

GEM Study

岩手大学院

M2 菊地大輝

M1 渡邊夏七子

GEM

Main study

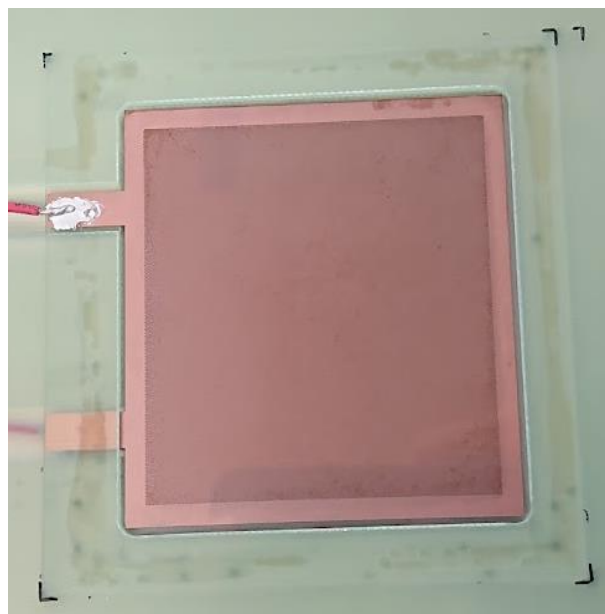
ガラスGEM

厚さ $570 \mu\text{m}$

孔径 $170 \mu\text{m}$

孔間隔 $280 \mu\text{m}$

有感領域 $54 \times 54 \text{mm}^2$



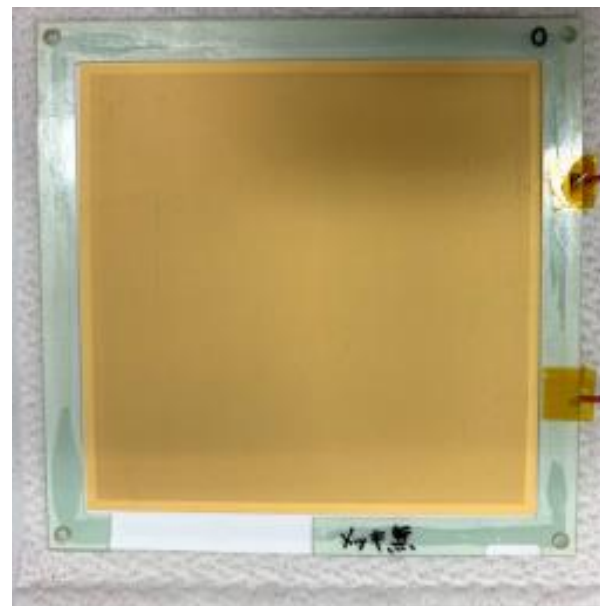
LTCC-GEM

厚さ $200 \mu\text{m}$

孔径 $100 \mu\text{m}$

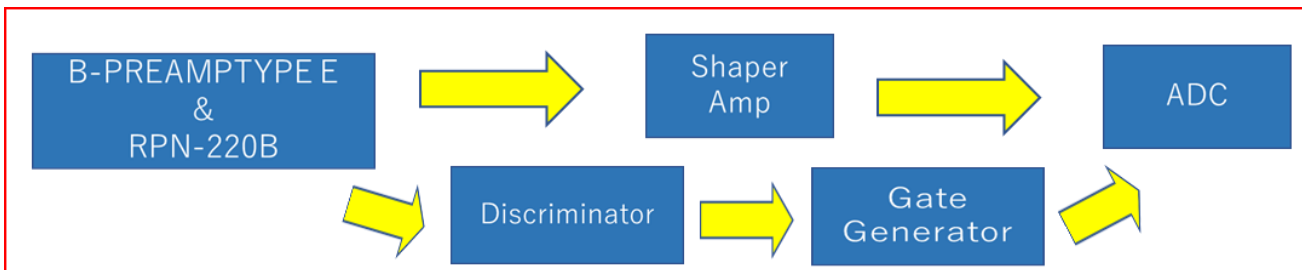
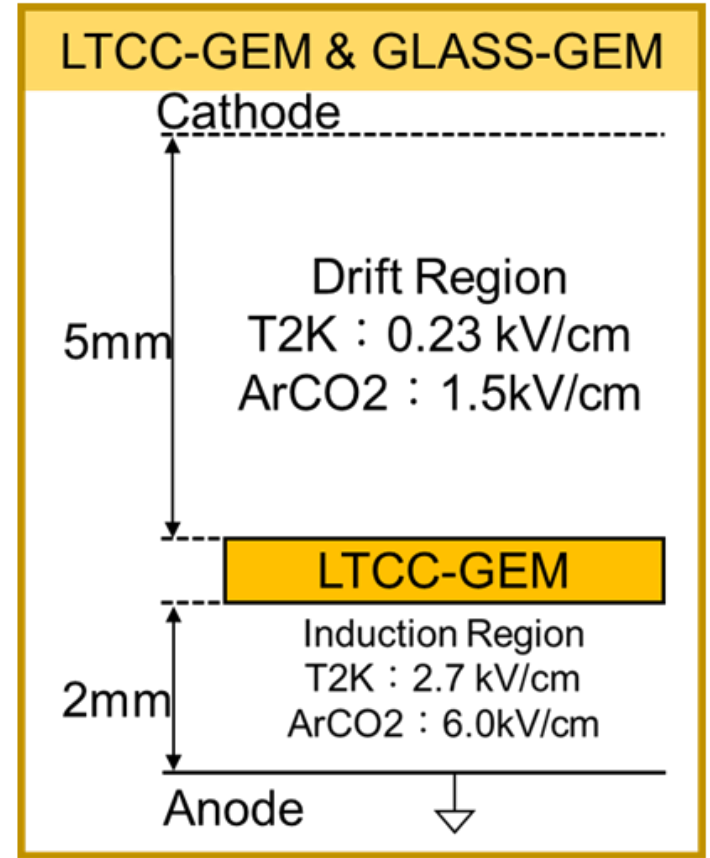
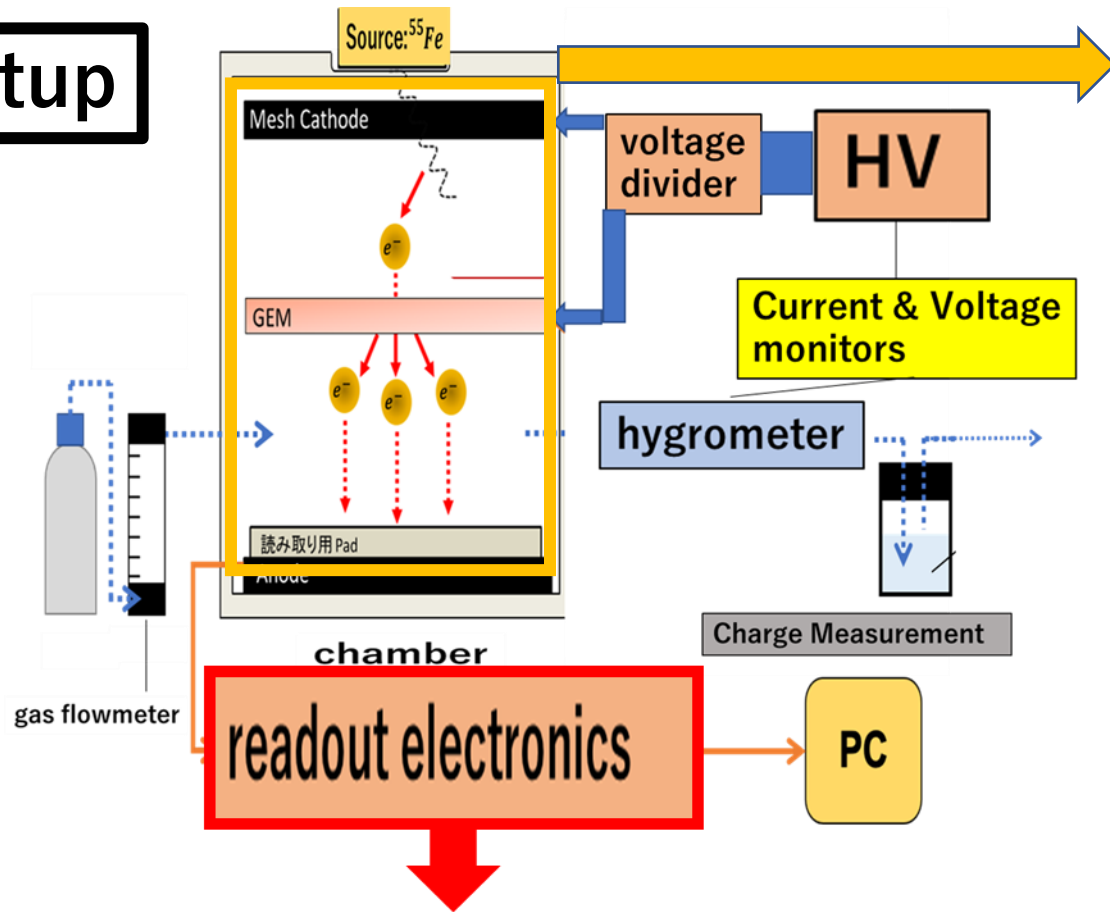
孔間隔 $200 \mu\text{m}$

