

気液2相型アルゴン光検出器 による暗黒物質探索 (ANKOK実験)

寄田浩平 , 田中雅士, 鷺見貴生
木村真人, 菊地崇矩, 矢口徹磨
竹村祐輝, 飯島耕太郎, 青山一天
武田知将, 平良文香
早大理工

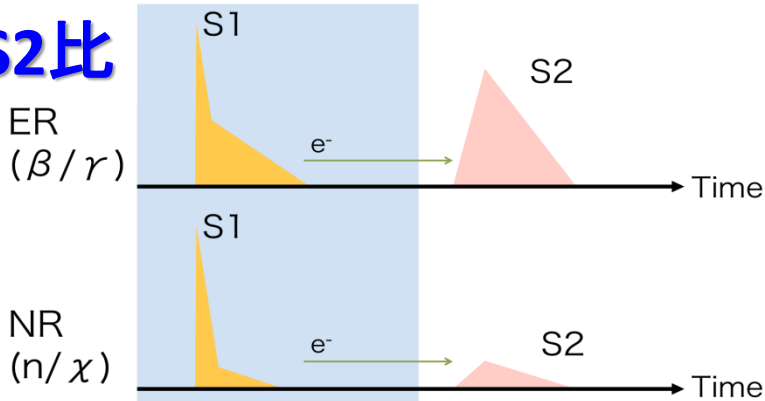
8.Dec.2017 @ 東大柏キャンパス
東大宇宙線研共同利用成果発表会

ANKOK実験

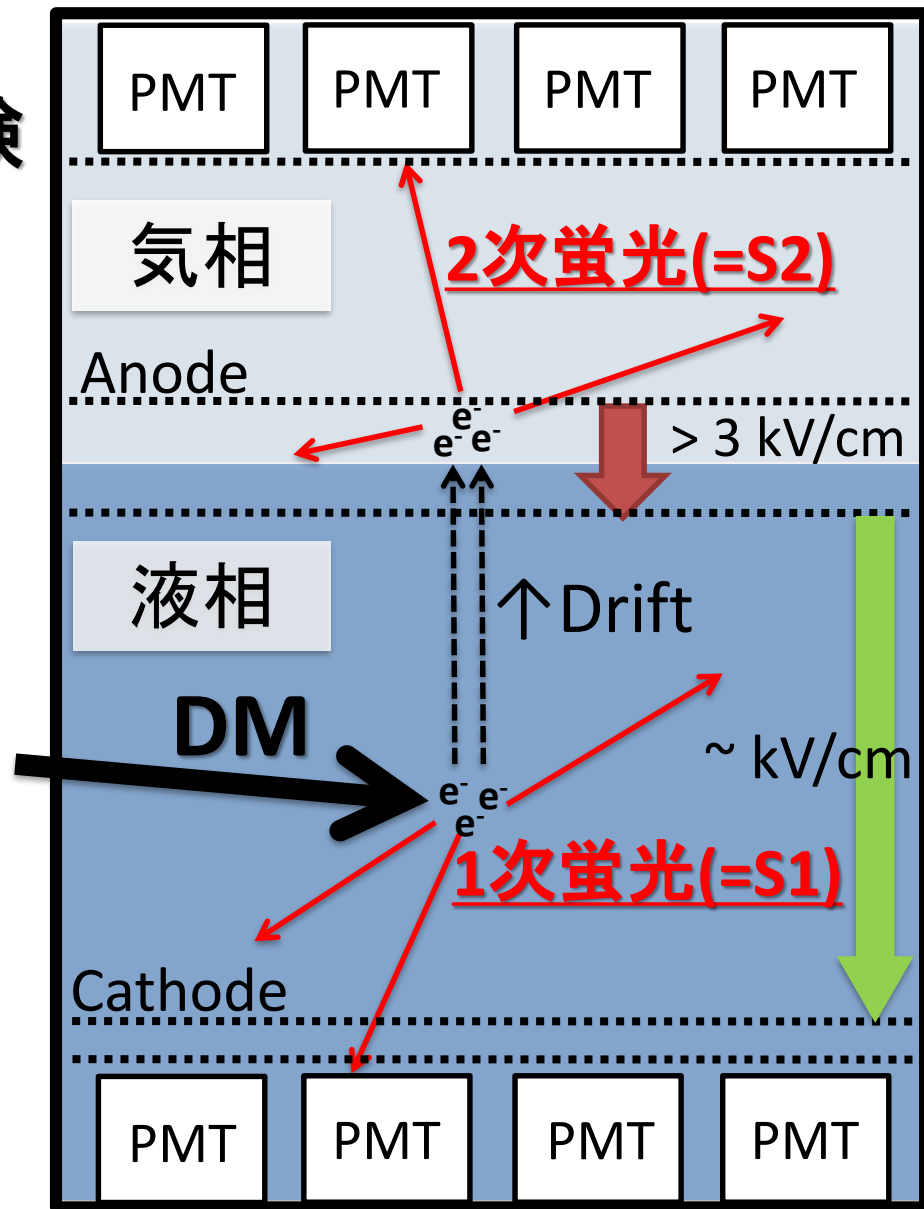
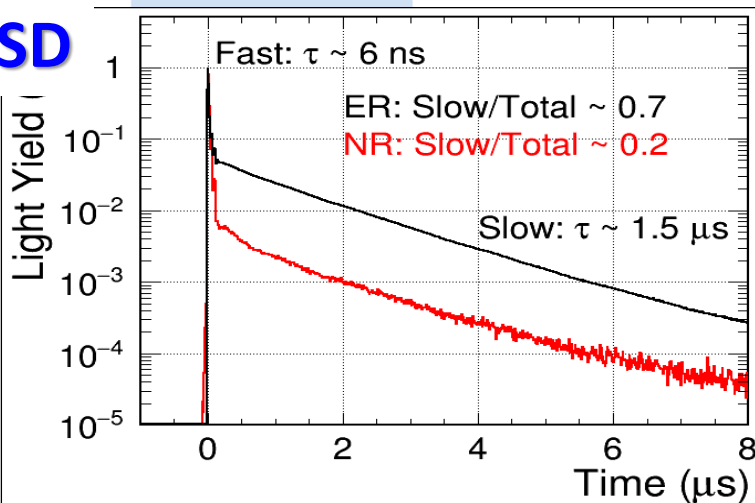
◆ 早大が推進中のAr気液
2相型暗黒物質探索実験

