

0

# 電場形成に高抵抗シートを用いたTPCの開発

神戸大理

身内 賢太郎

,橋本隆, 池田智法, 石浦宏尚, 中村拓馬, 上野龍一,  
中村輝石, 伊藤博士, 越智敦彦, 本間康浩, 高田淳史

**K. Miuchi**  
(PTEP submitted, 1903.01663)

内容

**TPC**  
**SR- $\mu$ TPC**

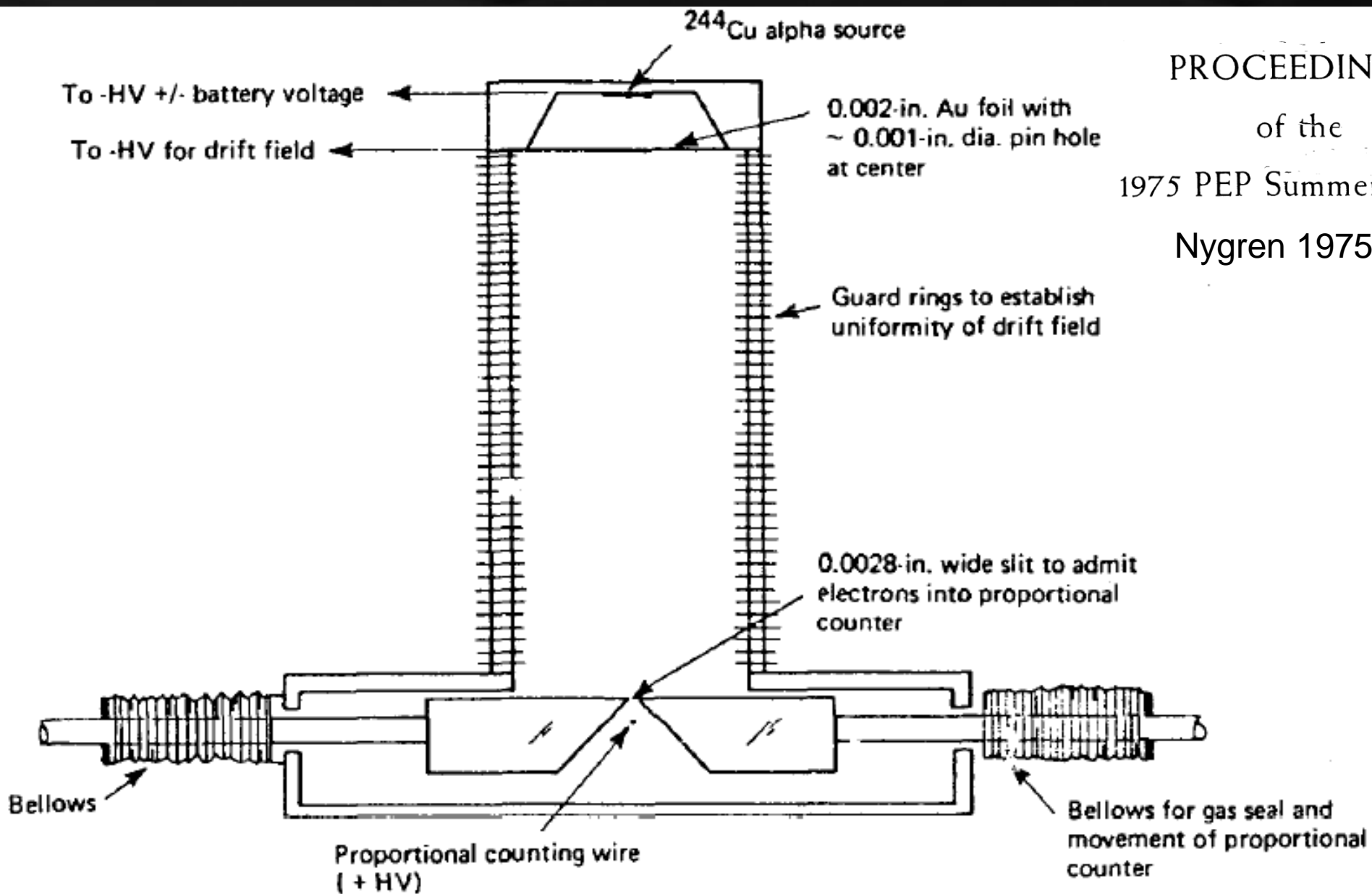
科研費  
KAKENHI



# TPC

# ◆ 最初のTPC: 1974年 David Nygren

- drift長150mm guard ringを3mm spacing



PROCEEDINGS

of the

1975 PEP Summer Study

Nygren 1975

40年たって：でかくなった。

# T2K TPC

- drift長897mm
- 10mmのstripを11.5mm間隔

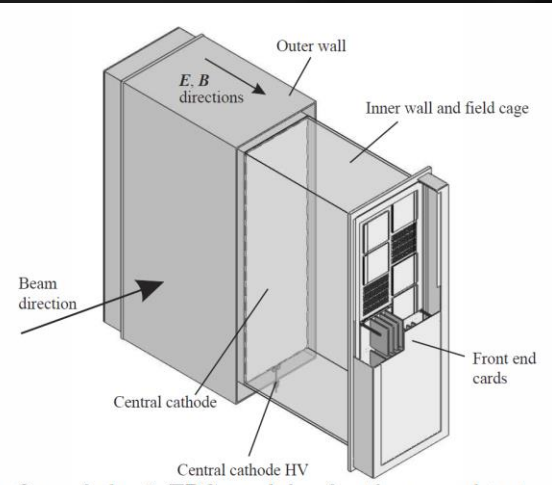


Figure 34.14: One of the 3 TPC modules for the near detector of the T2K experiment [110]. The size is  $2 \times 2 \times 0.8 \text{ m}^3$ . Micromegas devices are used for gas amplification and readout.

