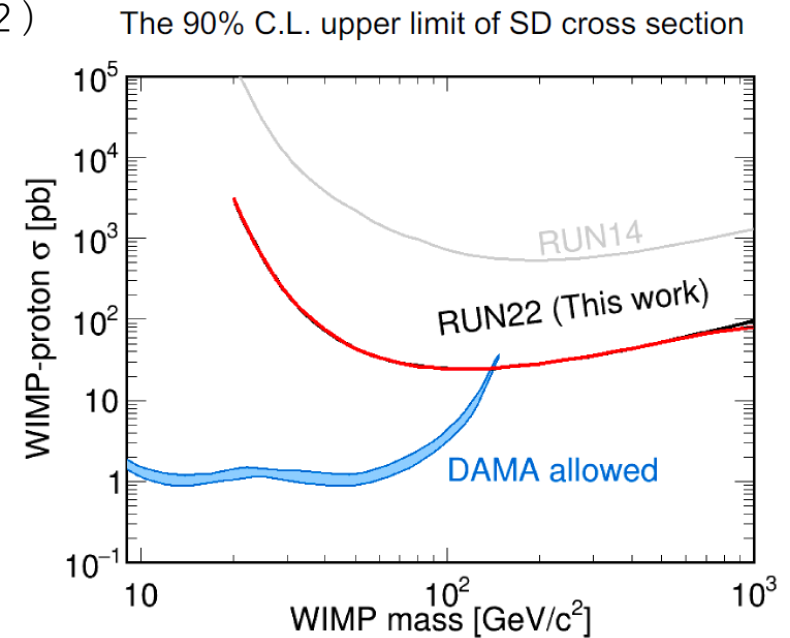
	^{238}U [ppm]	^{232}Th [ppm]
Standard material (PI+glass cloth)	0.39 ± 0.01	1.81 ± 0.04
New material (PI+epoxy)	$< 2.98 \times 10^{-3}$	$< 6.77 \times 10^{-3}$

更なる感度向上、DAMA領域に向けて

- μ -PICの表面BGの削減
- 絶対位置決定によるBG削減
- 大容積化による質量増大

下2つを実現できる

大型陰イオンガスTPCの開発・製作へ

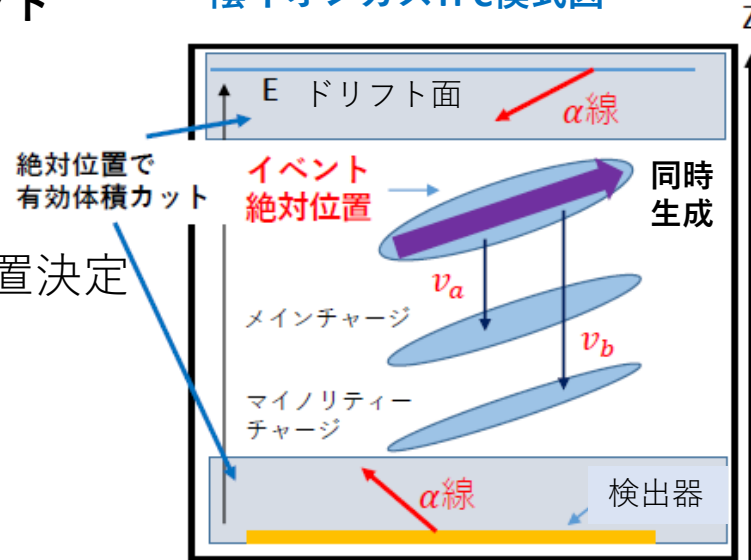


T.Ikeda TAUP2019

◆陰イオンガスTPC – 電子より重い陰イオンをドリフト

- 従来用いていた電子ドリフトTPCに比べ**拡散小**
- **絶対位置決定でBG有効体積カット(右図)**
(ドリフト面、検出器由来)
 - 複数種陰イオンドリフト速度差→絶対位置決定
CS₂(DRIFT(英))、その後SF₆で実証(N.Phanら)
Astropart.Phys. 91 (2017) 65-74