◆ 強力な γ 線分離能力:

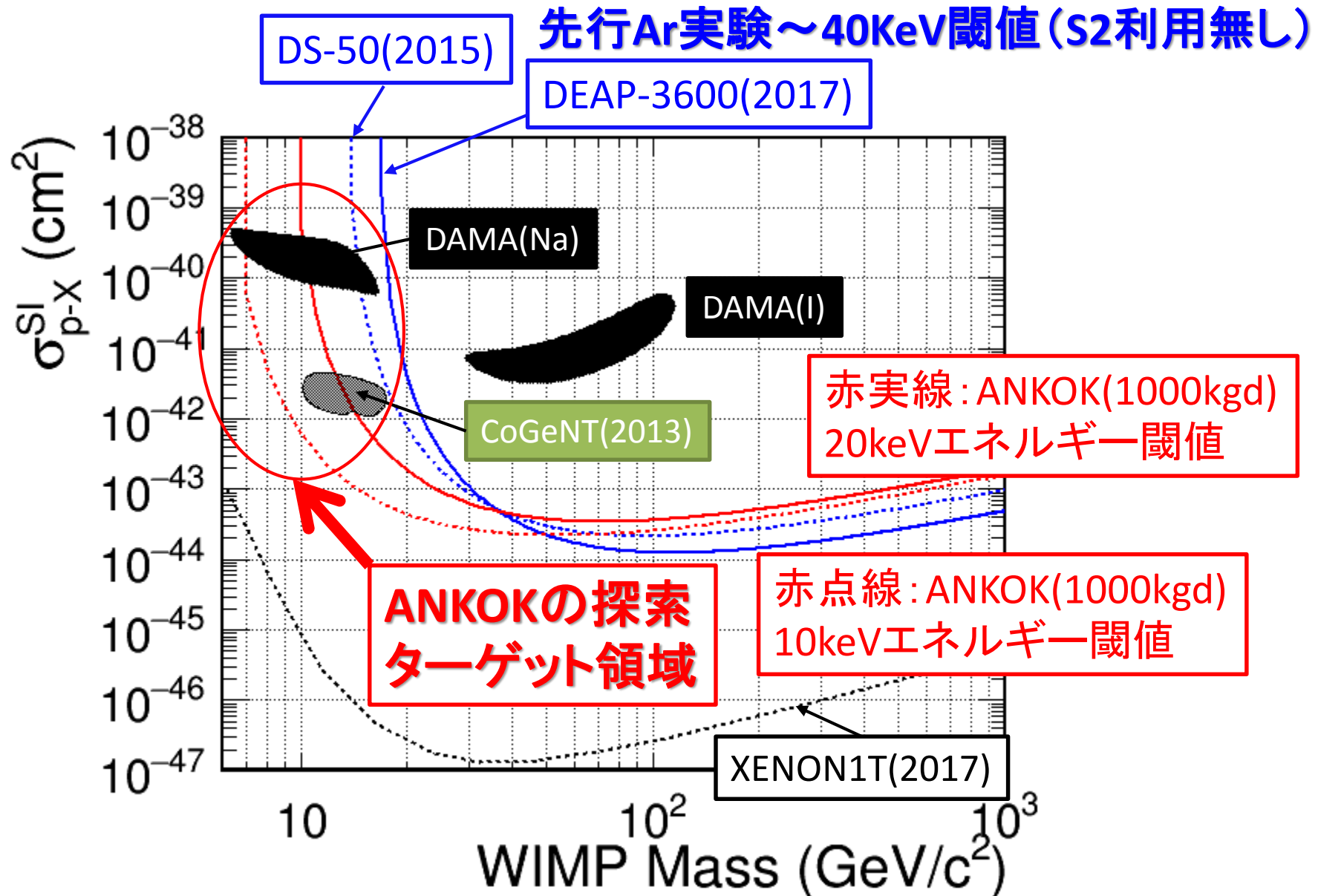
S1/S2比



S1 PSD