NIMA 637, 25 (2011)

# XENON1T

- drift長 97cm Eur. Phys. J. C (2017) 77:881
- 10mm幅の電極 74本

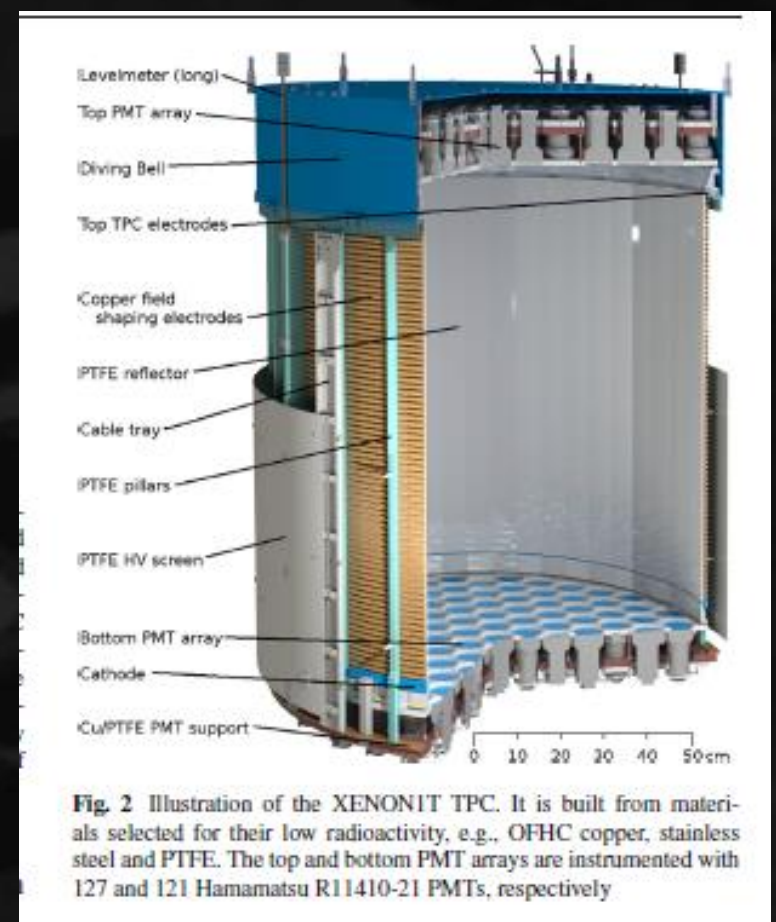


Fig. 2 Illustration of the XENON1T TPC. It is built from materials selected for their low radioactivity, e.g., OFHC copper, stainless steel and PTFE. The top and bottom PMT arrays are instrumented with 127 and 121 Hamamatsu R11410-21 PMTs, respectively

基本構造は大きくかわらない。



# ◆ 実際

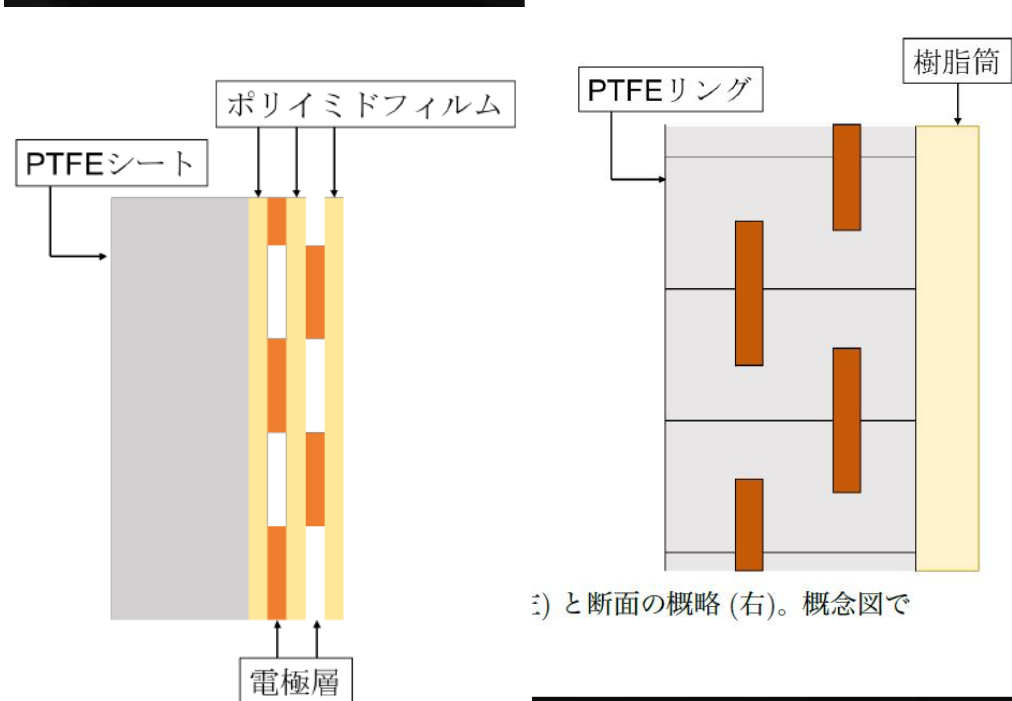
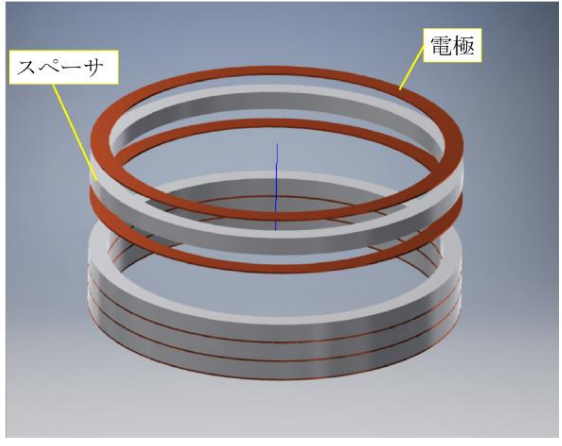
- いろいろデザインして、いろいろ計算して賞をもらえる