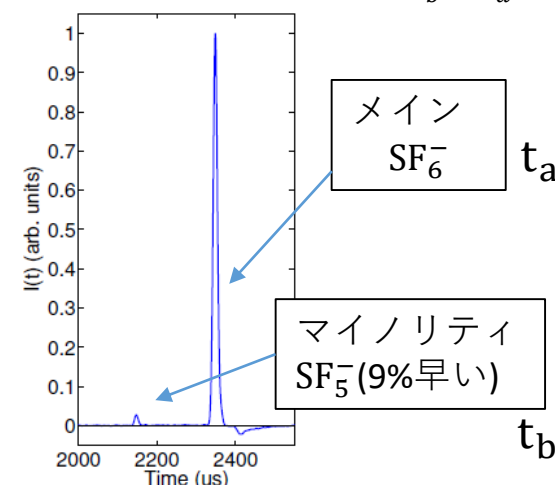
陰イオンガスTPC模式図



◆陰イオンガスTPC開発に向けて

- 陰イオンガスTPC 開発
 - 島田拓弥 18aT12-5
- 陰イオンガス/液体Ar TPC エレクトロニクス開発
 - 岩手大 五十嵐氏 17pT14-1, 中村拓馬JPS2019春
 - 2019 JINST 14 T01008
- 陰イオンガス中MPGDシミュレーション
 - 石浦 arXiv:1907.12729 など
- 大型陰イオンガスTPC製作 **本講演**

$$\text{絶対位置}z = (t_a - t_b) \frac{v_a v_b}{v_b - v_a}$$



N.Phan et al 2017 JINST 12 P02012

CYGNUS/NEWAGE-1.0 Chamber

◆ 30 cm角MPGD x 50 cmドリフト 5モジュール **exposure x 10**

◆ Rn由来 + μ -PIC 由来 50-100 keV BG 削減 **x 1/10**

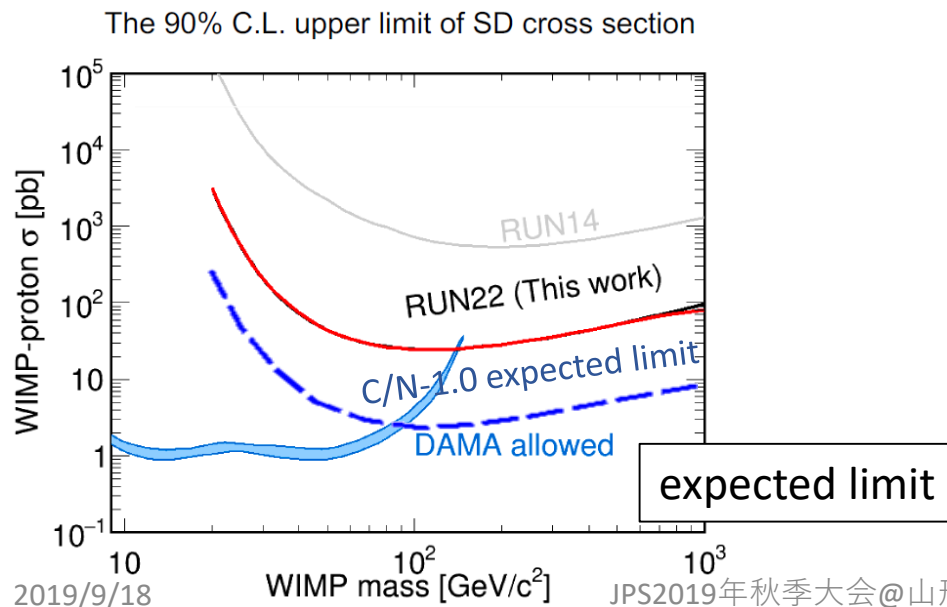
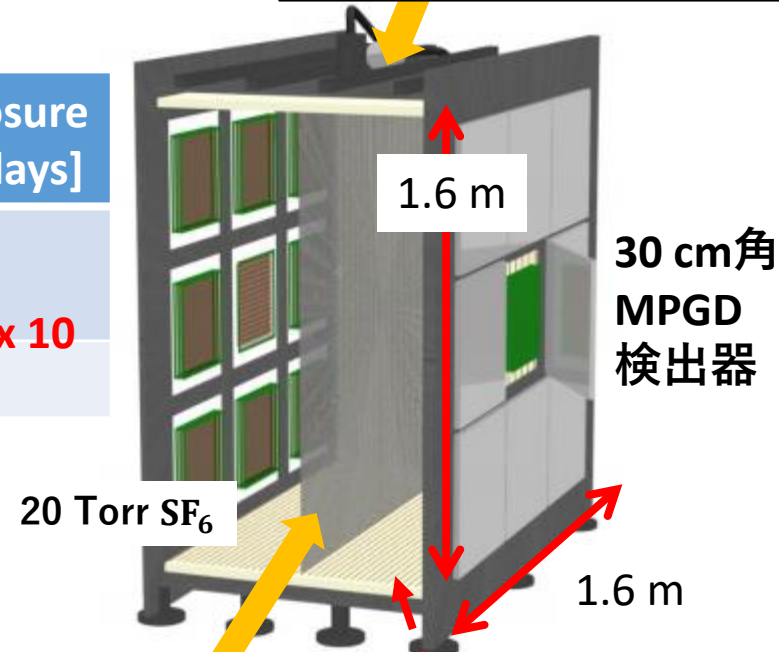
◆ 陰イオン - ドリフト電場 1 kV/cm 必要 (先行研究から)