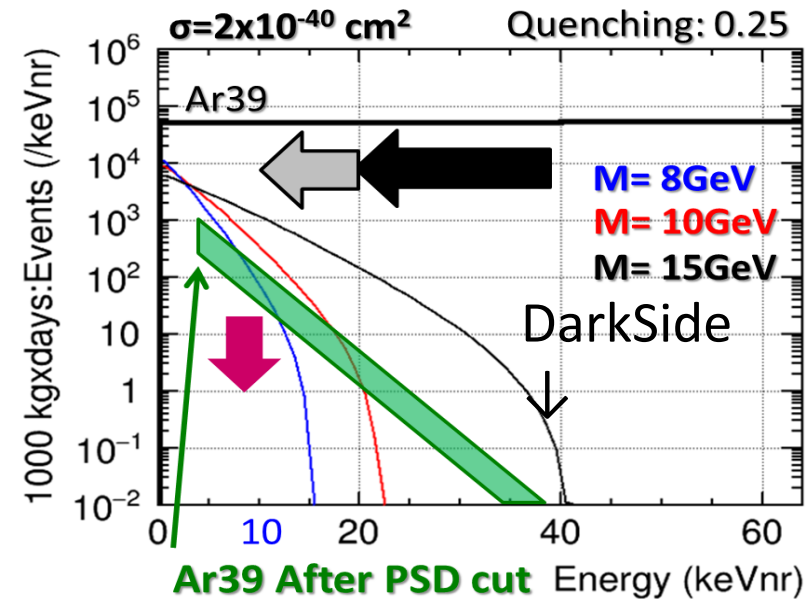
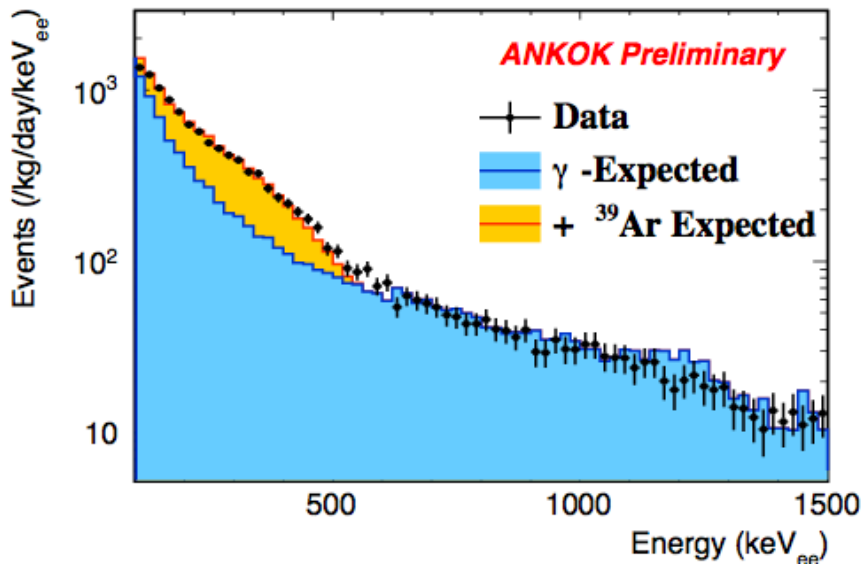
ANKOKの探索ターゲット