## 測定器開発 優秀修士論文賞

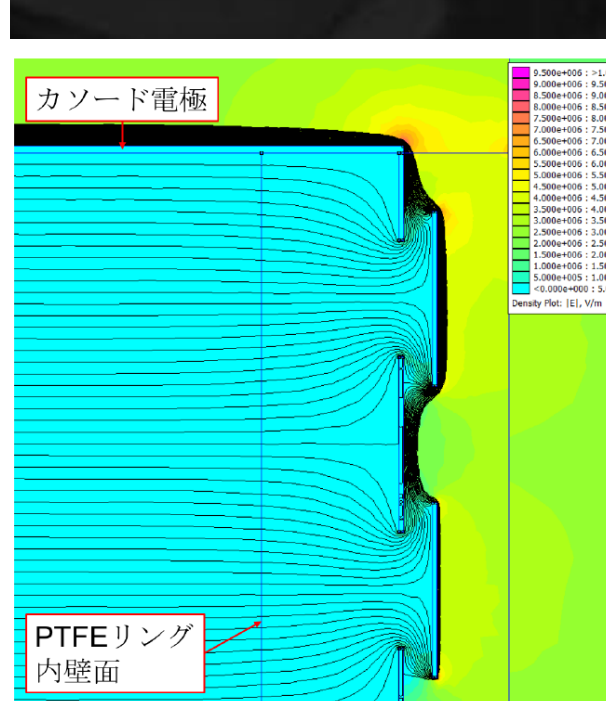
### 優秀修士論文特別賞

論文題目	ニュートリノを伴わない二重β崩壊探索に向けた高圧XeガスTPC AXELのための高電圧ドリフト電場形成の研究
本文	アブストラクト(1.8Mb)、本文(16.8Mb)、
著者氏名	吉田 将 (京都大学)

第8回論文賞(2017年度修士論文)



と断面の概略(右)。概念図で

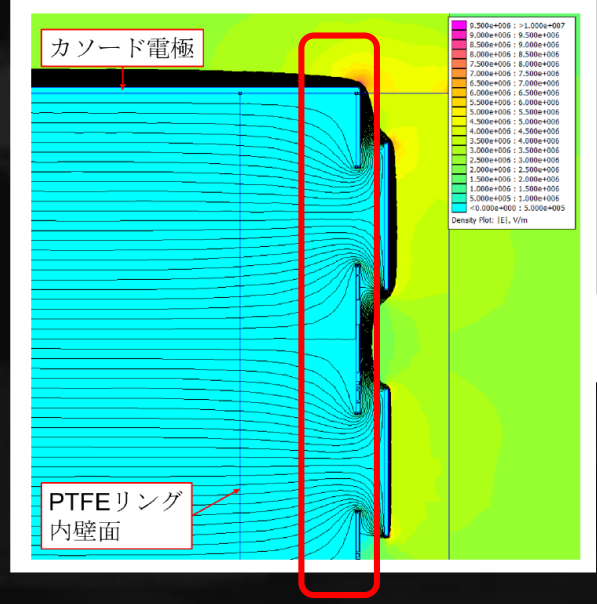
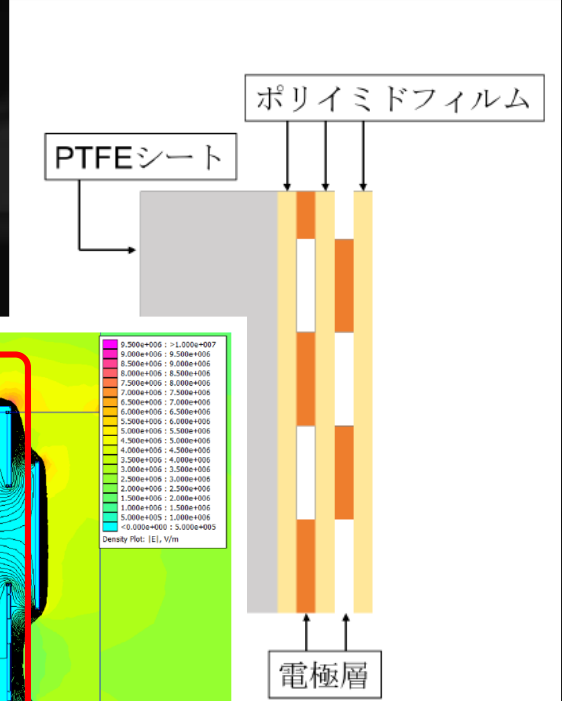
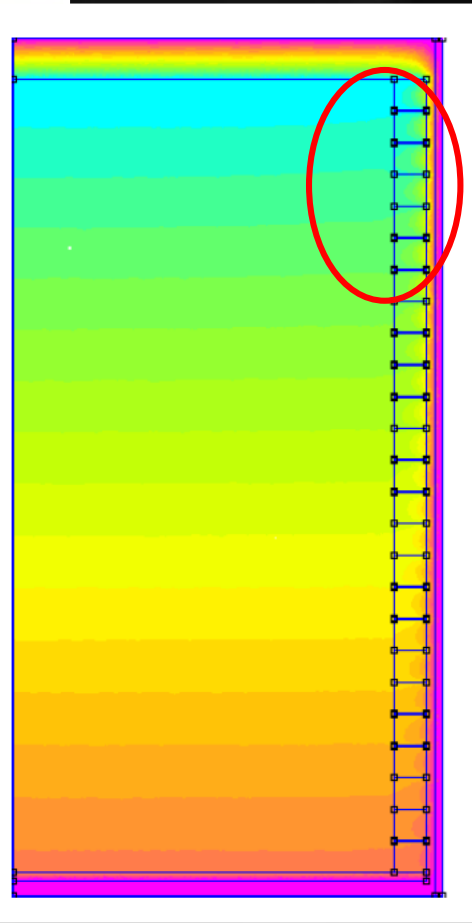
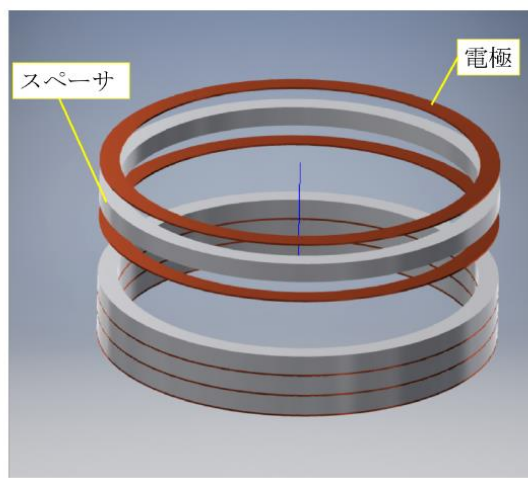


# でも

- 設計、くみ上げむずい（一品ものだから大体いいけど。）
- 電場一様性の問題はまだある。

リング状: 高電位領域で外のGNDが見える。

(2重) 帯状: 近傍電場は一様でない



吉田氏修論 (2018年2月 京都大学)

- 抵抗・半田は放射性不純物含む：低BG実験の敵



# SR TPC

# 面抵抗(Sheet Resistor)を持つ材料を使えないか?

- 結構ある MONOTAROで売ってる
- 帯電防止用材料 クリーンルームの壁材など
- 選択のポイント：～10GΩ/□ 一様性 放射線BG

Table 1 List of candidates for the field-cage material of the SRμ-TPC.