➢ 外部 or Cockcroft-Walton

見積もり	体積[m ³]	F質量 [g]	Live time [days]	Exposure [kg days]
0.3b' (RUN22)	0.3×0.3×0.41	10.34	110	1.1
C/N-1.0	0.3×0.3×0.5×5	27	400	11

x 10

アウトガス除去
ラドン除去 循環システム



高電圧印加
50 kV 必要

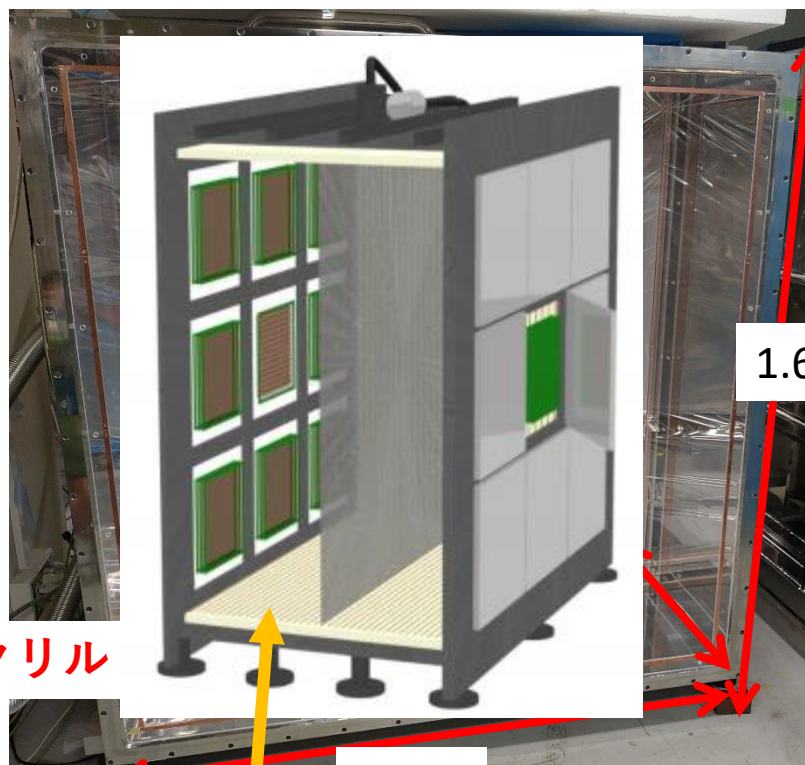
本講演

フィールドケージ
(アクリル内側に
抵抗シート or チェーン)