現状と課題

◆探索の鍵

- $^{39}\text{Ar}(\text{ER})$ の解析的除去力の最大化
- 環境中性子(NR)の除去→地下へ



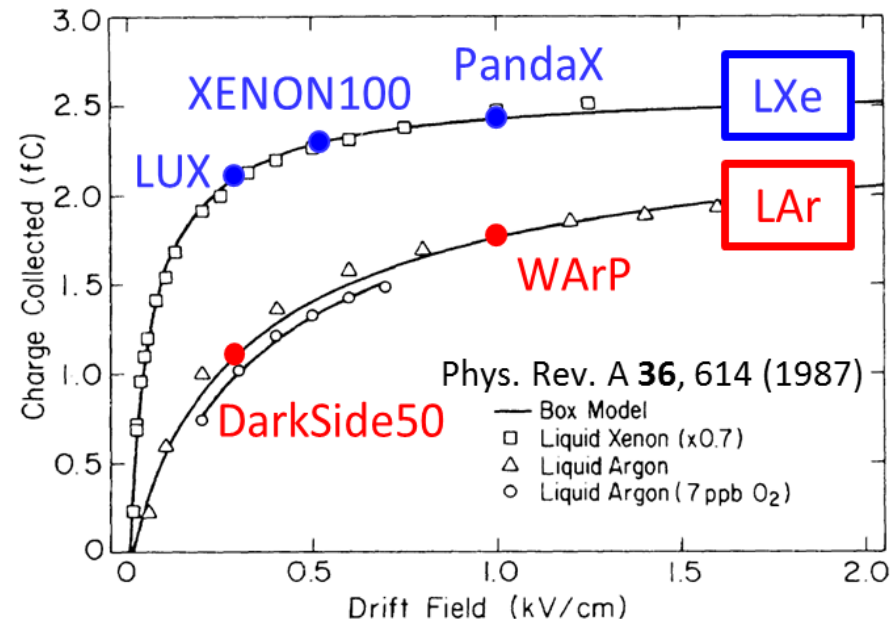
◆ER/NR識別力改善の鍵

① 光量最大化

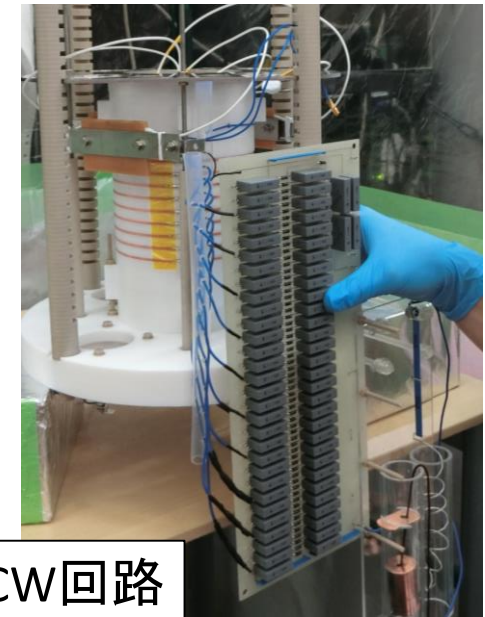
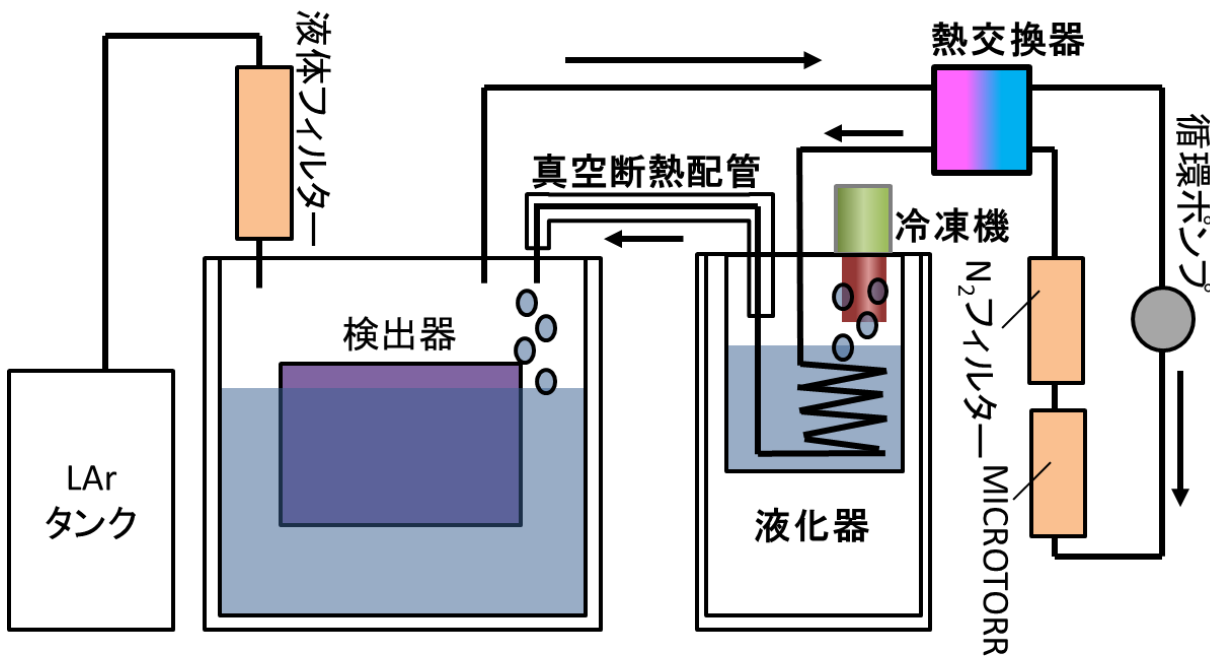
- ★すでに世界最高レベルを達成
- ★ $\sim 9 \rightarrow >15 \text{ pes/KeVee}$ with SiPM