1903.01663

product name	material	size (shipped) [m <sup>2</sup> ]	thickness [mm]	sheet resistivity	
				[×10 <sup>10</sup> Ω/□]	trend
Semitron Esd	Polyacetal	0.3×0.6	6	1 ~ 10 (along 0.6 m)	
Antistatic film	Polyolefin	1×200	0.05	1 ~ 100	
Antistatic PVC sheet	PVC	1.37 ×30	0.3	2.0 ± 0.2	15%/m
Achilles-Vynilas	PVC	1×10	0.2	3.3 ± 0.3	< 1%/m
DPF-arutoron	PVC	1.83×50	0.1	> 100	

現場を支えるネットストア  
国立大学法人  
マイページ

モノタロウ

カテゴリから探す クイックオーダー (品番注文) すべてのカテ

マイページ

買ったものリスト

- (+)皿小ねじ (SUS430)/(パック品)
- ICソケット 1列タイプ XR2 オムロン(omron)
- デジタル圧力センサ MPS-33series

帯電防止窓用

「アキレス ビニラス」を選択



(税別)  
¥34,900

RI measurement (mBq/kg)

Upper U-chain	Middle U-Chain	<sup>210</sup> Pb	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K
< 59.6	< 18.4	< 134	< 7.77	< 112



# 作る

## 作り方の一例

製作のポイント：  
銅電極でしっかり挟む

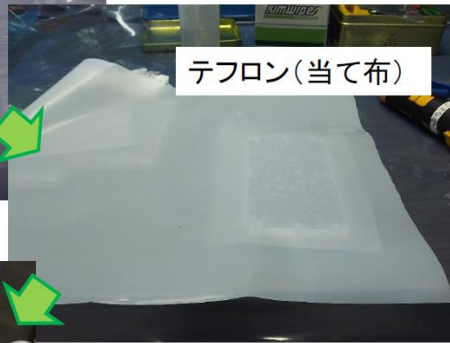
### 工作

身内2017年  
MPGD研究会

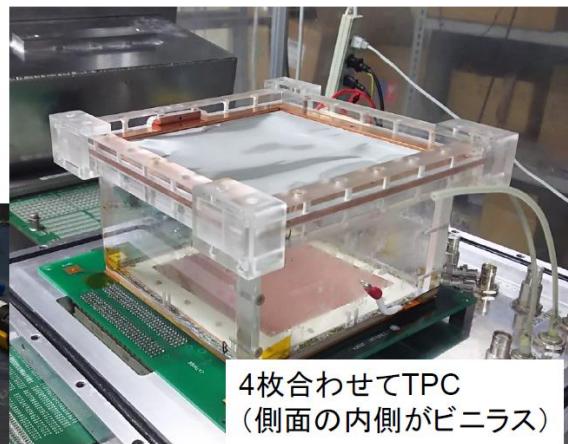
アキレスビニラス



テフロン(当て布)



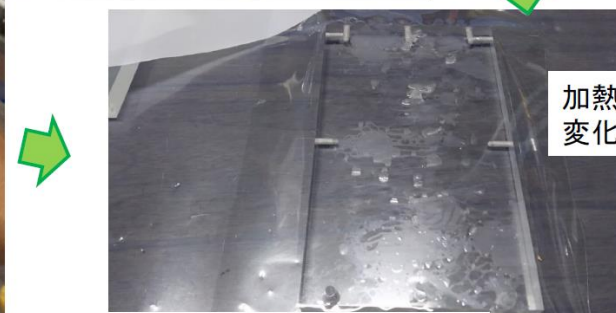
4枚合わせてTPC  
(側面の内側がビニラス)



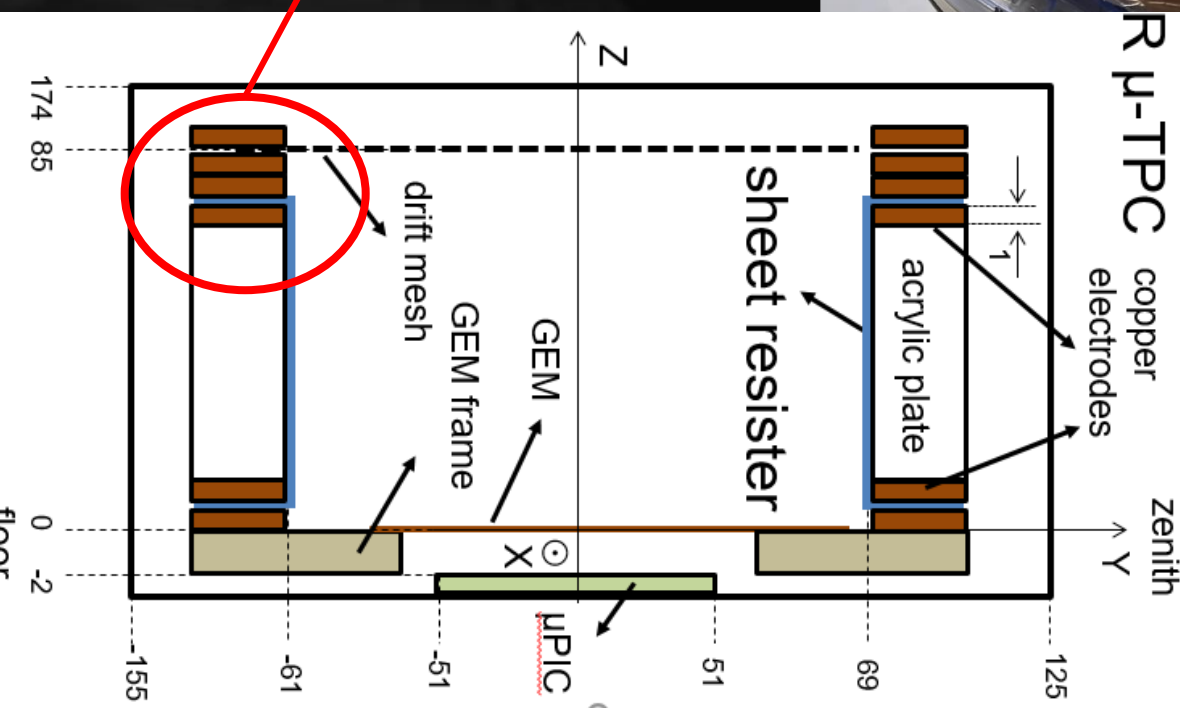
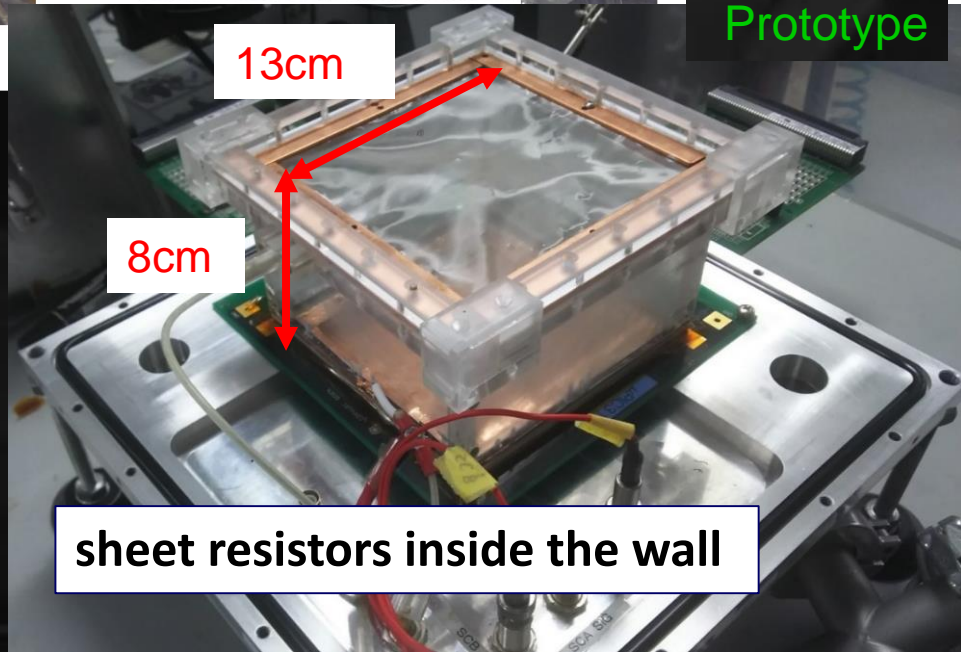
熱圧着