30 cm角
MPGD
検出器

大型TPCフィールドケージ

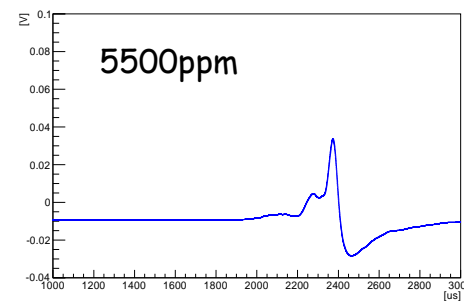
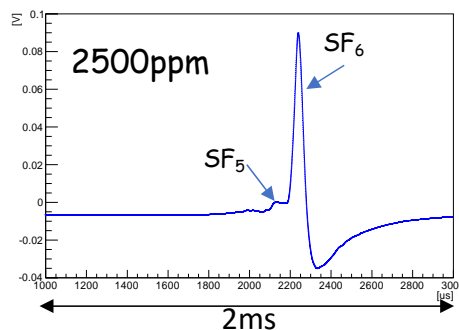
▶ フィールドケージ(抵抗シート or チェーン)支持体として**アクリル**を利用



- 放電防止
- PEEK等に比べコスト小
- 小型TPCで実績あり

ただし

- 水分を吸収しやすい→H₂Oアウトガス
- SF₆ガス中H₂O量→波形に変化



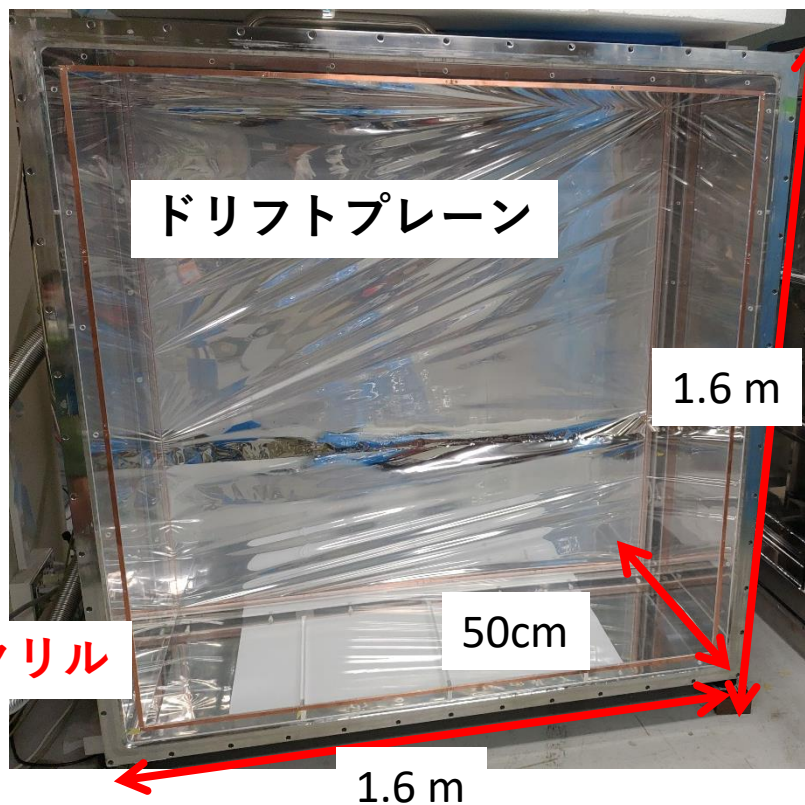
池田智法 JPS第73回年次大会Talk

→要請値 5000ppm 以下

水分量が波形変化 = z絶対値決定に影響

▶ アクリルからの水分を低減・コントロールする必要

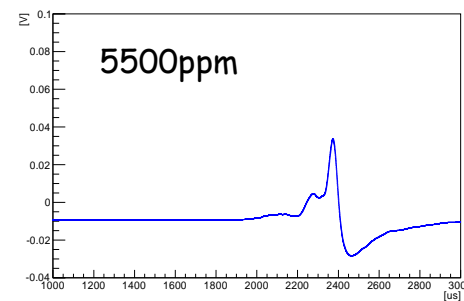
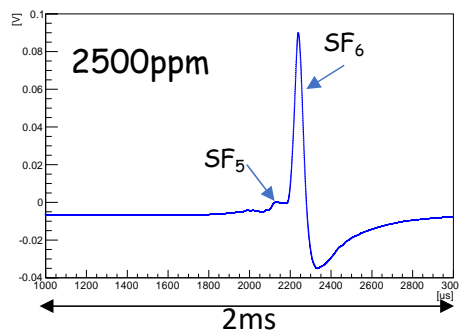
➤ フィールドケージ(抵抗シート or チェーン)支持体として**アクリル**を利用



