

# 分離 2 相型液体キセノン TPCの検討と研究開発

森山茂栄

2019年3月21日

アクティブ媒質TPC開発座談会@神戸

# 将来のDM探索に重要な項目

neutron BG

Internal BG (Rn, Kr)

Low background

e/NR separation

BG subtraction

Large size of course necessary

# 将来のDM探索に重要な項目

neutron BG

Internal BG (Rn, Kr)

Low background

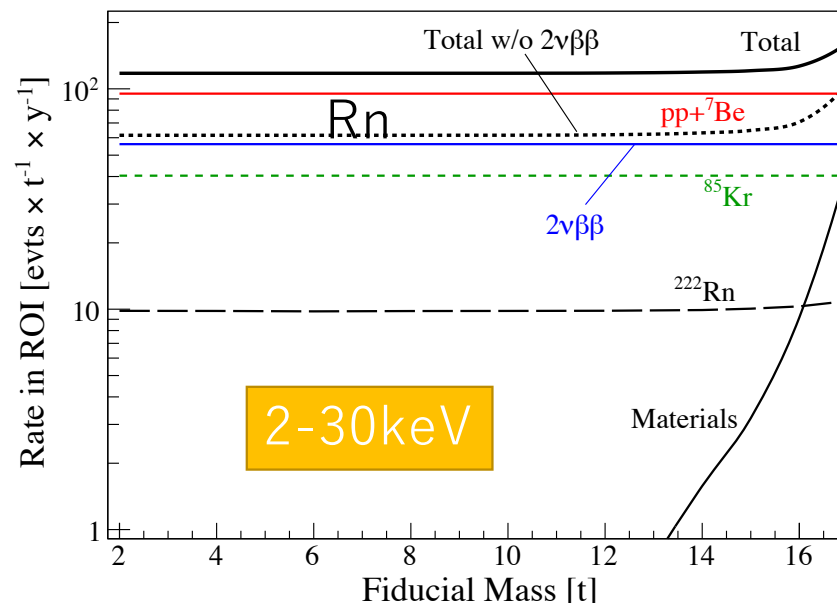
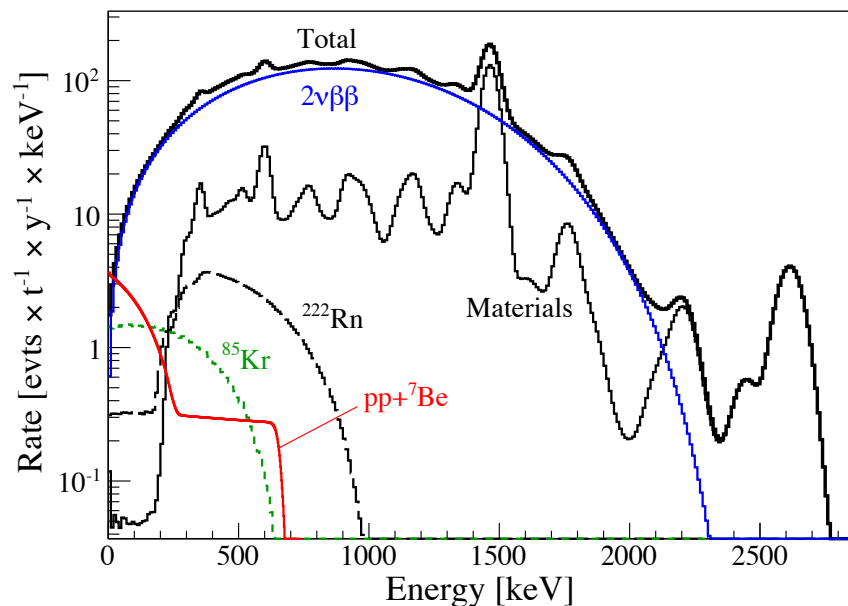
e/NR separation