加熱前後での抵抗値の  
変化はなかった



Prototype

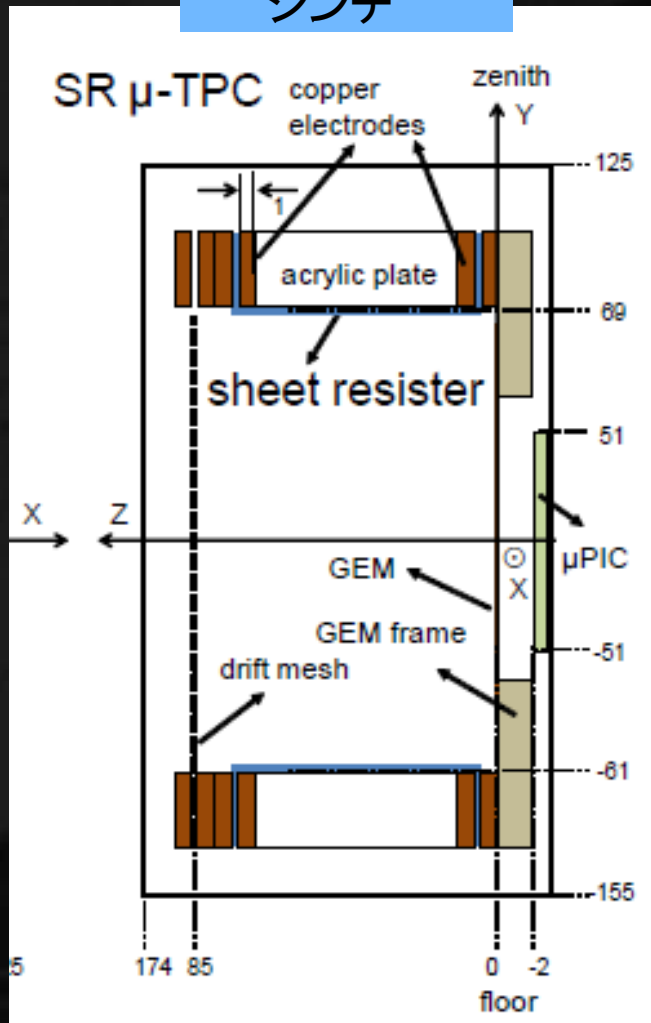


# 動作確認 (ここからNEW)

- 10cm角 $\mu$ PICと組み合わせる
- $\mu$ の飛跡とれる

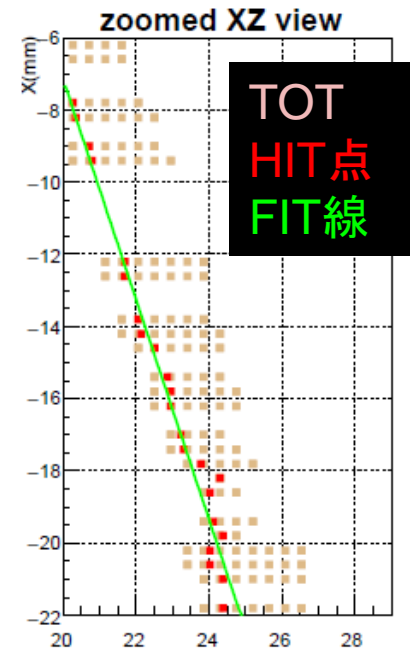
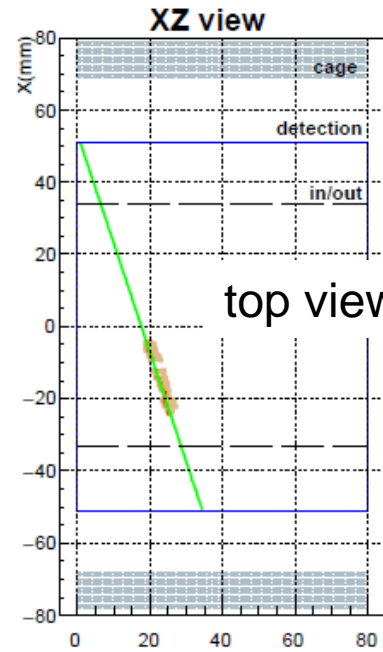
シンチ →  
シンチ