- 放電防止
- PEEK等に比べコスト小
- 小型TPCで実績あり

ただし

- 水分を吸収しやすい→H₂Oアウトガス
- SF₆ガス中H₂O量→波形に変化



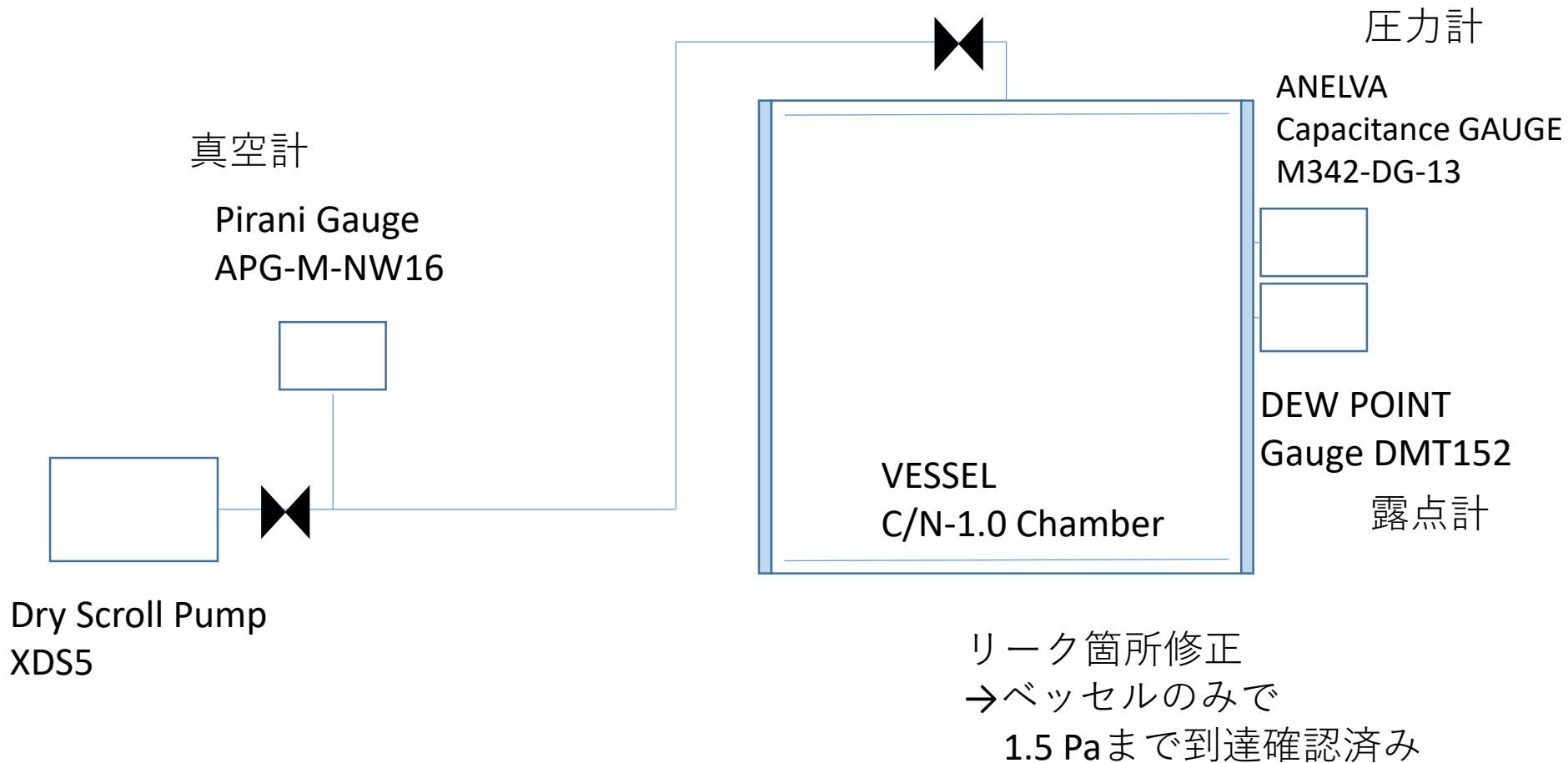
池田智法 JPS第73回年次大会Talk

→要請値 5000ppm 以下

水分量が波形変化 = z絶対値決定に影響