有感領域 $100 \times 100 \text{mm}^2$



実験装置

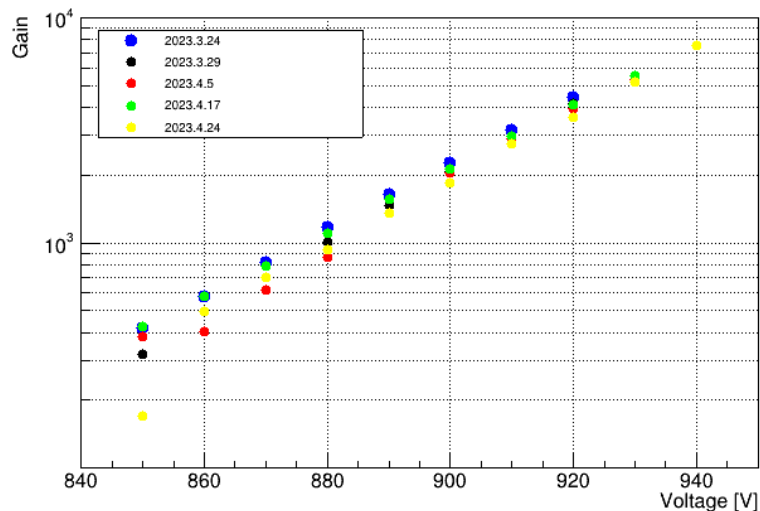
Setup



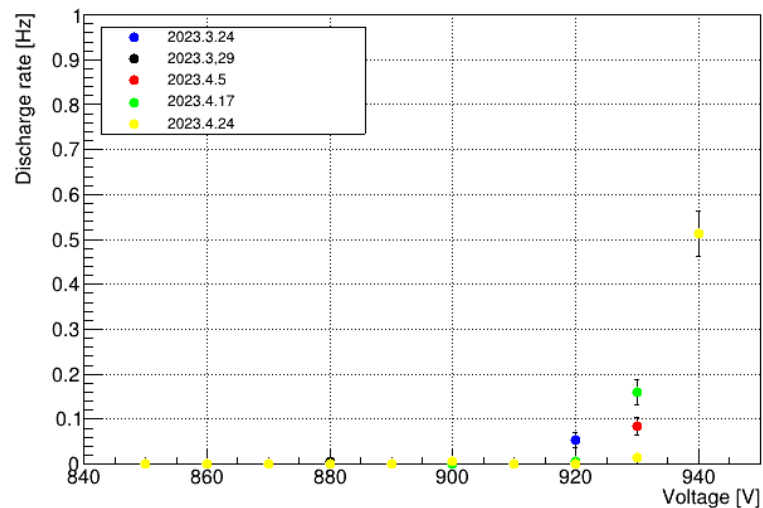
ガラスGEM

基本特性①~Gain , Discharge , Energy Resolution~(T2Kver)

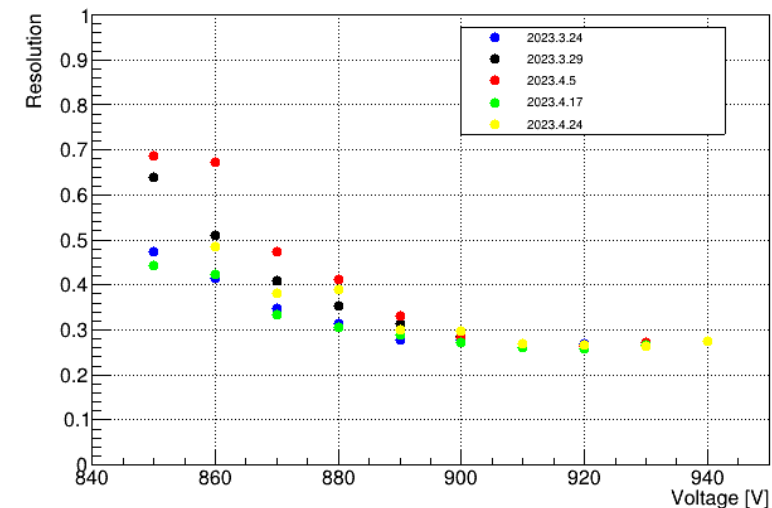
Gain



Discharge rate



Energy resolution



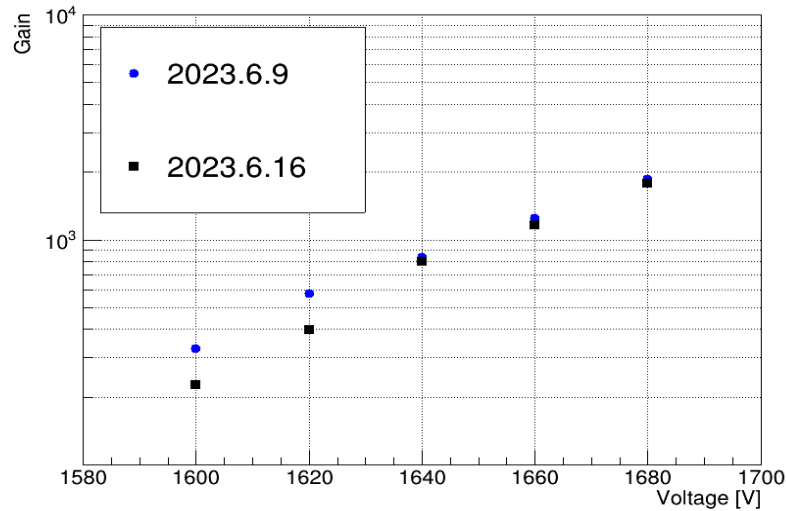
★T2Kガスの時

- ✓ GEMへの印加電圧が940Vの時、Gainは約7500を得られている。
- ✓ 放電は、実験回数を重ねると減っていく。[現在は1Hz以下で実験を行うようにしている]
- ✓ エネルギー分解能は900V以上の時30%を下回り、930Vで最もよくなる。
940Vでは、放電の影響により分解能が少し悪くなっている。

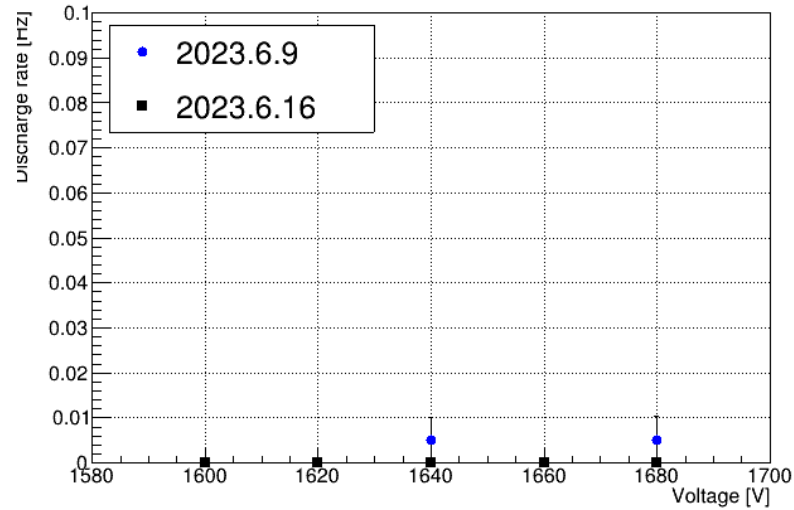
ガラスGEM

基本特性①~Gain , Discharge , Energy Resolution~(ArCO2ver)