② S2応答の詳細理解 ← 今年度！

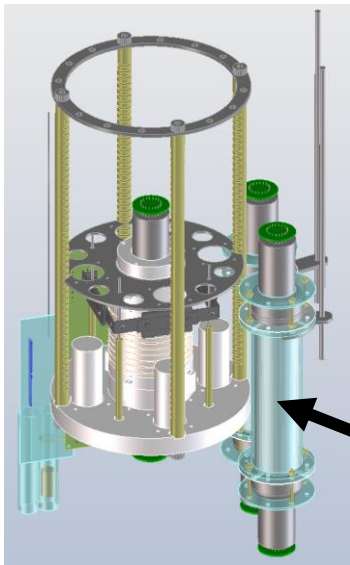
→ 電場依存性、S2/S1 Rejection



実験セットアップ@早大



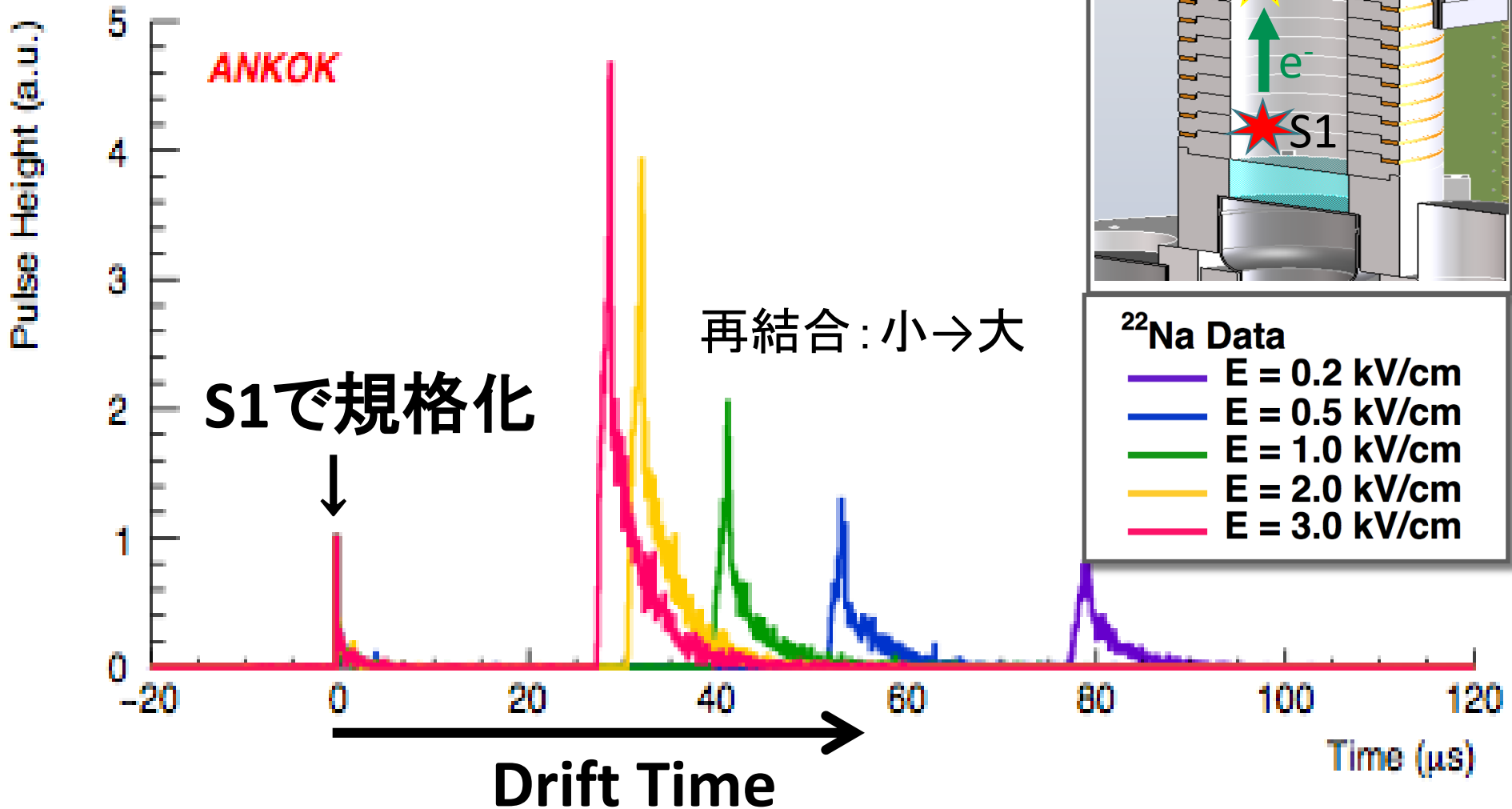
CW回路



- ◆ 特にCWによる高電圧印加とAr応答の精査に注力
 - ✓ 安定運用の達成 (圧力・温度、液面、循環流量等)
 - ✓ 3kV/cm迄の電圧印加を達成
 - ✓ 高純度 (O_2 , H_2O , N_2) の達成:
 - 電子寿命換算で**2.0ms (→0.16ppb)**を達成
 - 30cm driftしても7%の損失 (@1kV/cm)
 - ✓ 消光因子測定用にNeutron Tag Detector (NTD) を TPC周りに複数配備 (LAr中 + 容器外側液体シンチ)