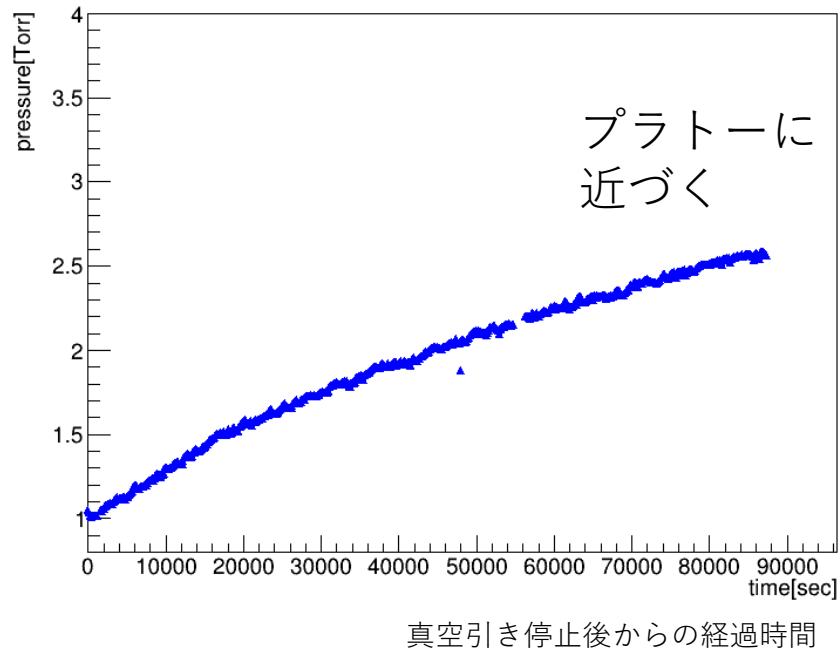
➤ アクリルからの水分を低減・コントロールする必要

- ▶ アクリルフィールドケースをベッセルに入れ
 - ▶ 真空引き後の圧力および水蒸気量（露点計より）をモニタ



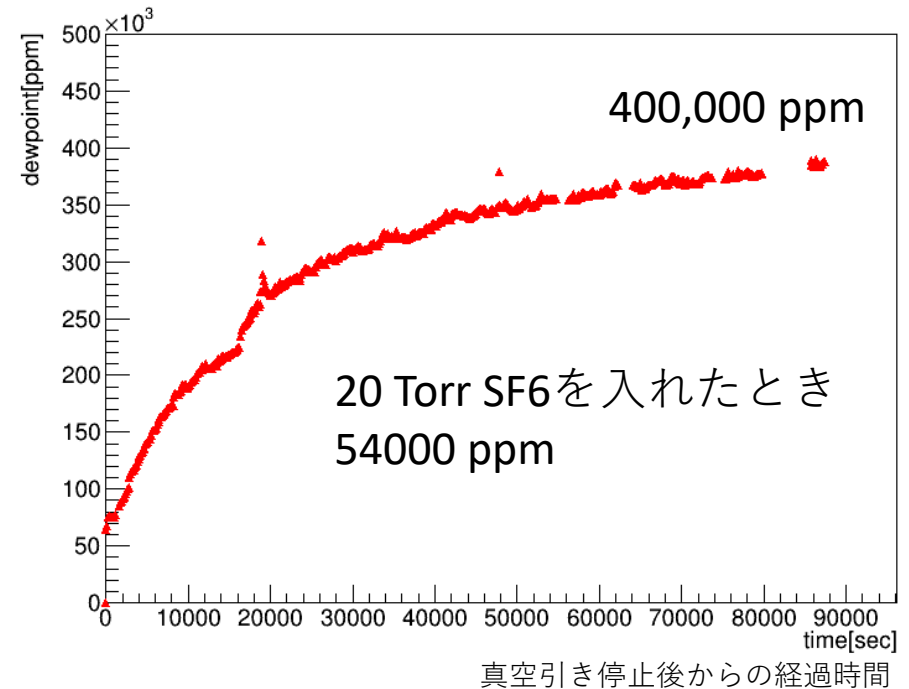
➤ 真空引き停止後の圧力と水蒸気量

ベッセル内圧力



用いた圧力計の感度が1 Torr付近から