BG subtraction

Large size of course necessary

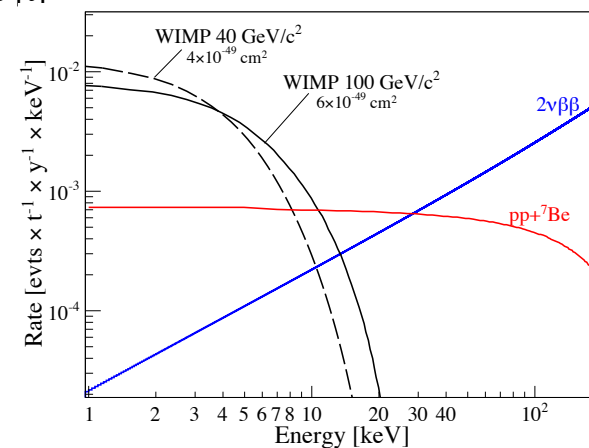
# 達成すべきラドンレベル~pp $\nu$ の1/10程度

JCAP01(2014)044

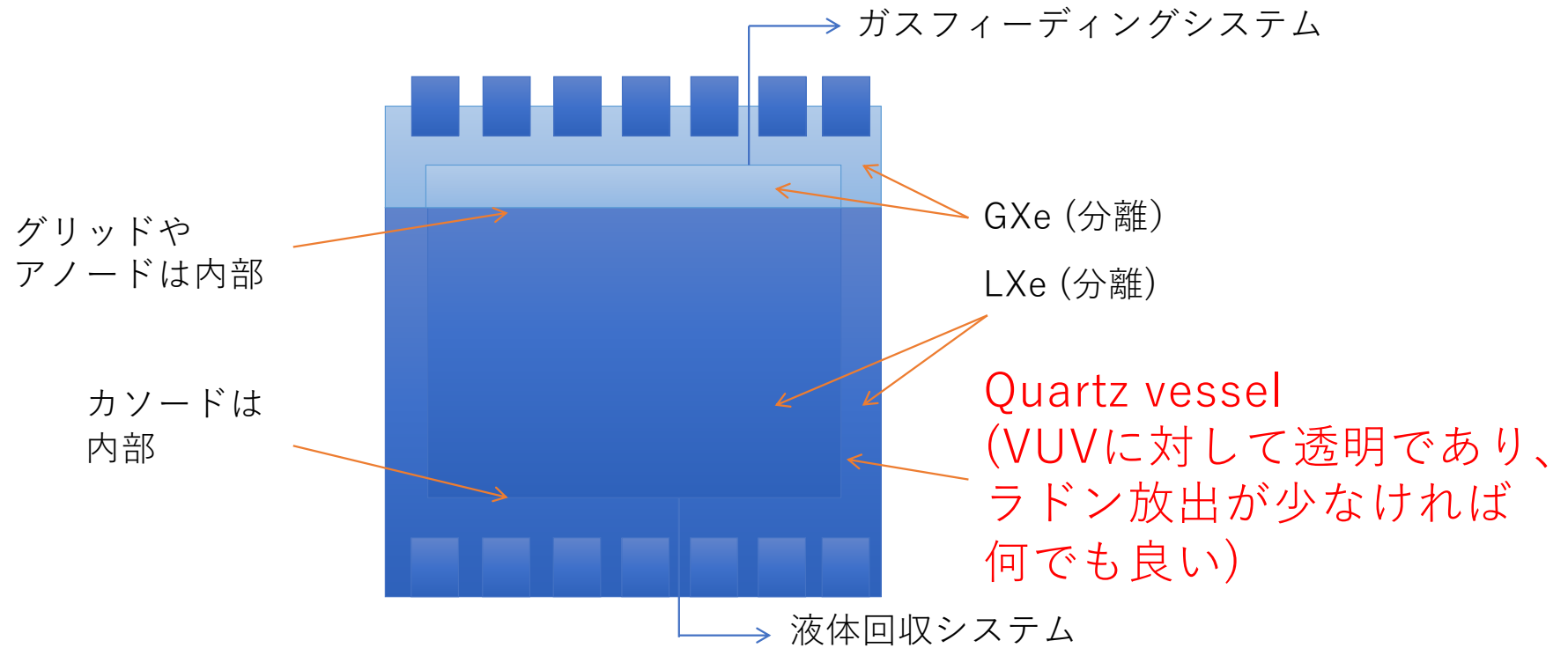


pp+Be7  
2νββ

- 0.1 $\mu$ Bq/kg of  $^{222}\text{Rn}$
- これは現在のXMASS, XENON1T, PANDA-X等の1/100
- XENONnTでは素材の吟味、オンライン蒸留によってpp  $\nu$ 程度のラドンレベルを実現する計画。