取得波形と高電圧印加

◆ $E=0.2\sim 3.0\text{ kV/cm}$ のデータ例

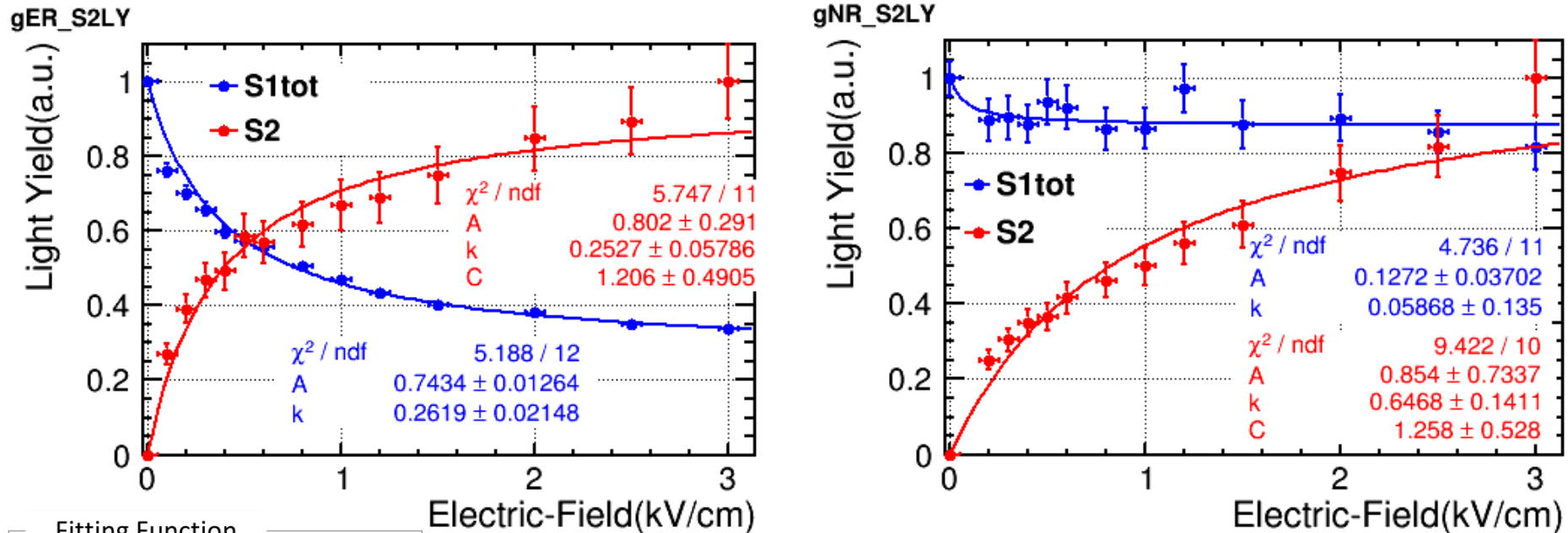


S1, S2の電場依存性

	Energy Region
NR	$\geq 150 \text{ keV}_{\text{nr}}$ (^{252}Cf , PSDとTOFによりNR事象を選択)
ER	$\sim 340 \text{ keV}_{\text{ee}}$ (^{22}Na 511 KeV Compton Edge)

S1: $E = 0.0 \text{ kV/cm}$ で規格化

S2: $E = 3.0 \text{ kV/cm}$ で規格化



Fitting Function

$$S1 = C_1 * \left(1 - \frac{A}{1 + \frac{1}{\rho} \frac{k_R}{E_D} \frac{dE}{dx}}\right)$$

$$S2 = C_2 * \frac{A}{1 + \frac{1}{\rho} \frac{k_R}{E_D} \frac{dE}{dx}}$$

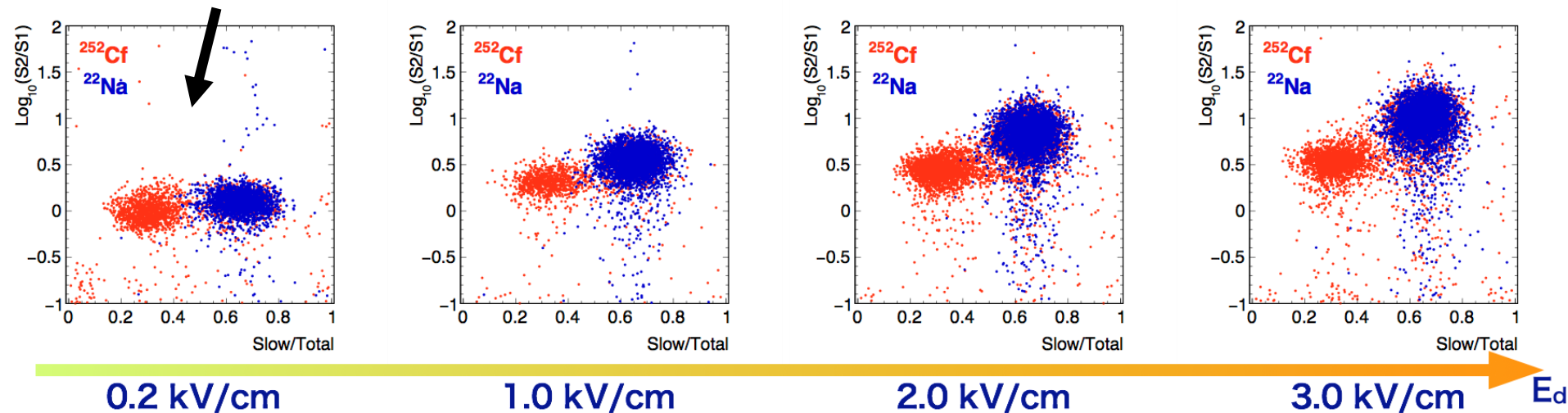
($dE/dx = 2 \text{ MeV/cm}$ に固定)

- ◆ Doke/Birks + 電場モデルによるフィット
- ◆ 3kV/cmまでの評価は世界初 → 論文執筆中
- ◆ 電場依存するモデルのシミュレーションも構築

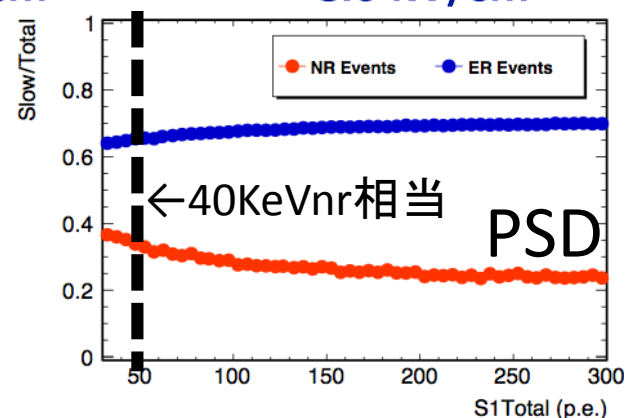
PSD ⊗ S2/S1 @ High E-field

◆ まずは40keVnr付近 (“DarkSide閾値領域”) に着目:

DarkSide電場



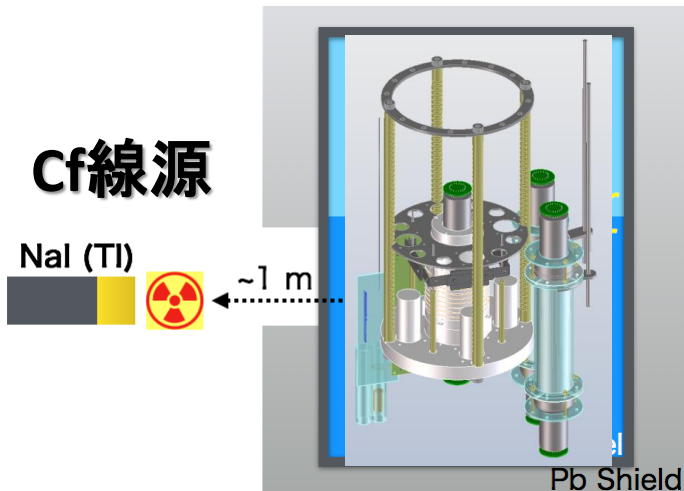
- ✓ S2/S1の識別力が向上していることを示唆
- ✓ エネルギー依存性や消光因子の電場依存も含めて鋭意解析中



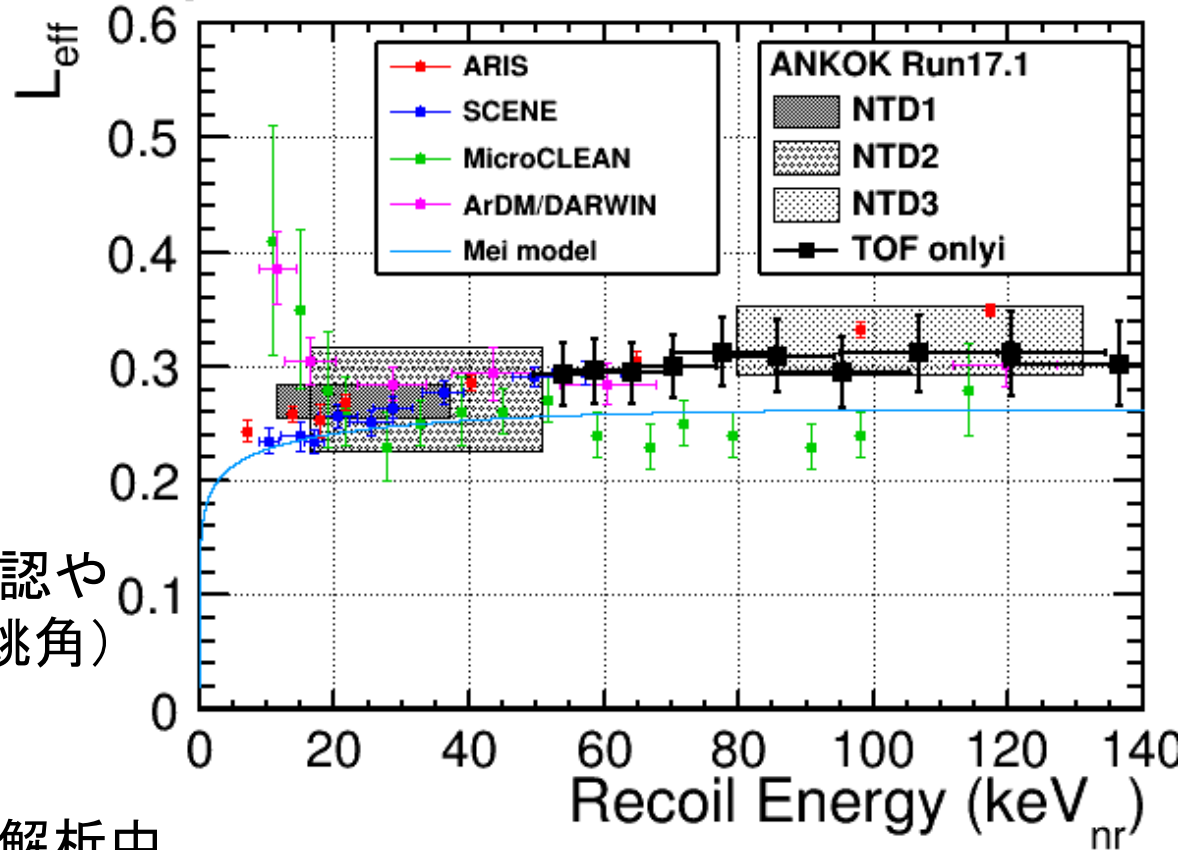
→ PSDとS2/S1を統合したER/NR識別能力の定量化

NR Quenching Factor

◆ TOFやNTDを使って、自分達で消光因子を算出



Quenching Factor



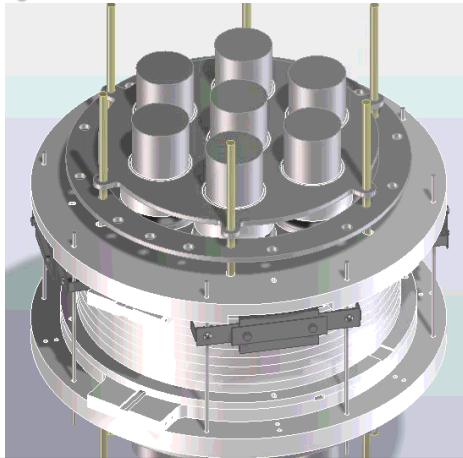
◆ 複数のNTDによる再現性確認や異なるエネルギー領域(反跳角)での消光因子を測定
→ 先行研究と比較

◆ 電場依存性についても鋭意解析中(光量の変化も考慮する必要あり)