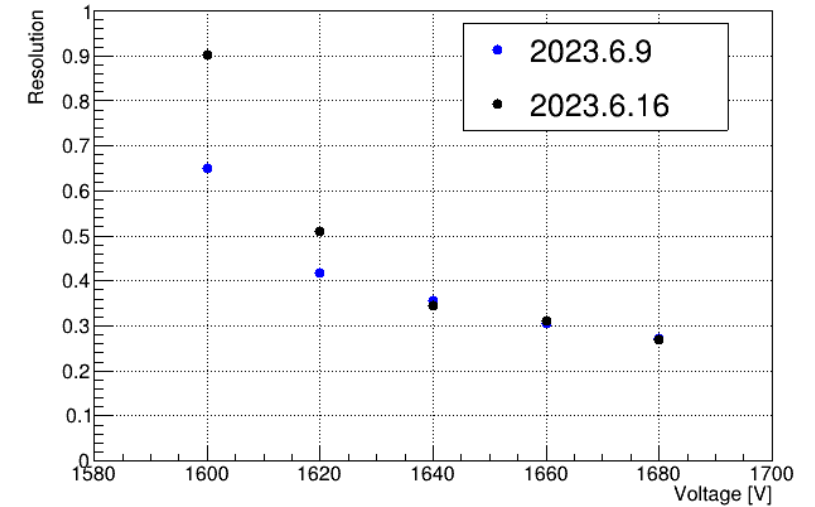
Gain



Discharge rate



Energy resolution



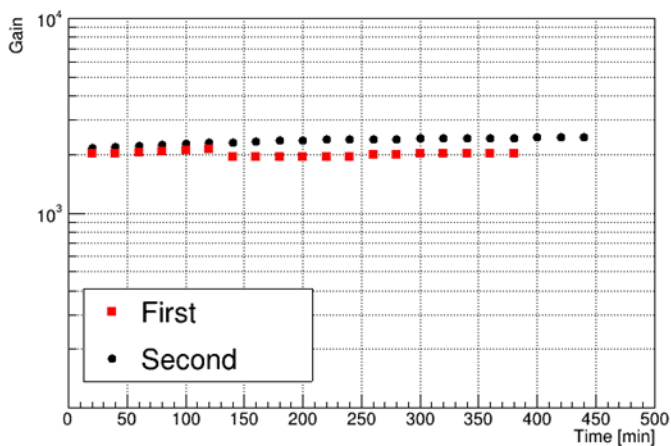
★ArCO₂ガスの時

- ✓ GEMへの印加電圧が1680Vの時、Gainは約2000を得られている。
ArCO₂ガスを用いて、放電が起こらないGEM印加電圧の範囲でのGainは、T2Kの時より小さい
- ✓ 放電は、実験回数を重ねると減っていく。[現在は1Hz以下で実験を行うようにしている]
- ✓ エネルギー分解能は1680Vの時30%を下回る。

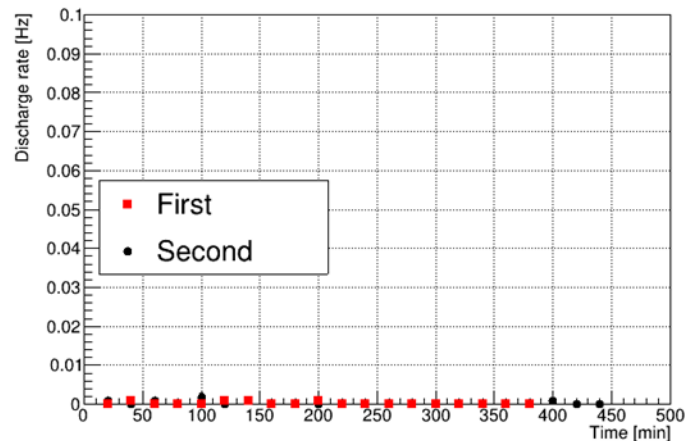
ガラスGEM

基本特性②～長時間測定 (900V)～

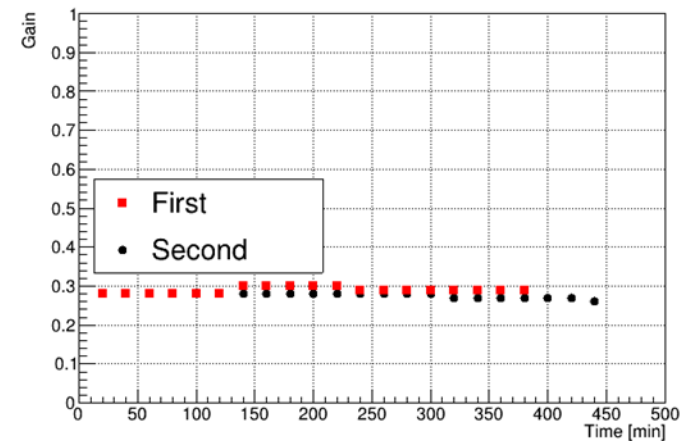
Gain



Discharge rate



Energy resolution



★T2Kガス、GEMへの印加電圧：900V

✓450分(7時間半)までの間では、Gainは上昇傾向にある(2000→2500)

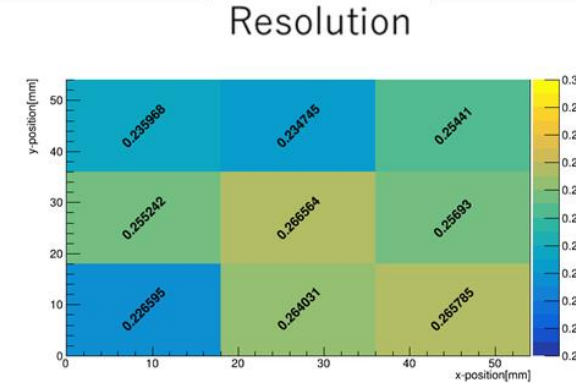
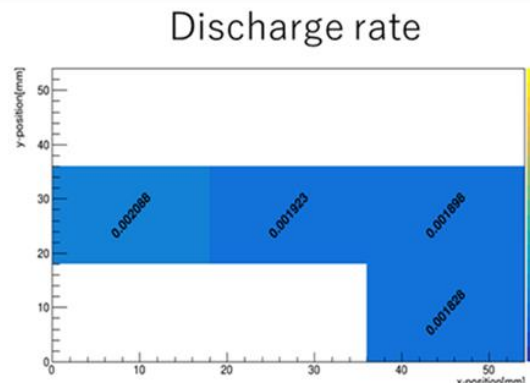
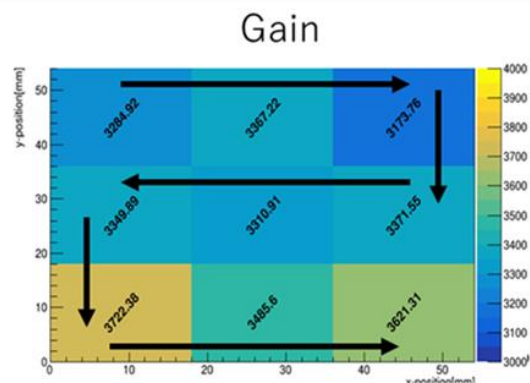
✓放電はほとんど起こっていない

✓分解能は30%前後の値を取り、徐々に良くなってきている。

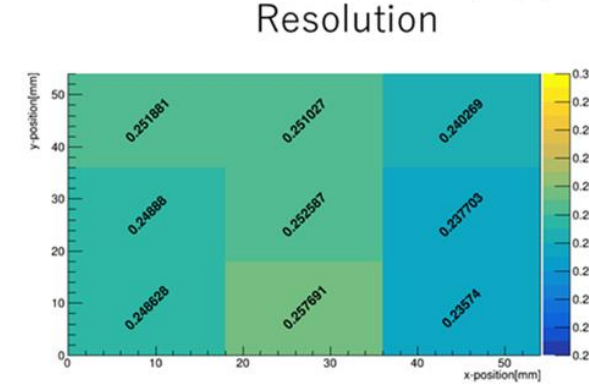
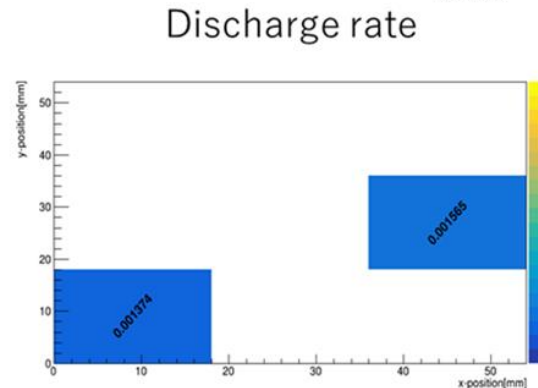
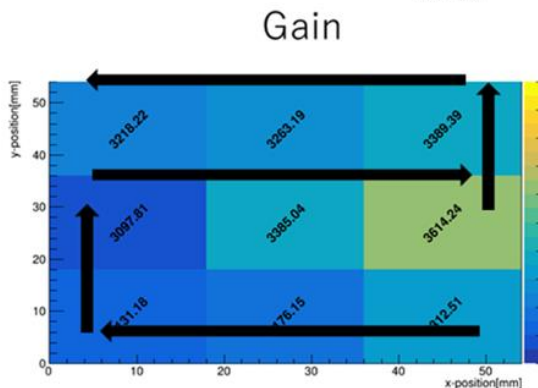
ガラスGEM