# ラドン対策のために提案した 分離2相型液体キセノンTPC

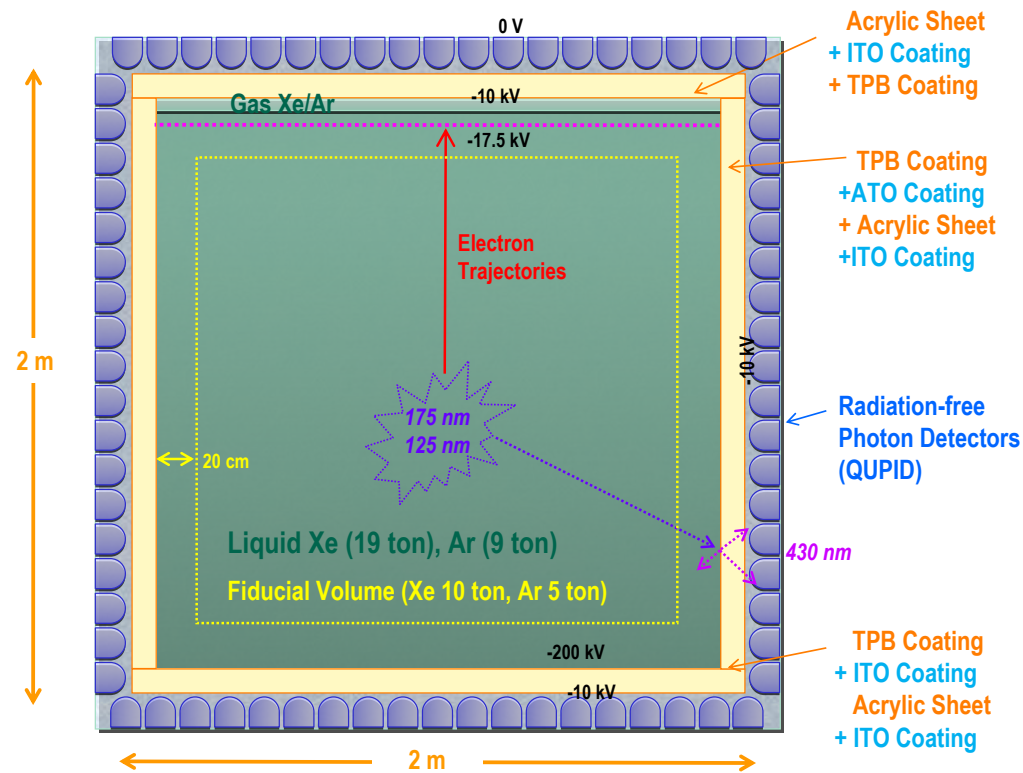


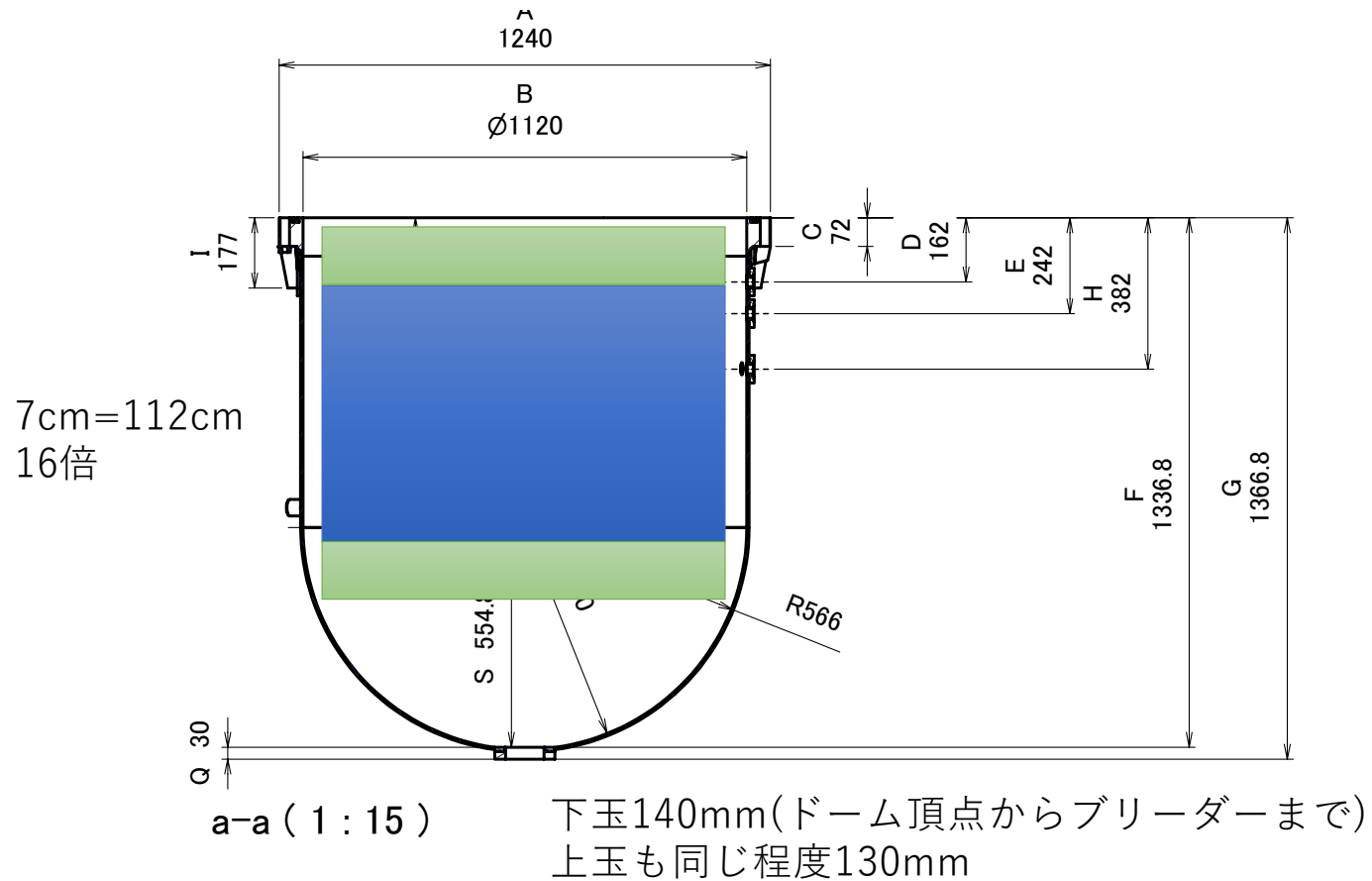
- 内部と外部をセパレートすることにより、配管や様々な部品からのラドン放出を切りわけ低バックグラウンドを実現する。内部・外部は別々に純化を行う。
- フィールドリングは外部に設置する。Charge up対策が必要。