原理実証OK



X(mm)

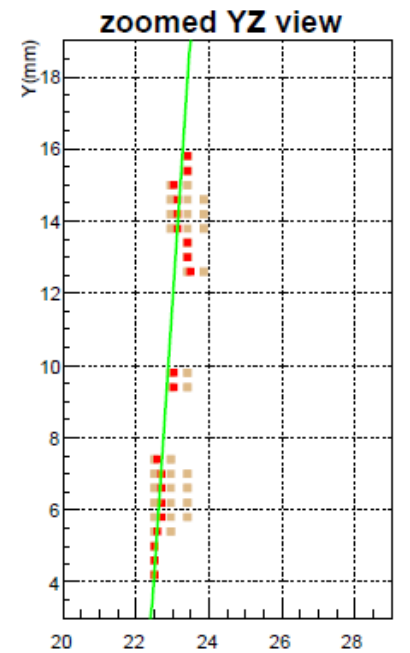
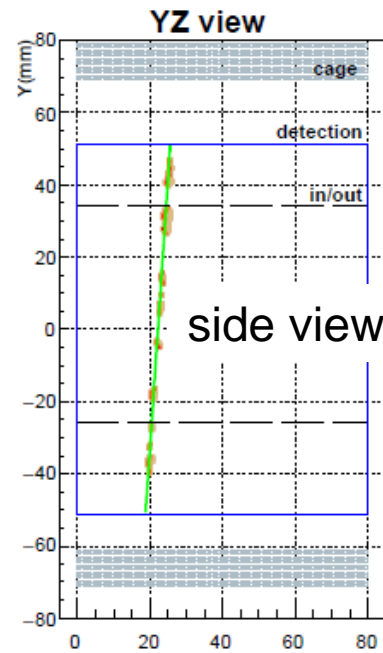
Y(mm)



TOT  
HIT点  
FIT線

top view

z (drift) (cm)



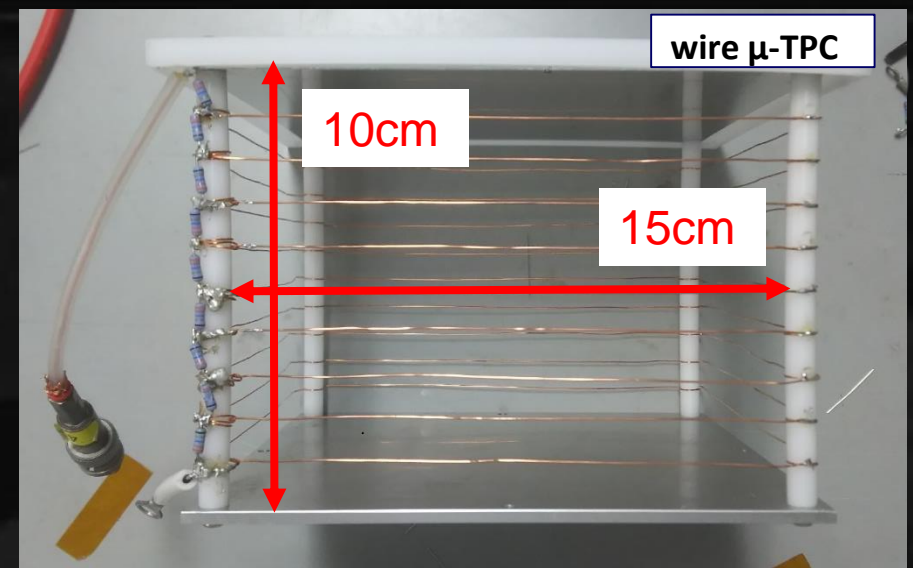
side view

z (drift) (cm)

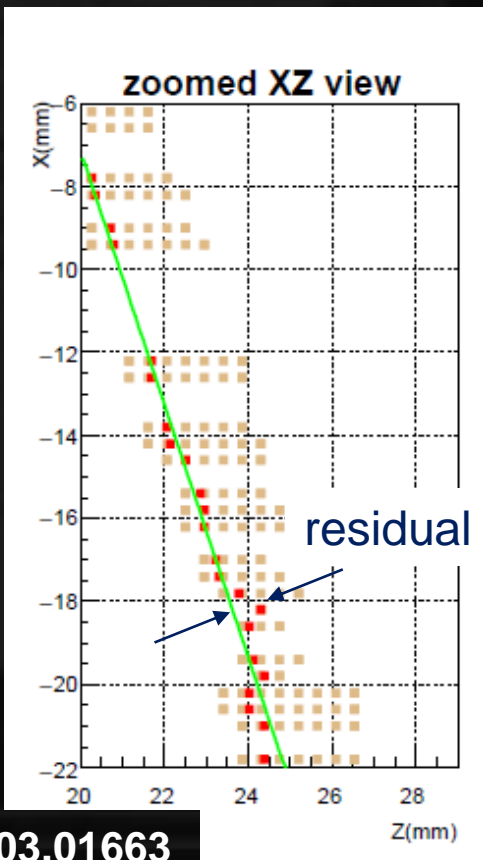
# 定量評価

- residual分布のz依存
- SRとwire TPCを比較
- XZとYZ平面
- inner (壁から35mm以上) とouter(壁から20mmまで)