基本特性③~位置依存 (920V)~

1回目



2回目



↑ Blank is no discharge

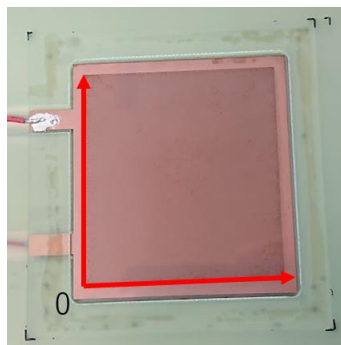
Gain

1回目：最大値 約3700 最小値 約3100 2回目：最大値 約3600 最小値 約3100

✓1回目と2回目で測定する順番を変更したが、Gainが高い領域は一致しなかった。

✓放電は、どの領域でもほとんど起こっておらず、分解能も30%を下回っていた。

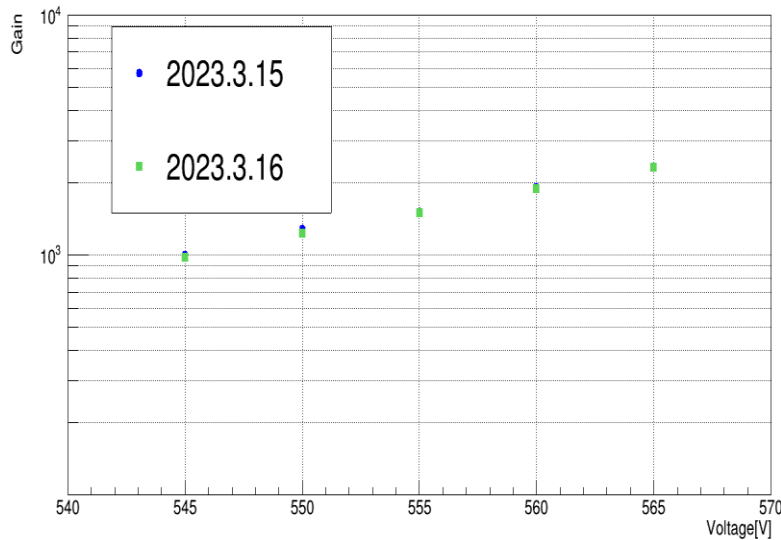
今後の予定：GEMを90度回転させて行う等



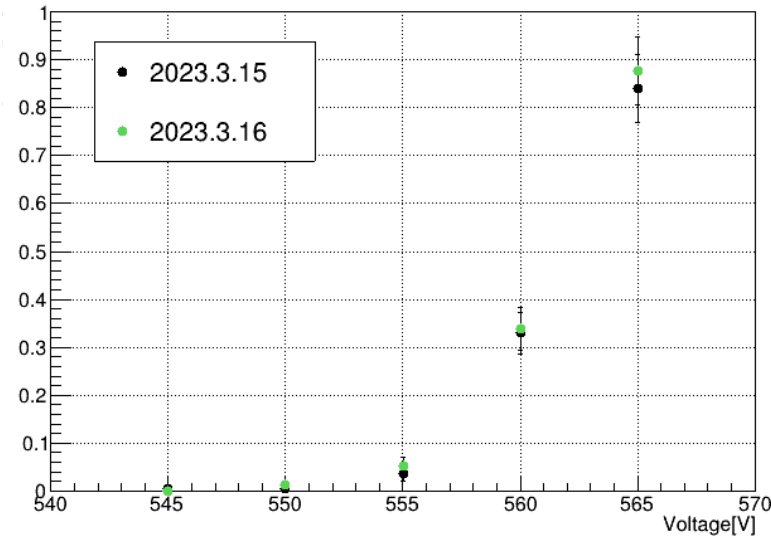
LTCC-GEM

基本特性~Gain , Discharge , Energy Resolution~(T2Kver)

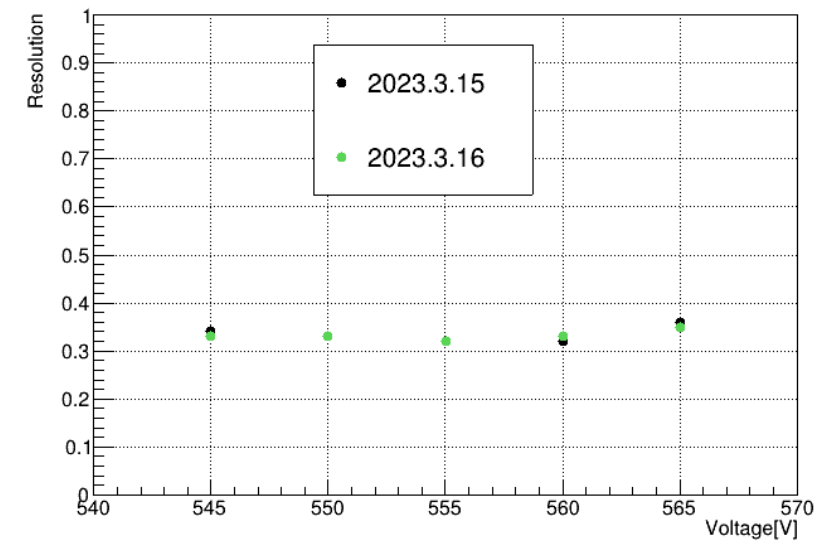
Gain



Discharge rate



Energy resolution



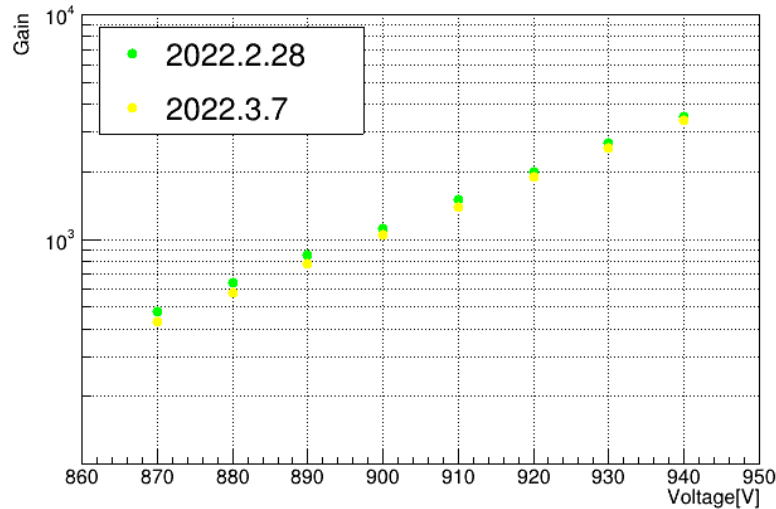
★T2Kガスの時

- ✓ GEMへの印加電圧が565Vの時、Gainは約2500を得られている。
- ✓ 放電は、GEMへの印加電圧を上げていくと放電が起こりやすくなる[現在は1Hz以下で実験を行うようにしている]
- ✓ エネルギー分解能は40%を下回っているが、30%にはならない。
放電が多くなるにつれて分解能も悪くなる。

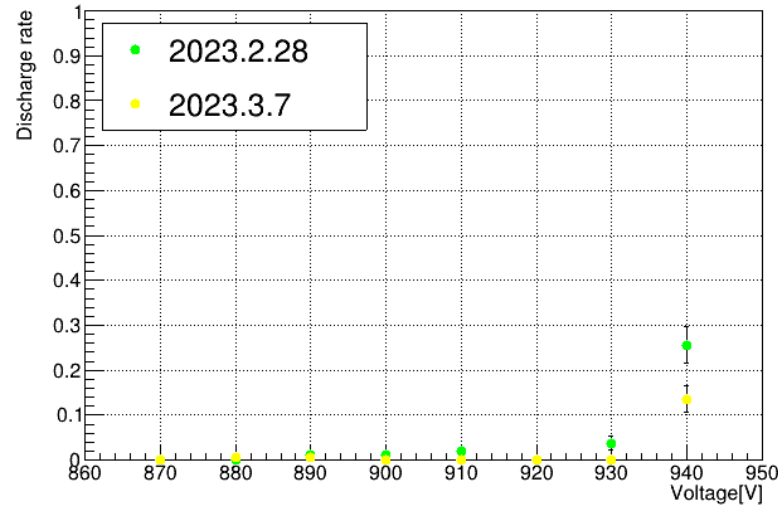
LTCC-GEM

基本特性~Gain , Discharge , Energy Resolution~(ArCO2ver)