# XAX?

- UCLAの有坂さんが2008年に石英製のPMTを用い全体を囲む提案をしていた。この場合はアクリル容器+TPBの提案だったが、ラドン対策としては類似している。

## Concept of XAX



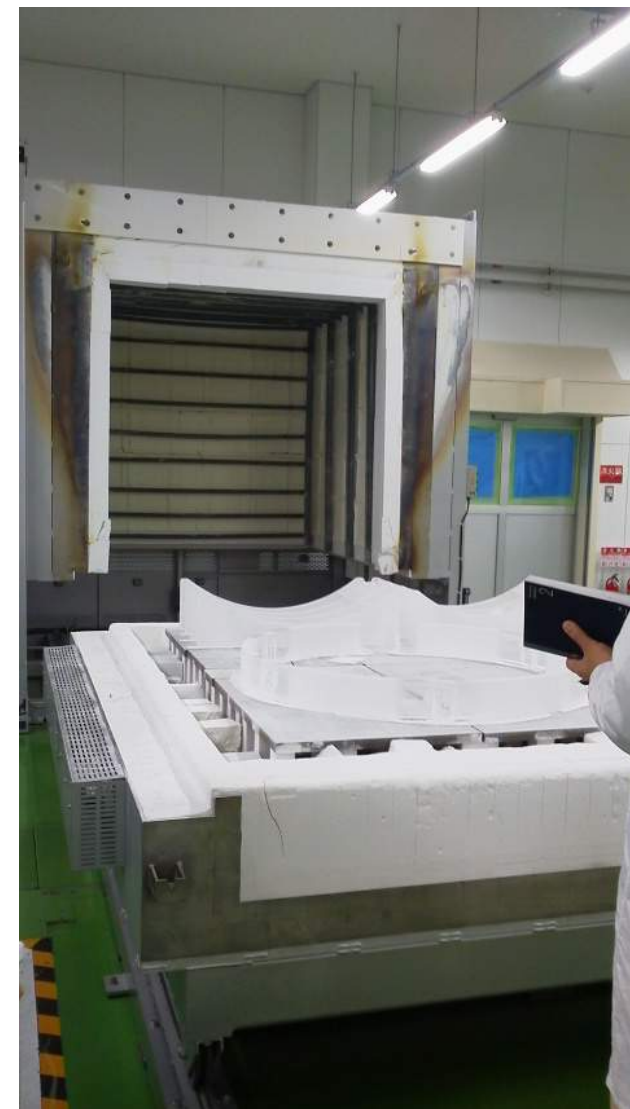


- XMASS-Iの改造を過去に検討した。
- 直径1120が使用可能。外部60mmをそれぞれ残して1000mm。
- 高さ900mmを使えらしたらTPC 630mm x 1000mm $\phi$
- LXe=1.4トン。時期的にもっと早ければ。

FAQ:

大きな石英チェンバーは作れるか

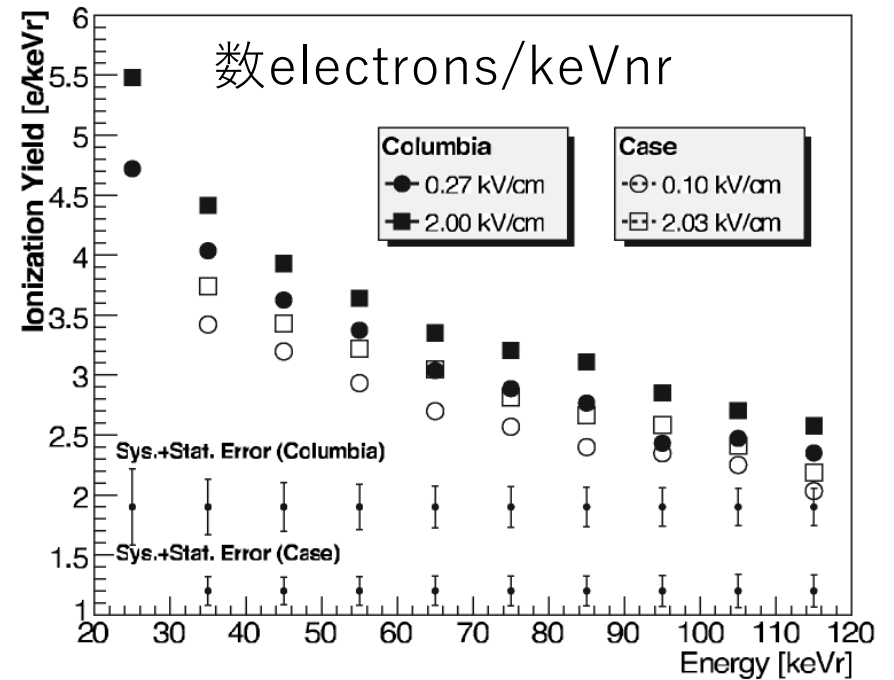
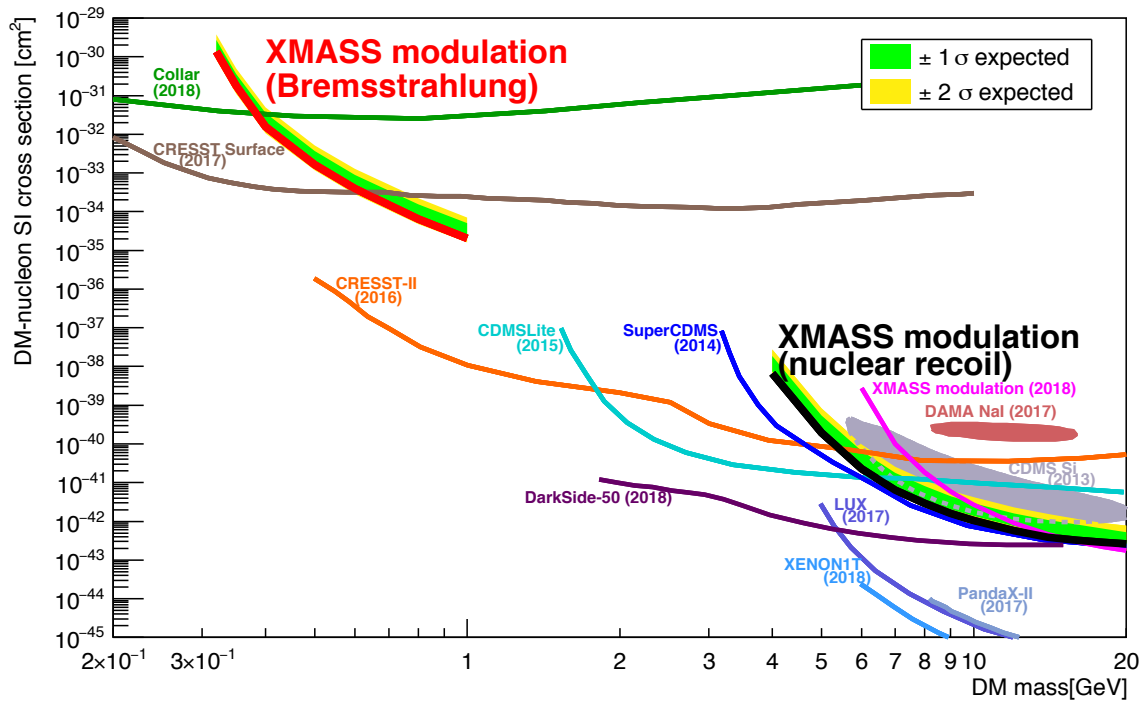
- 最大1500 mm $\phi$ , 高さ1500 mmが入る炉がある
- 透過率（材料）、平面度の検討は必要。