→ PSD ⊗ S2/S1 識別力を最大化するドリフト電場(+取出電場)の算出

1月～3月のテスト実験

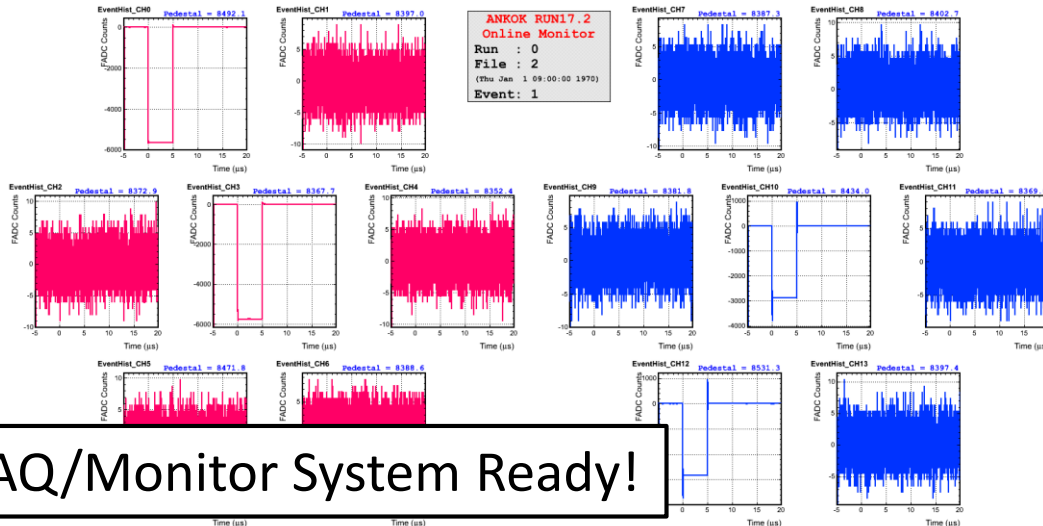
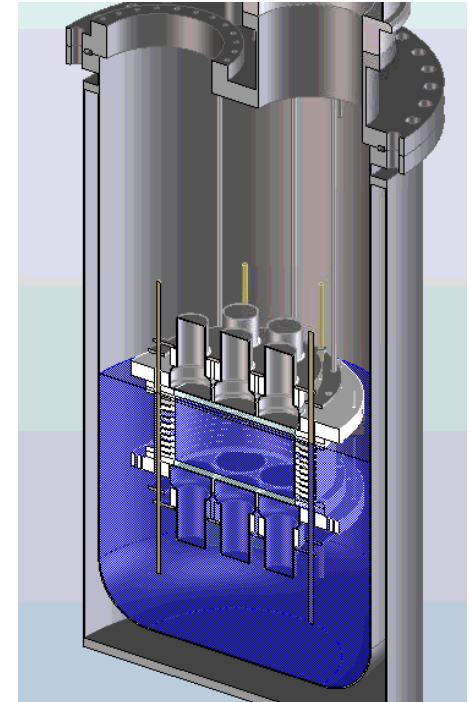
◆ 上下面にPMT(3inch)を7本ずつ配置
 $\phi 22\text{cm} \times h10\text{cm}$ のプロトタイプ～本検出器



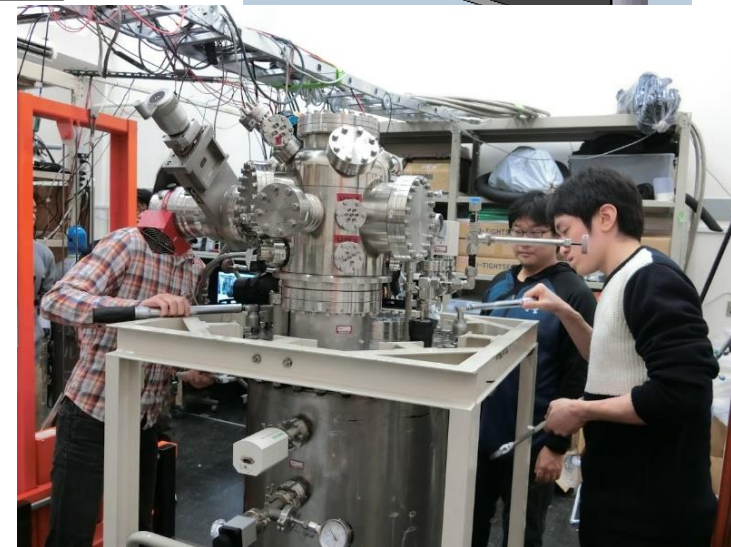
設計、テフロン加工



TPB真空蒸着装置増強



DAQ/Monitor System Ready!



まとめと今後の展望

□ 2017年度の査定額: 10万円(神岡出張費用で支出)

→ 中性子測定は引続き行い、地下での感度評価に繋げる。
(中性子測定コンソーシアム: 液シン純化、 ^3He との接続等)

■ 現在、これまでの成果と今後の方針をまとめた学術論文を執筆中(高電場ER/NR分離、消光因子の測定等)。

■ 地上実験の完遂(今年度→ 2018年度):

→ 多チャンネル読出し・取得レート・同期や事象再構成等の確立
→ ER事象除去能力の証明→探索感度の最終的な評価へ
(部材の選定、Rn Filterの導入等も平行して進行中)

■ 地上実験完遂後、2018年以降の本格的な地下データ取得に向けて、継続的・発展的な議論をお願いしたい。 → 来年度も引き続き、宜しくお願いします。