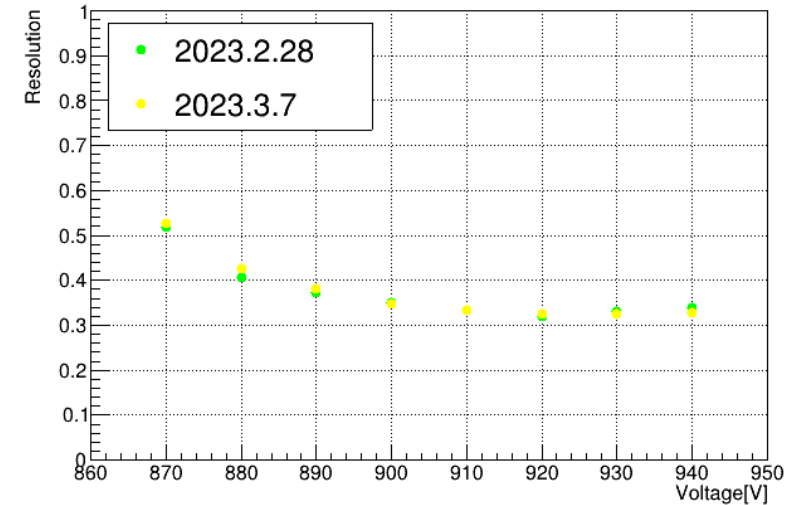
Gain



Discharge rate



Energy resolution



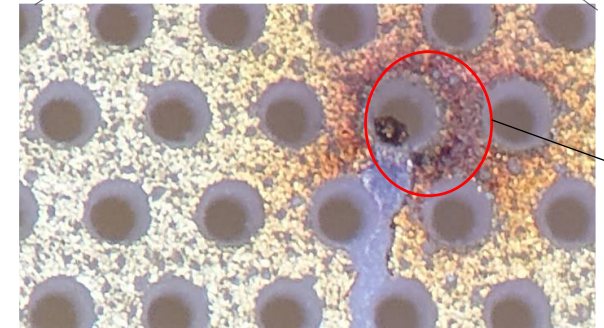
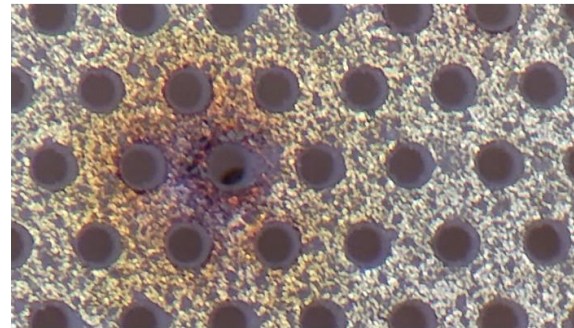
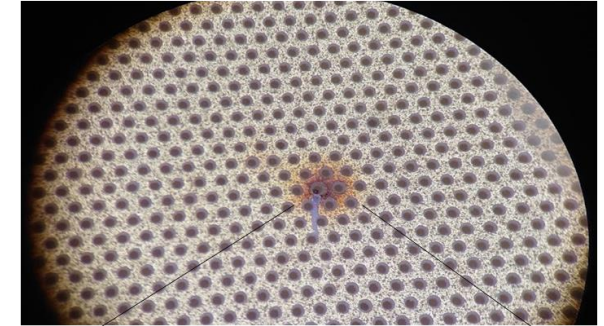
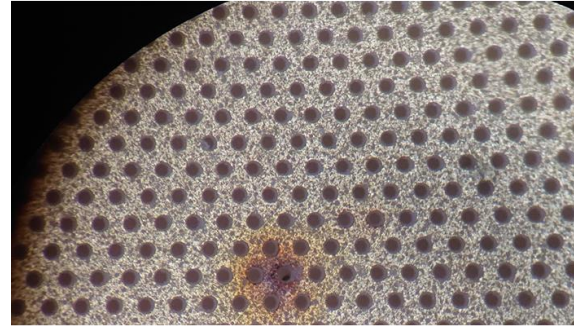
★ArCO2ガスの時

- ✓ GEMへの印加電圧が940Vの時、Gainは約3300を得られている。
- ✓ 放電はほとんどしておらず、940Vのときに0.1~0.3Hz程度起こっている[現在は1Hz以下で実験を行うようにしている]
- ✓ エネルギー分解能は890Vから40%を下回り、920Vで32%程度となる。こちらも30%を下回らない。940Vでは放電の影響で分解能が少し悪くなっている。

LTCC-GEMの導通について

表面

裏面



異物

LTCC-GEMで実験を行った際、途中で信号が見えなくなった。
→調査の結果、LTCC-GEMが導通していることが分かった。

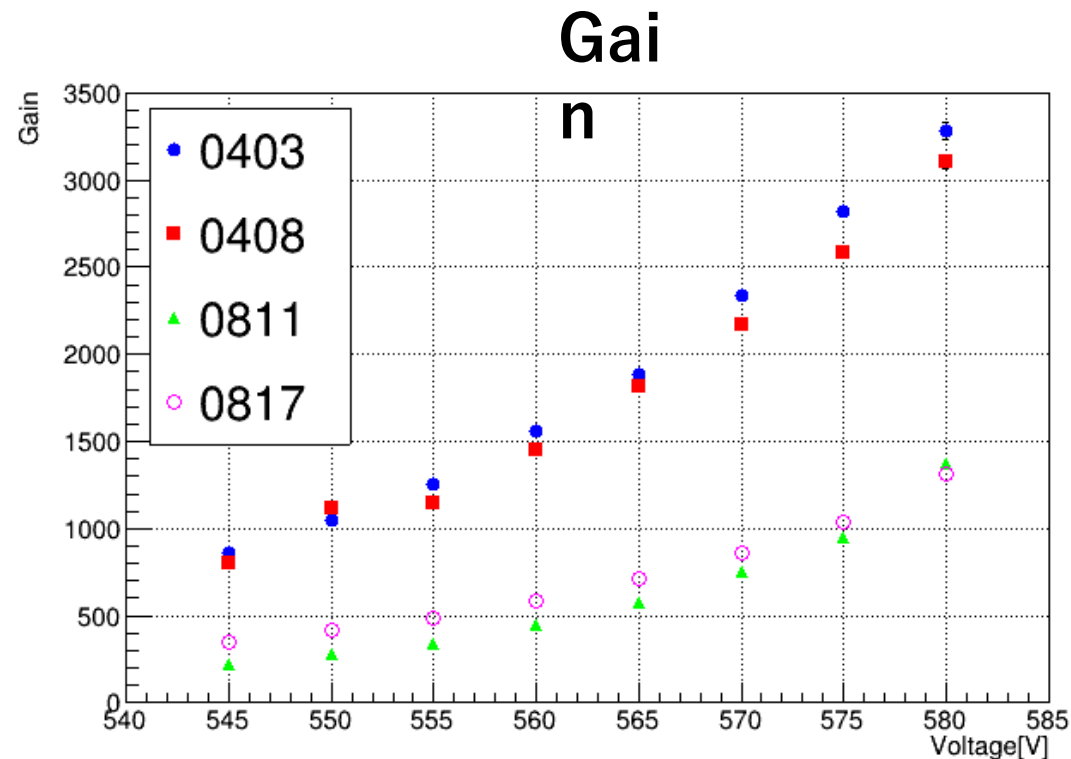
肉眼での観察では、どこで導通しているかわからなかったため、放電痕の中で、怪しい点を顕微鏡で観察したところ(左写真)