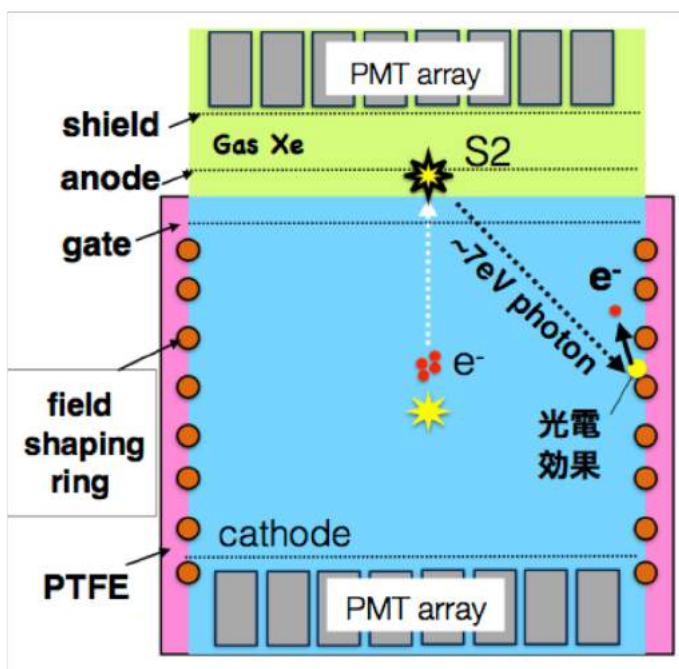
# 神岡での研究開発

- この提案を、さらに有効活用する提案・研究（山下、佐藤他）がなされた
  - S2 only解析: S1は暗すぎて見えないが1電子のリリースでもS2なら見える  
新学術公募研究 山下雅樹  
「極低敷居値電離信号を用いた質量の小さい宇宙暗黒物質探索検出器開発研究」
- これは近年興味広がっている低質量WIMP探索に有効な手法