水蒸気量



アクリルからの水蒸気アウトガス
→多い = SF6波形に影響
→対策必要

対策として (案)

➤ H₂Oをゼオライト系吸着剤を用いて吸着

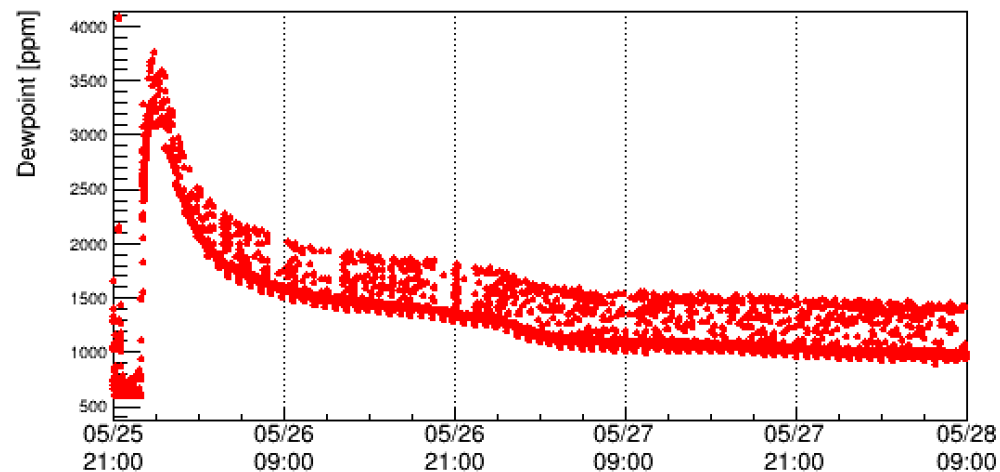
- 小型チェンバー(10 cm角 x 16cmドリフト、アクリル利用)での実績 (図)
- 必要量、流量など検討中 → 大型TPCでの試験へ