- ・絶縁層の露出
- ・金メッキ部分の変色
- ・穴の付近に異物らしきものが見られた。

2020.12.4 新素材LTCC-GEM②

湿度と増幅率の相関について

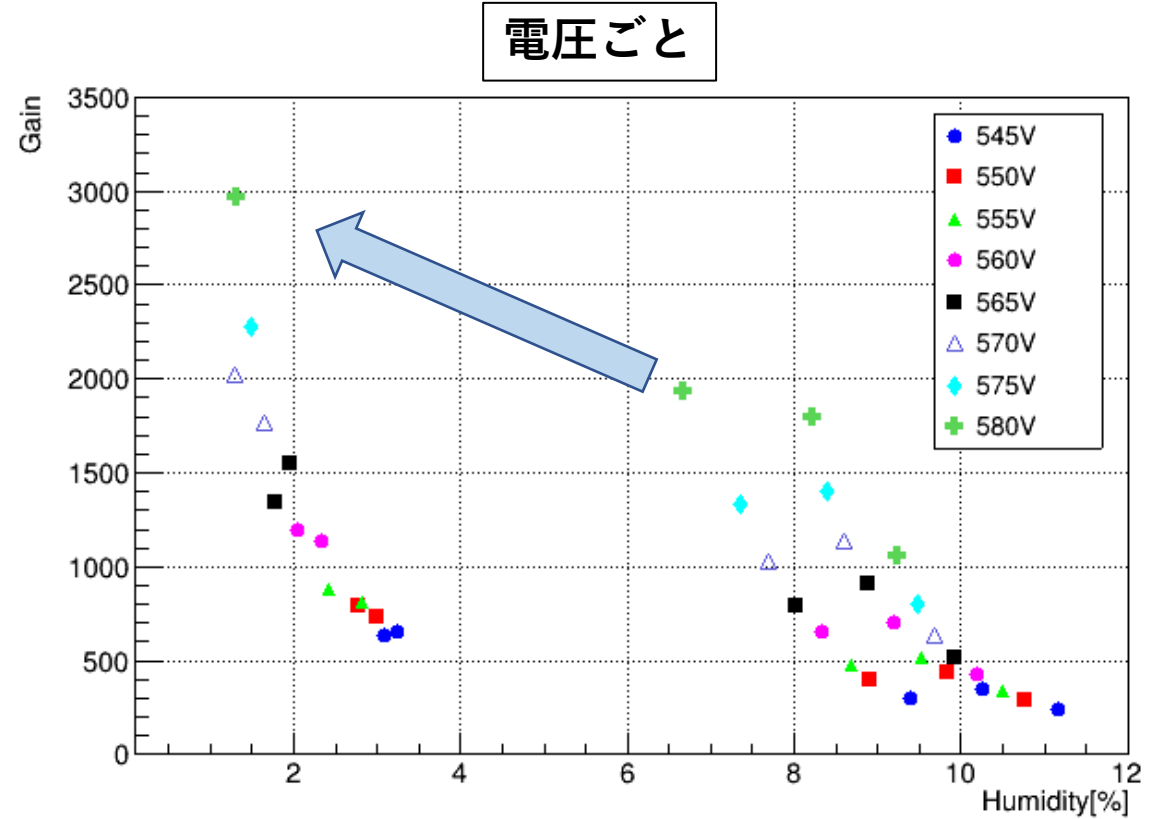
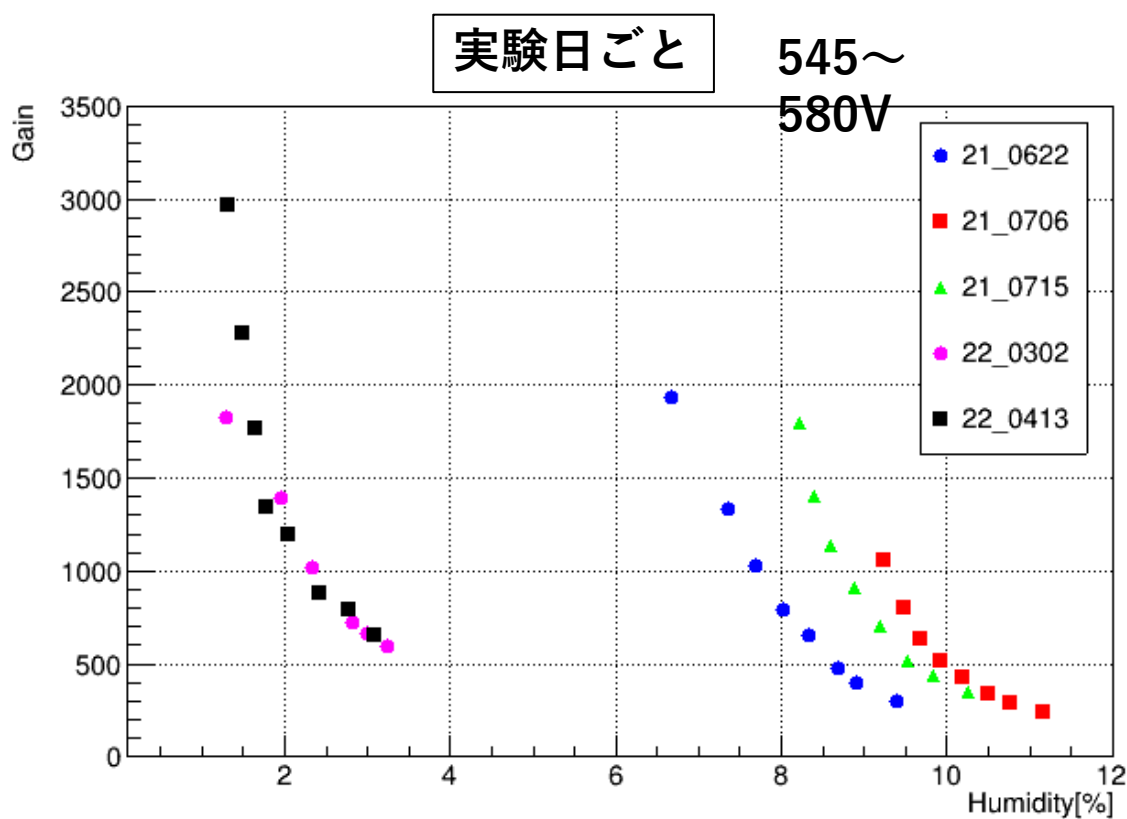
2020年頃の実験において数か月違う時期のGainカーブを比較したところ、かなり差があることに気が付いた。この差の原因の一つとして実験環境の湿度に着目し、LTCC-GEMの電荷増幅率と湿度の関係を関連付け始めた。



LTCC-GEM
T2Kガス
545~580V

(1)増幅率と湿度の相関(LTCC、T2K)

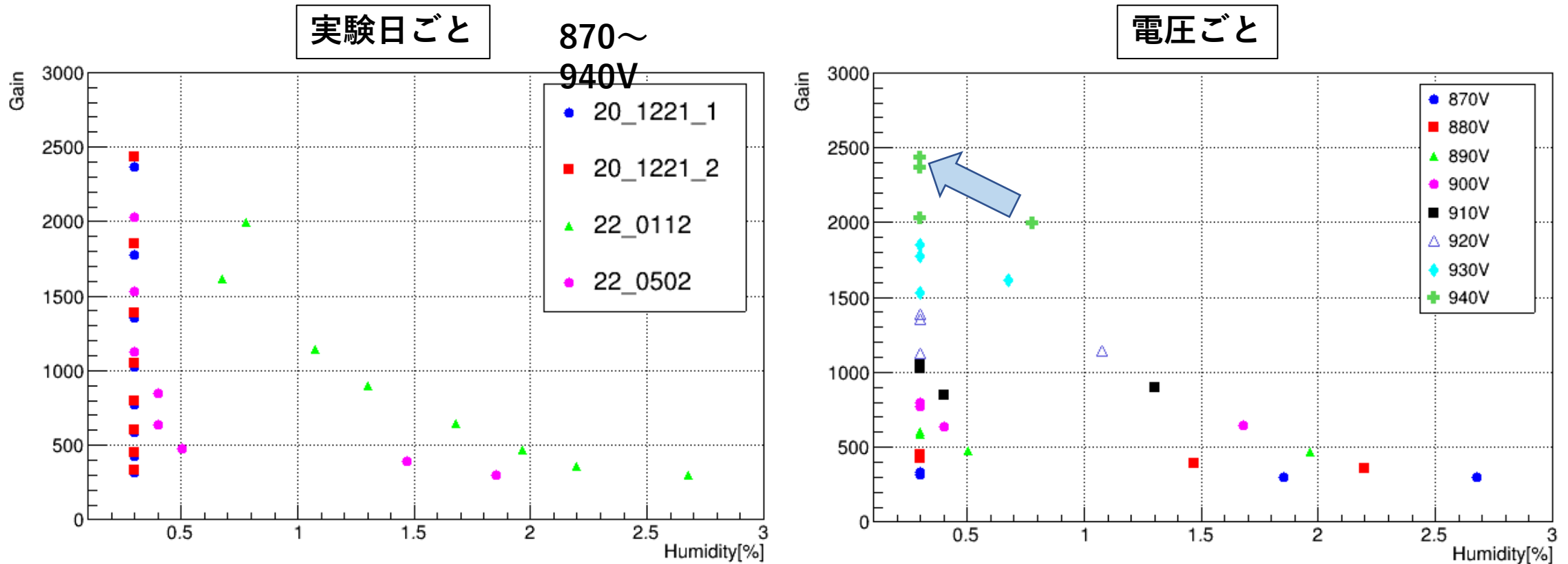
LTCC-GEMの電荷増幅率と湿度の関係を測定した。



湿度により増幅率に影響があり(湿度が6%程異なるとき同電圧での増幅率の違いは45%程度)同湿度でも再現性が見られない。¹²

(1)増幅率と湿度の相関(LTCC、ArCO₂)