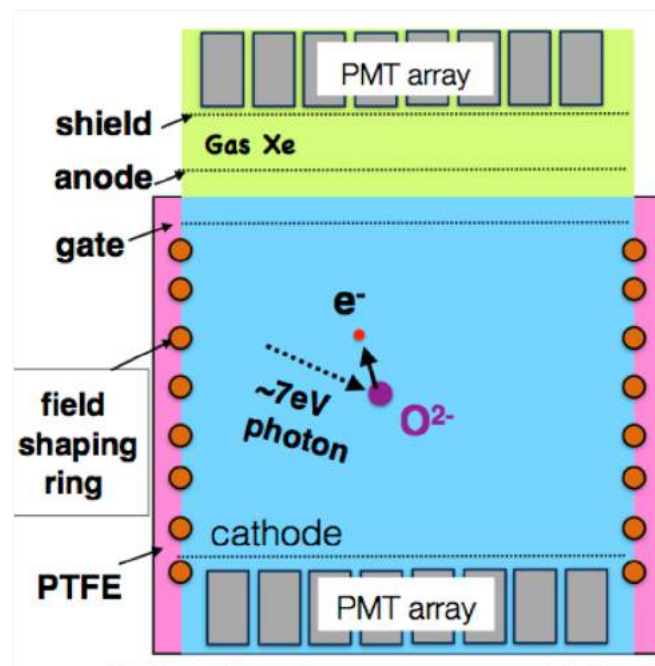


# S2 onlyバックグラウンド事象の低減

- 真空紫外線の発光が、壁面で光電効果を起こす。



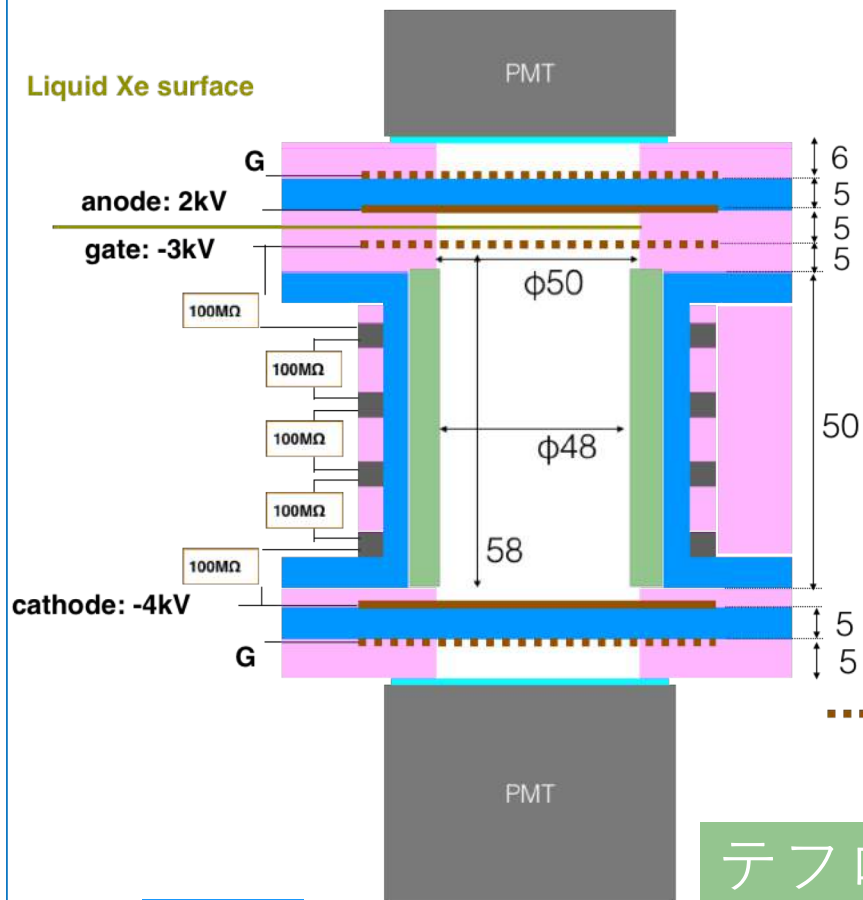
- 真空紫外線の発光が、内部の不純物を電離する。



いずれも全体を光電効果を起こさない材料で囲って純化する案とcompatible

テフロン

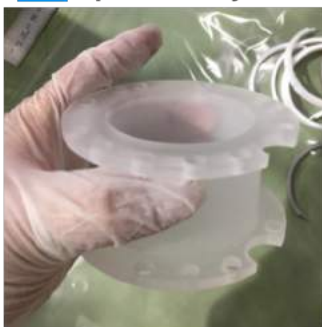
Liquid Xe surface



quartz plate & SUS mesh (0.1φ)



quartz body



SUS wire (0.1φ)

XMASS PMT

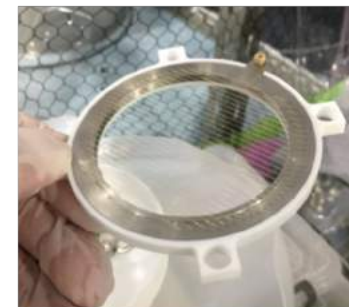


resistor & field electrode

100MΩ



quartz or PTFE inner

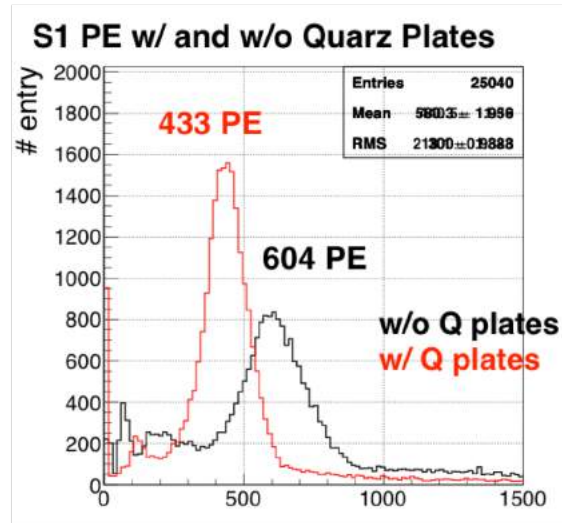
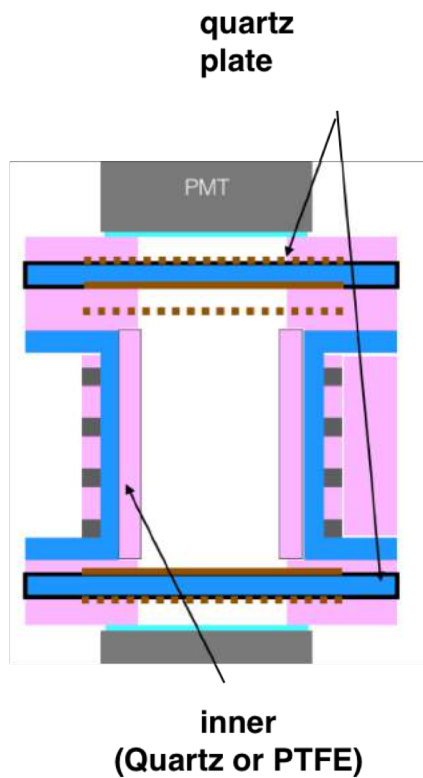