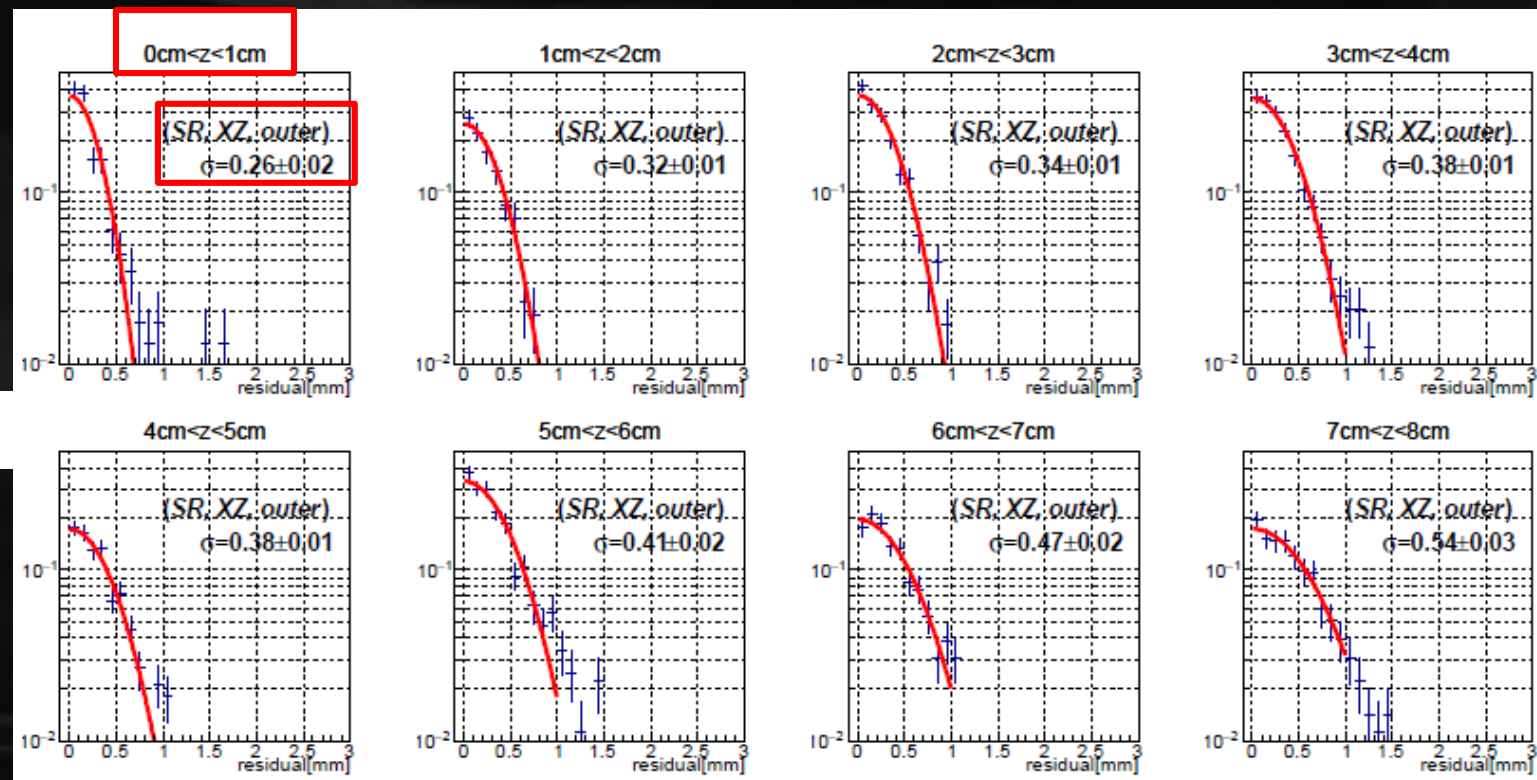
2×2×2の8条件



1903.01663



1903.01663

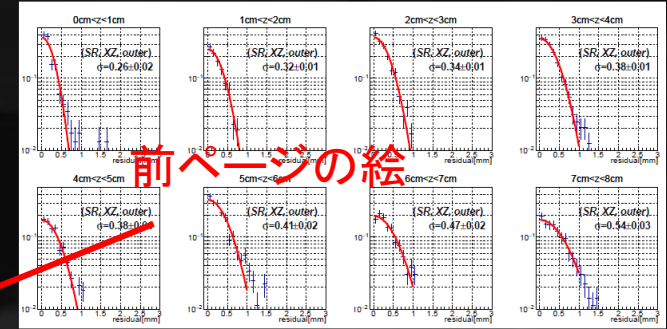


# 解析

- z依存ない項  $\sigma_{dd}$  : detector固有 $\oplus$ drift電場乱れ
- z依存ある項  $d'$  : ガス拡散
- 8つの条件 10パラメータ 同時fit

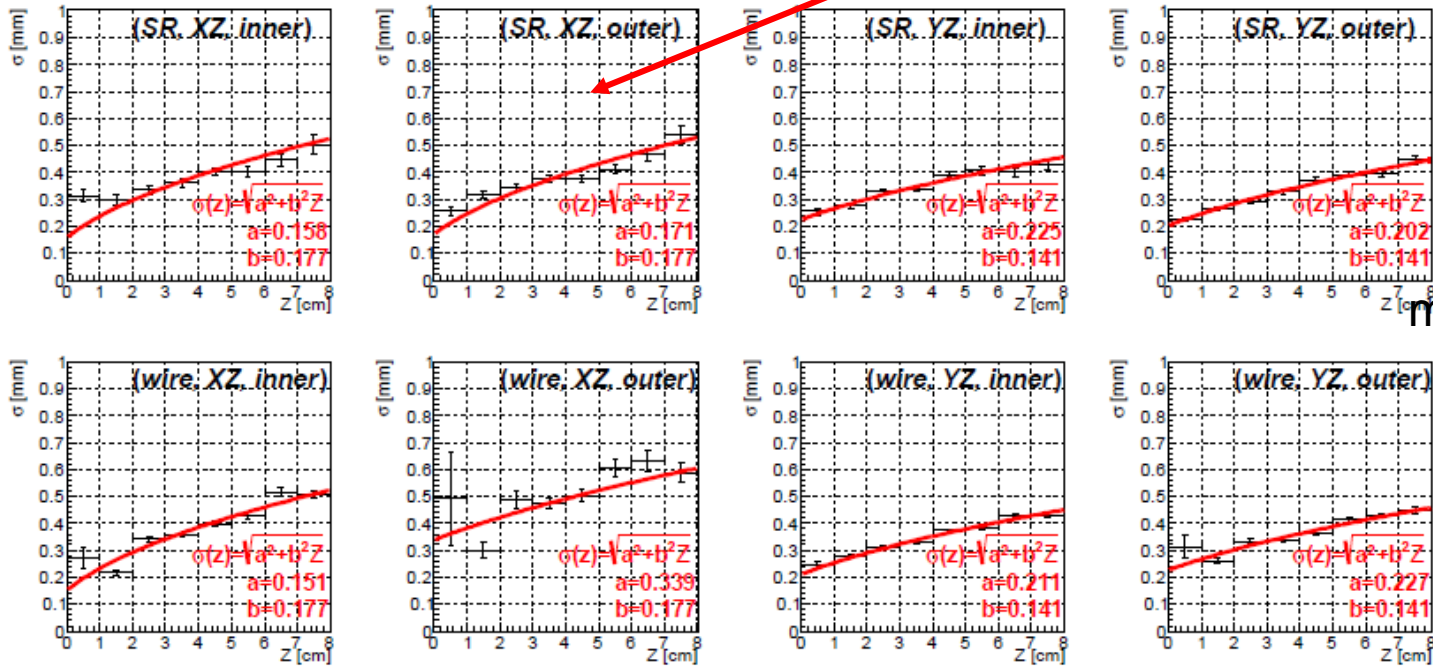
$$\{\sigma_{i,j,k}(Z)\}^2 = \{\sigma_{dd,(i,j,k)}\}^2 + \{\sigma_{diff,(i,j,k)}(Z)\}^2$$