LTCC-GEMの電荷増幅率と湿度の関係を測定した。

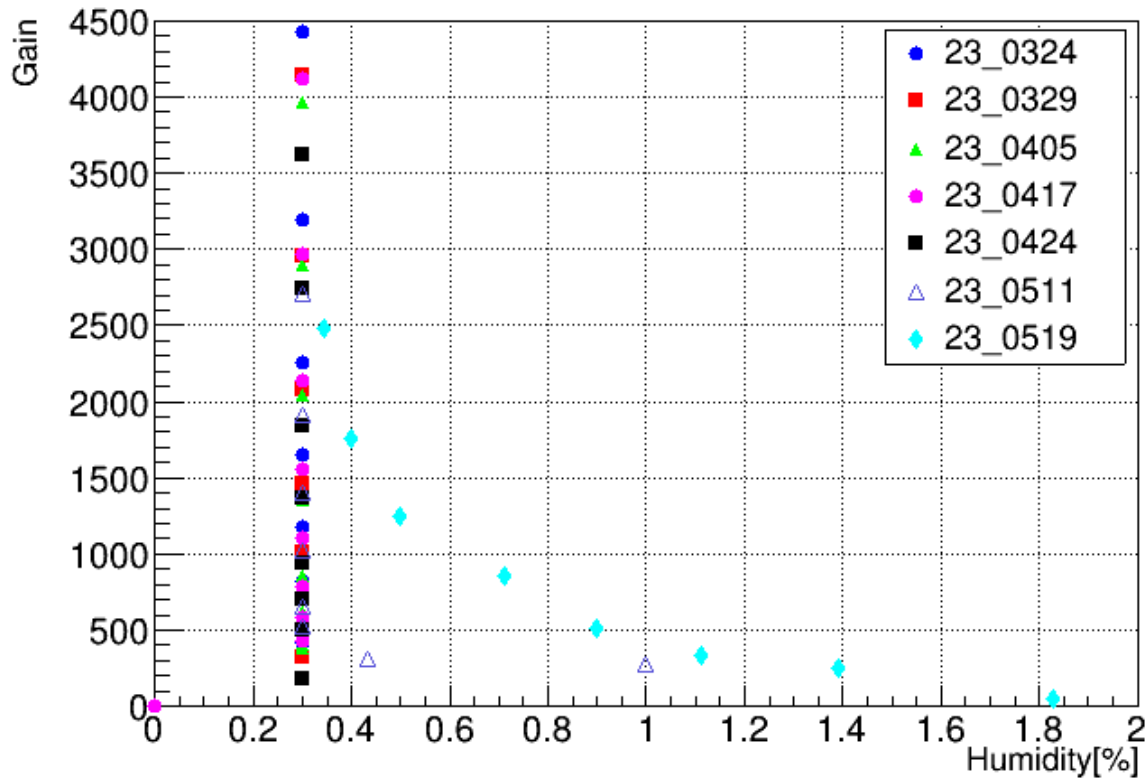


ArCO₂ガス中でも同様に、湿度が低い方が同電圧における増幅率が大きく、実験したほとんど全ての電圧でその傾向が見られる。¹³

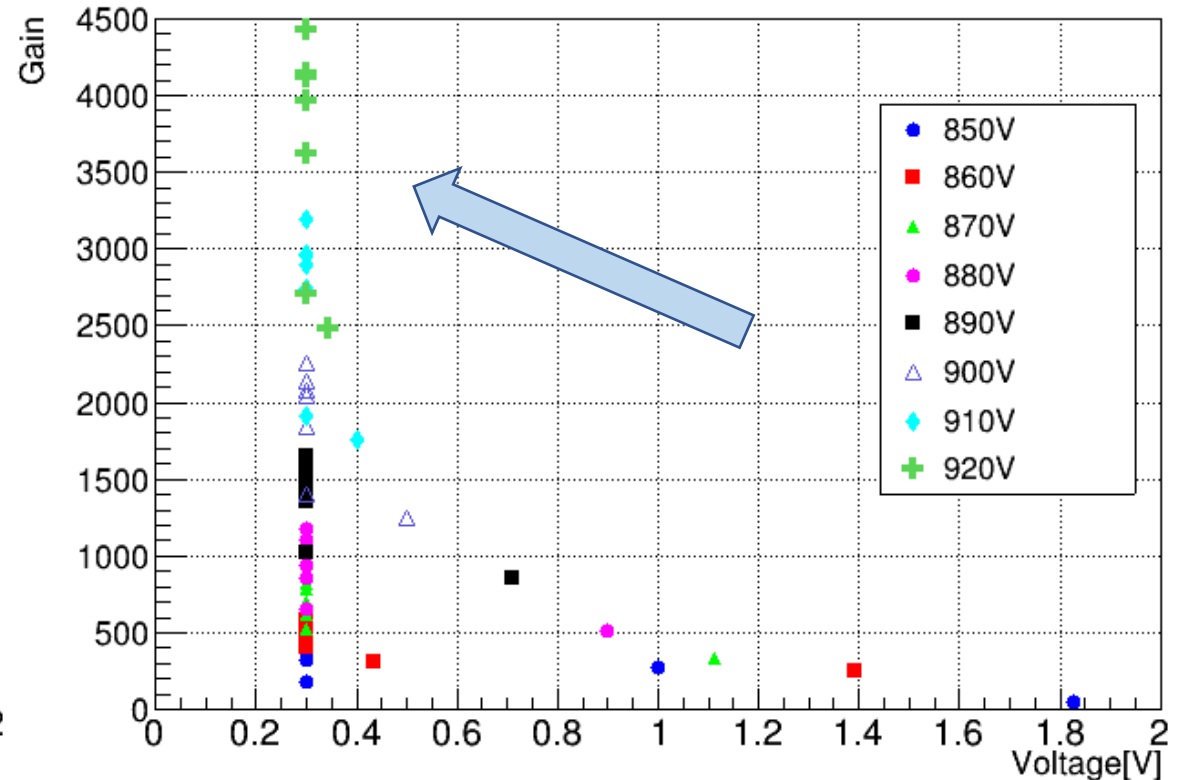
(2)増幅率と湿度の相関(GLASS、T2K)

GLASS GEMの電荷増幅率と湿度の関係を測定した。

実験日ごと



電圧ごと



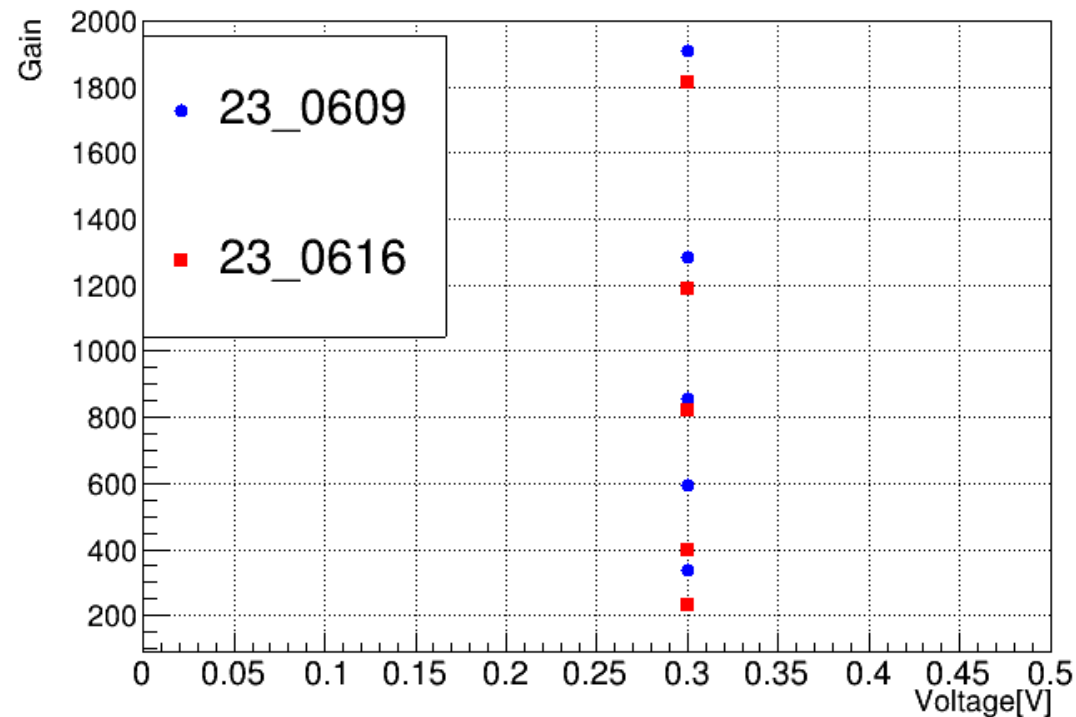
同様に、ガラスGEMでも湿度が低い方が同電圧における増幅率が大きく、同湿度でも再現性が見られない。

結果と考察 (1)増幅率と湿度の相関(GLASS、ArCO₂)