ゼオラム (吸着剤)



流量 0.3 L/min SF6

H₂O含有量の経過

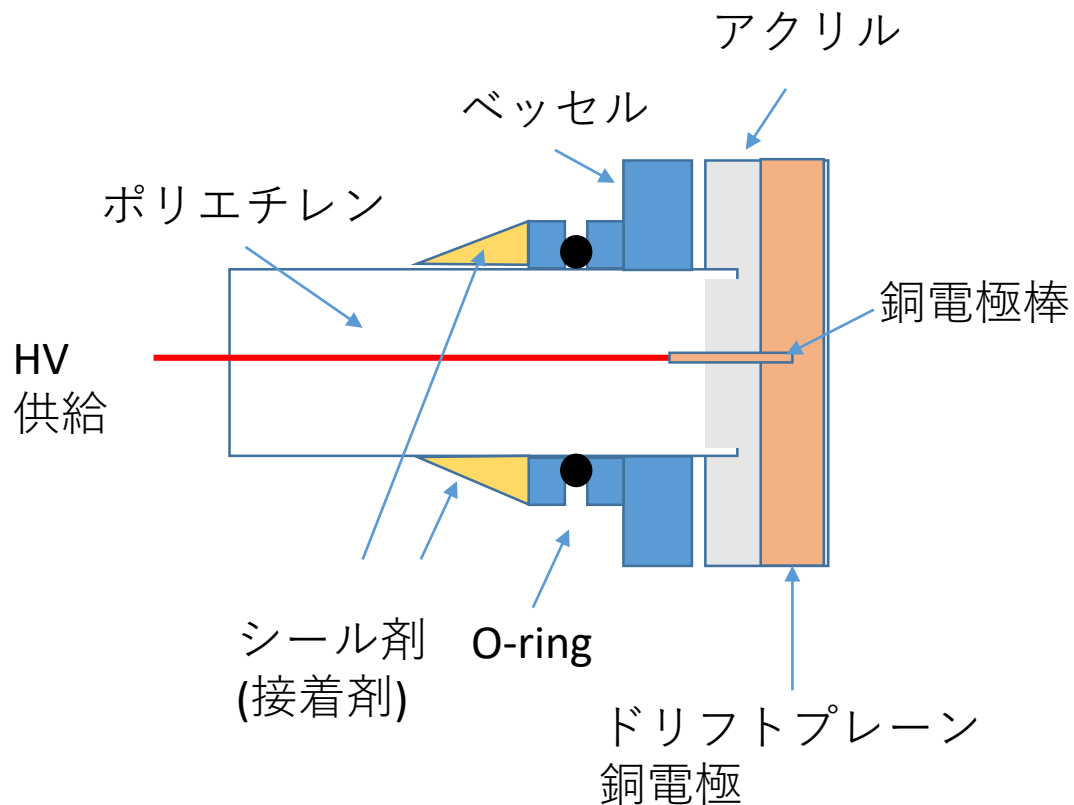


池田智法 2018年 TPC研究会@京都大学

SF₆ 大きなドリフト電場必要 - ドリフトプレーンへの50 kV印加

➤ 放電対策としてポリエチフィードスルーを使用予定

- バックアップとしてCockcroft-Walton回路
- 当初アライメントのズレ→再加工発注 & 修正済み



今後

- H₂Oアウトガス対策
- フィードスルー高電圧試験
- TPCを開発・製作し暗黒物質探索へ

まとめ

- NEWAGE
 - 低アルファ μ -PICを用いて方向に感度を持つ探索で感度を更新
 - 大型陰イオンガスTPCを開発・製作中
 - 低BG化&大質量化を目指す
- フィールドケージに用いるアクリルのアウトガス確認
 - 低減確認しTPC構築へ