$$\sigma_{diff,(i,j,k)}(Z) = d'_j \sqrt{Z},$$



前ページの絵

1903.01663

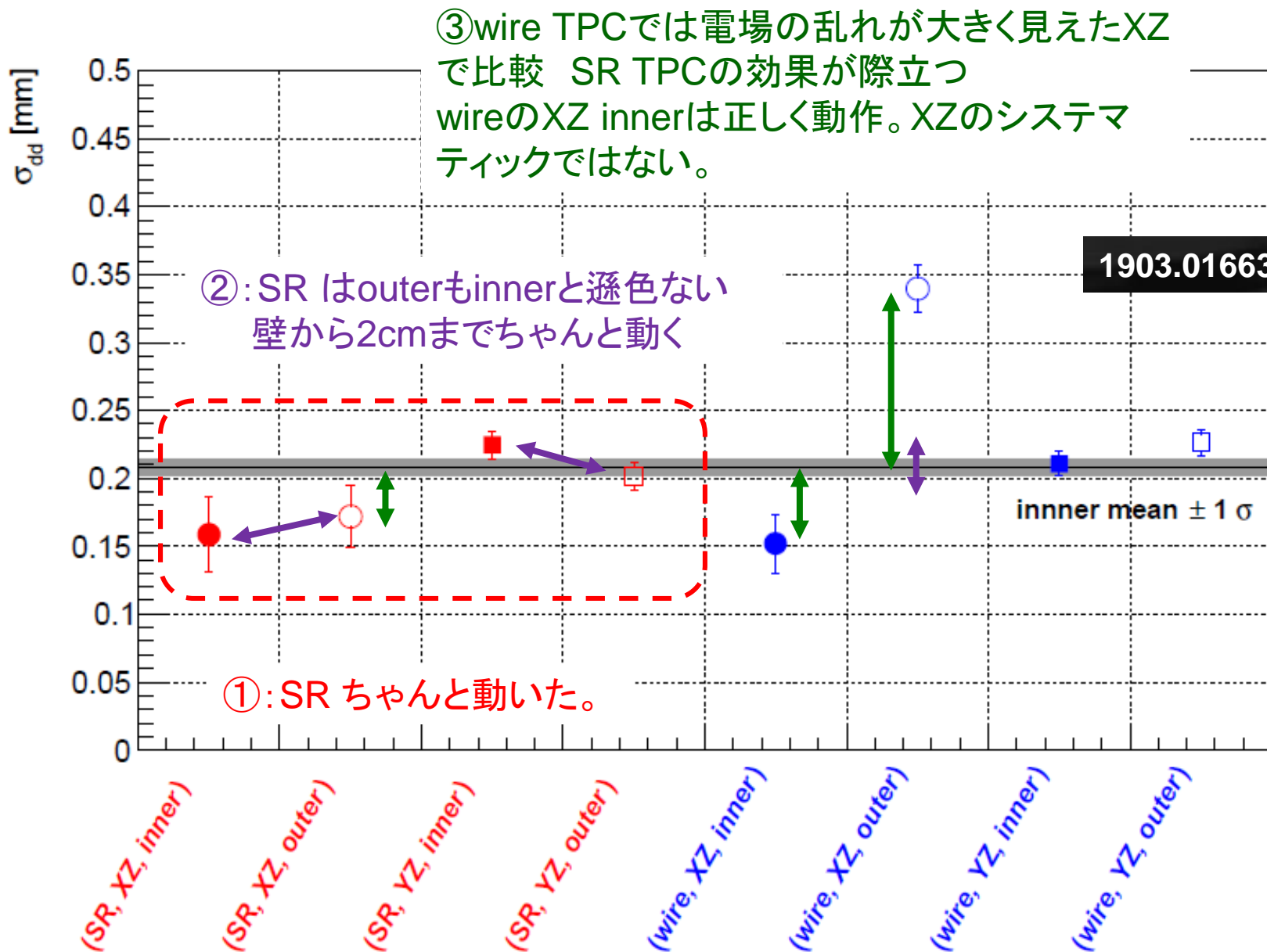


parameter	best-fit value
$\sigma_{dd,(SR,XZ,inner)}$	$0.158 \pm 0.043$
$\sigma_{dd,(SR,XZ,outer)}$	$0.171 \pm 0.031$
$\sigma_{dd,(SR,YZ,inner)}$	$0.225 \pm 0.013$
$\sigma_{dd,(SR,YZ,outer)}$	$0.202 \pm 0.013$
$\sigma_{dd,(wire,XZ,inner)}$	$0.151 \pm 0.035$
$\sigma_{dd,(wire,XZ,outer)}$	$0.339 \pm 0.021$
$\sigma_{dd,(wire,YZ,inner)}$	$0.211 \pm 0.013$
$\sigma_{dd,(wire,YZ,outer)}$	$0.227 \pm 0.013$
$d'_{XZ}$	$0.177 \pm 0.007$
$d'_{YZ}$	$0.141 \pm 0.003$

1903.01663

$$\{\sigma_{i,j,k}(Z)\}^2 = \{\sigma_{\text{dd},(i,j,k)}\}^2 + \{\sigma_{\text{diff},(i,j,k)}(Z)\}^2$$

## ● $\sigma_{\text{dd}}$ (検出器固有⊕ドリフト電場)を同士比較



## ◀ 展望

- 現行ケージ：壁との距離は2cm以上のみ確認。
- 新ケージ→さらに近傍の測定
- 低温動作の素材にも興味

## ◀ まとめ

- SR  $\mu$ -TPC 作成・性能評価
- so far so good 1903.01663

## アクティブ媒質TPC開発座談会

21-22 March 2019

神戸大学

Asia/Tokyo timezone

まだ 旅費補助あり らしい

Overview

昨年度も実施したアクティブ媒質TPC開発座談会を今年度も開催します。