GLASS GEMの電荷増幅率と湿度の関係を測定した。

実験日ごと

1600~1680V

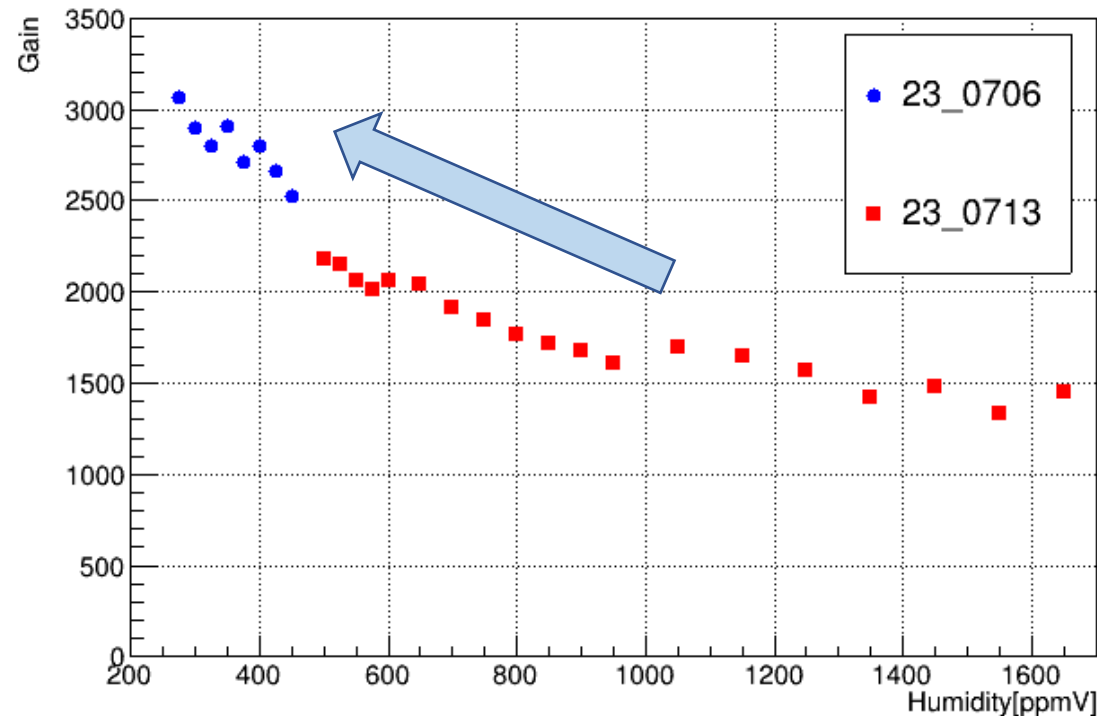


同じく、ArCO₂でも同湿度において再現性が見られない。

(2)増幅率と湿度の相関(GLASS、T2K) ～ppm単位

GLASS GEMの電荷増幅率と湿度の関係をppm単位で測定した。

T2Kガスで2時間置換
↓
湿度が100~25ppm下がる
毎にGainカーブを取得し
ppm-Gainの相関を取った。

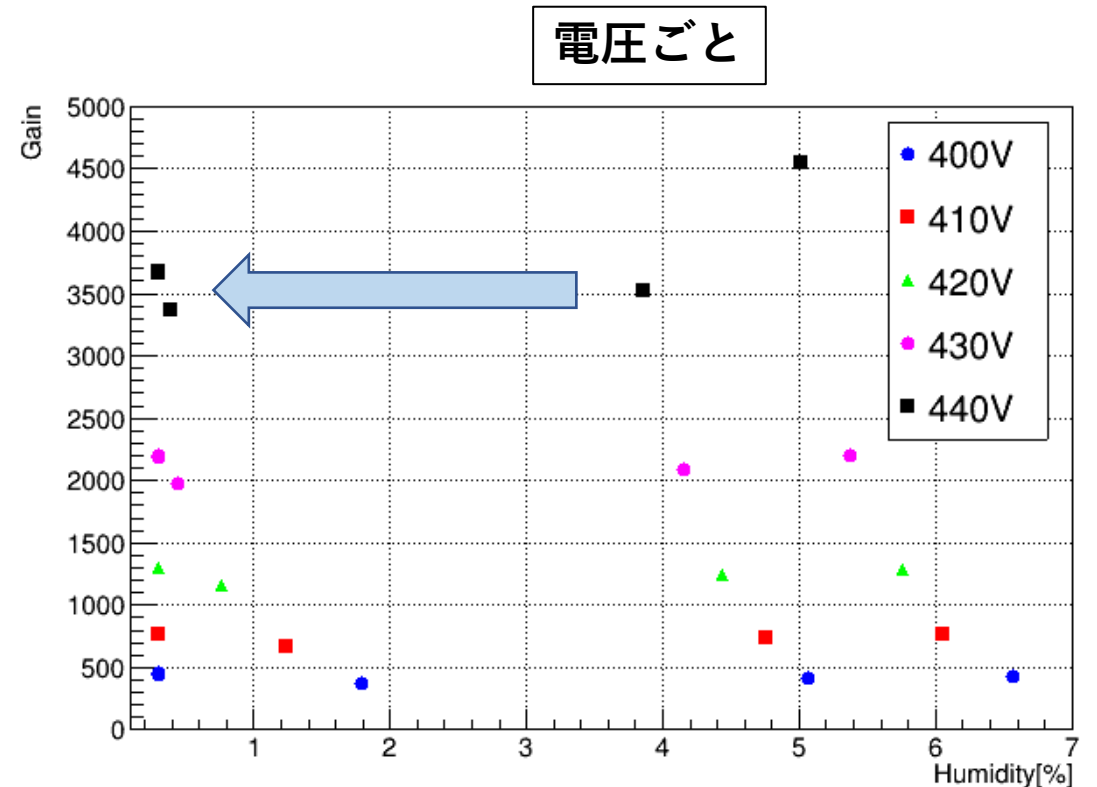
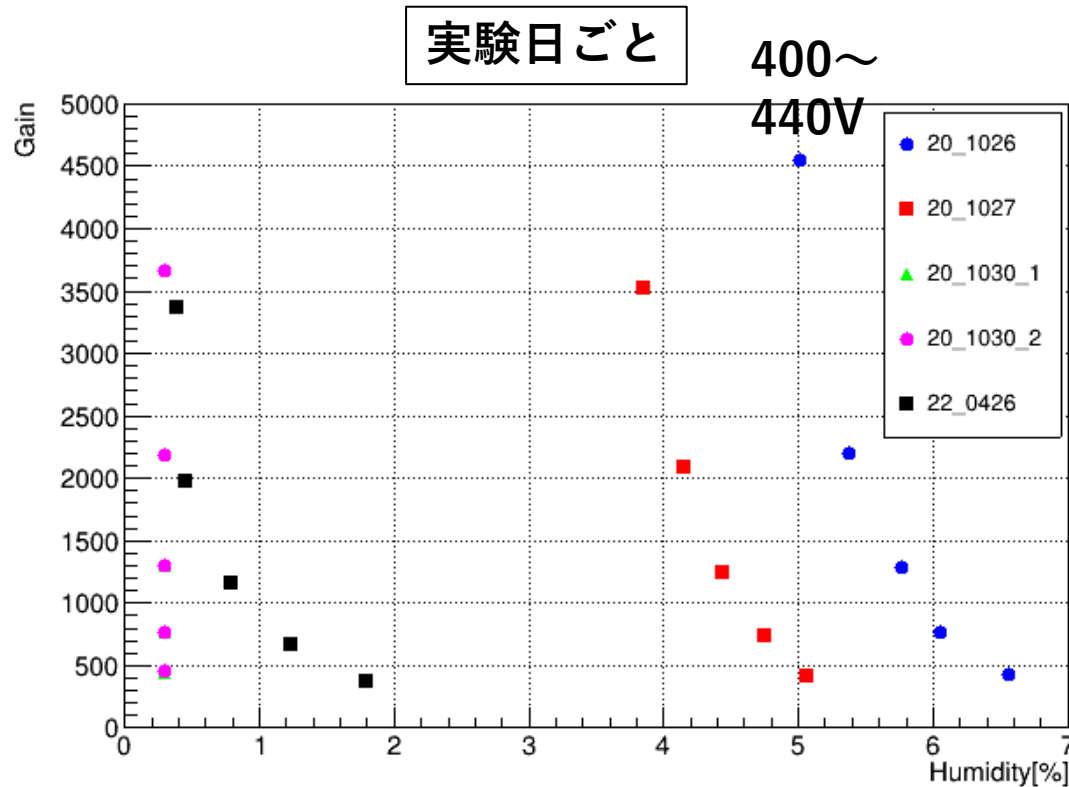


GEM印加電圧
: 920V固定

同電圧中で増幅率実験をしたところ、湿度が低くなるにつれて徐々に増幅率が大きくなる傾向が見えた。予想通り1000ppm程の低湿度帯でも増幅率が安定しないことがわかった。

(3)増幅率と湿度の相関(LCP、ArCO₂)

LCP-GEMの電荷増幅率と湿度の関係を測定した。



LTCC-GEMやガラスGEMよりも、湿度による増幅率の変化の度合いが小さい。