石英

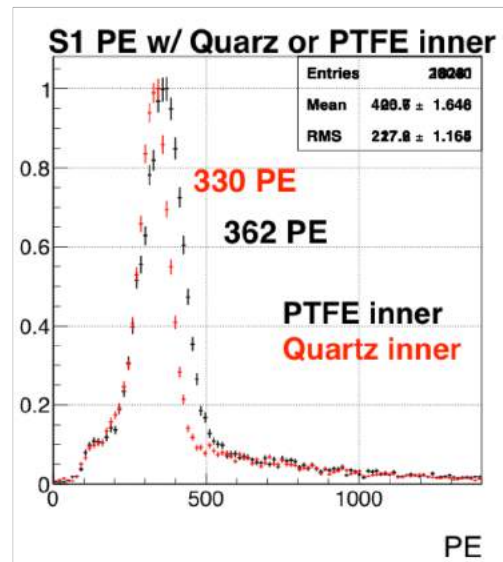
テフロン  
反射材

ここから後の3ページは  
新学術「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」  
公募研究の山下の発表のスライドから拝借

# S1の光量



•Quarzなしに比べ72%

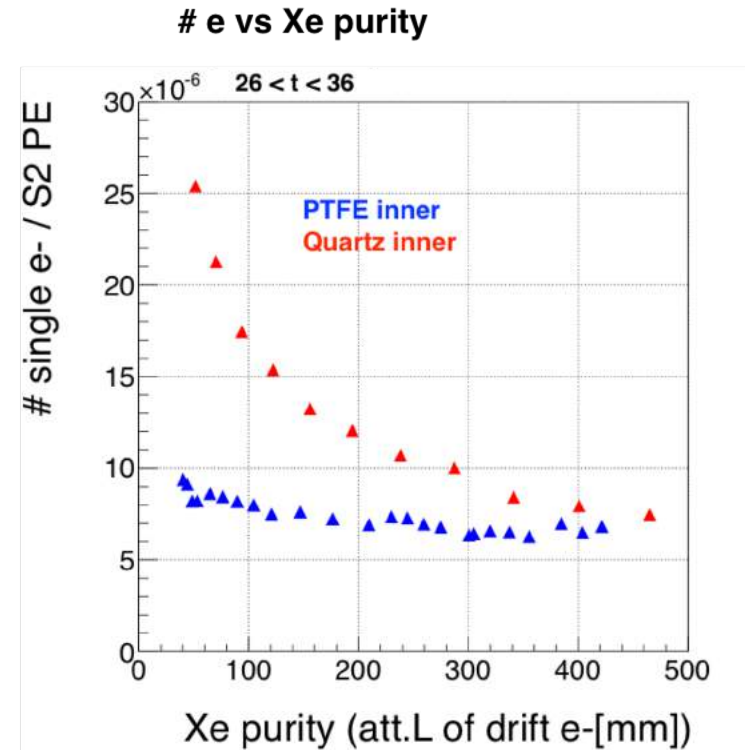
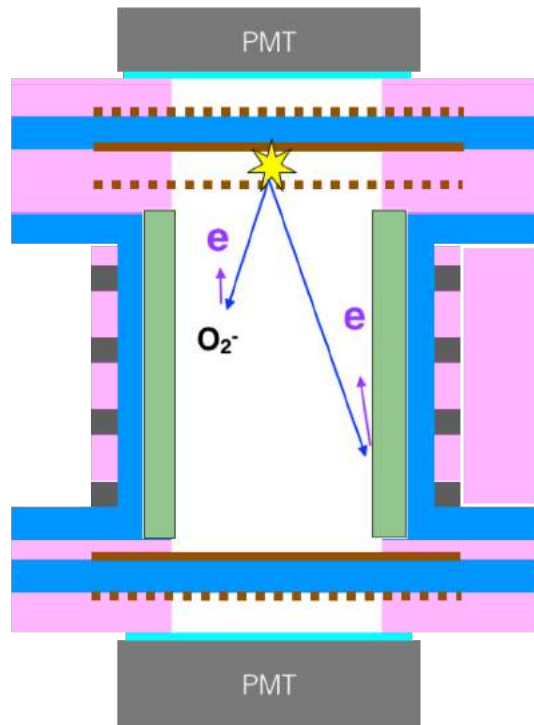


•Wallでの違い 91%

•合わせてPlate + Wall 55%

# single electron background

現在Generation three Consortium (G3C)での活動としてICRRに共同利用を申請中



SE の純度依存性を確認。純度が良くなればSE BGが減ることを確認。(i.e. O<sub>2</sub><sup>-</sup> ->)

しかし,最終的には同じレートだが、なぜPTFE とQuartz で違いが分かっておらず、課題が残った。

後述するMPPCのでのテストを開始したのでX-Y位置の情報が加えることで壁とバルクの違いを見る予定である。

## まとめ

- 2相型液体キセノンTPCのRnを低減する方法として、高純度の石英チェンバーで内外分離する案を検討した。
- 現在はS2 only解析による軽いDM探索手法へと発展している。
- 今後G3Cと呼ばれる枠組みの中の1つとして活動予定。