

Ion chamber の信号

秋山 晋一

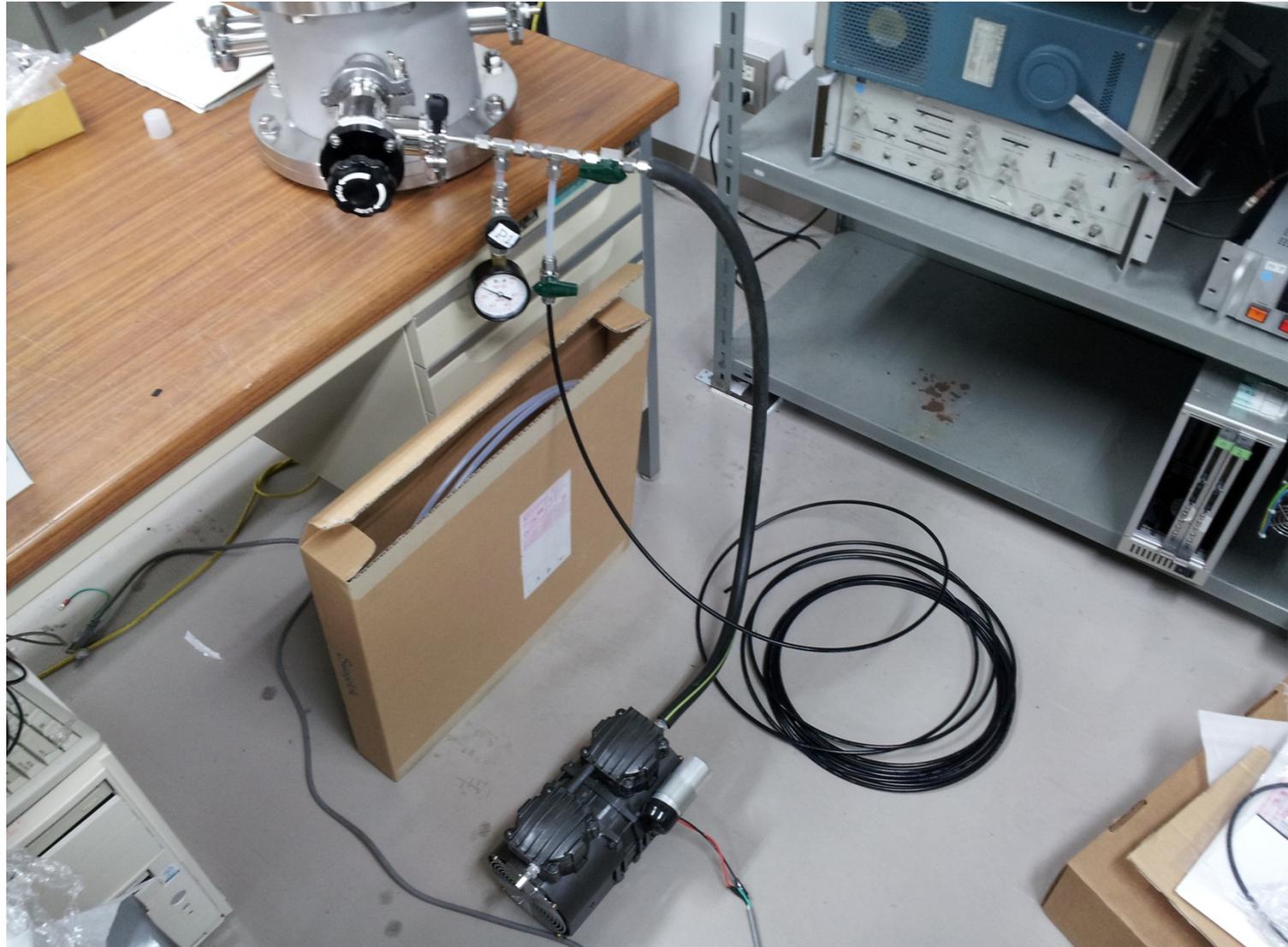
目次

- Chamber の組み立て
- HVをかける
- 予想される信号の大きさについて
- ^{60}Co 線源を当ててみる
- 見えたものについて

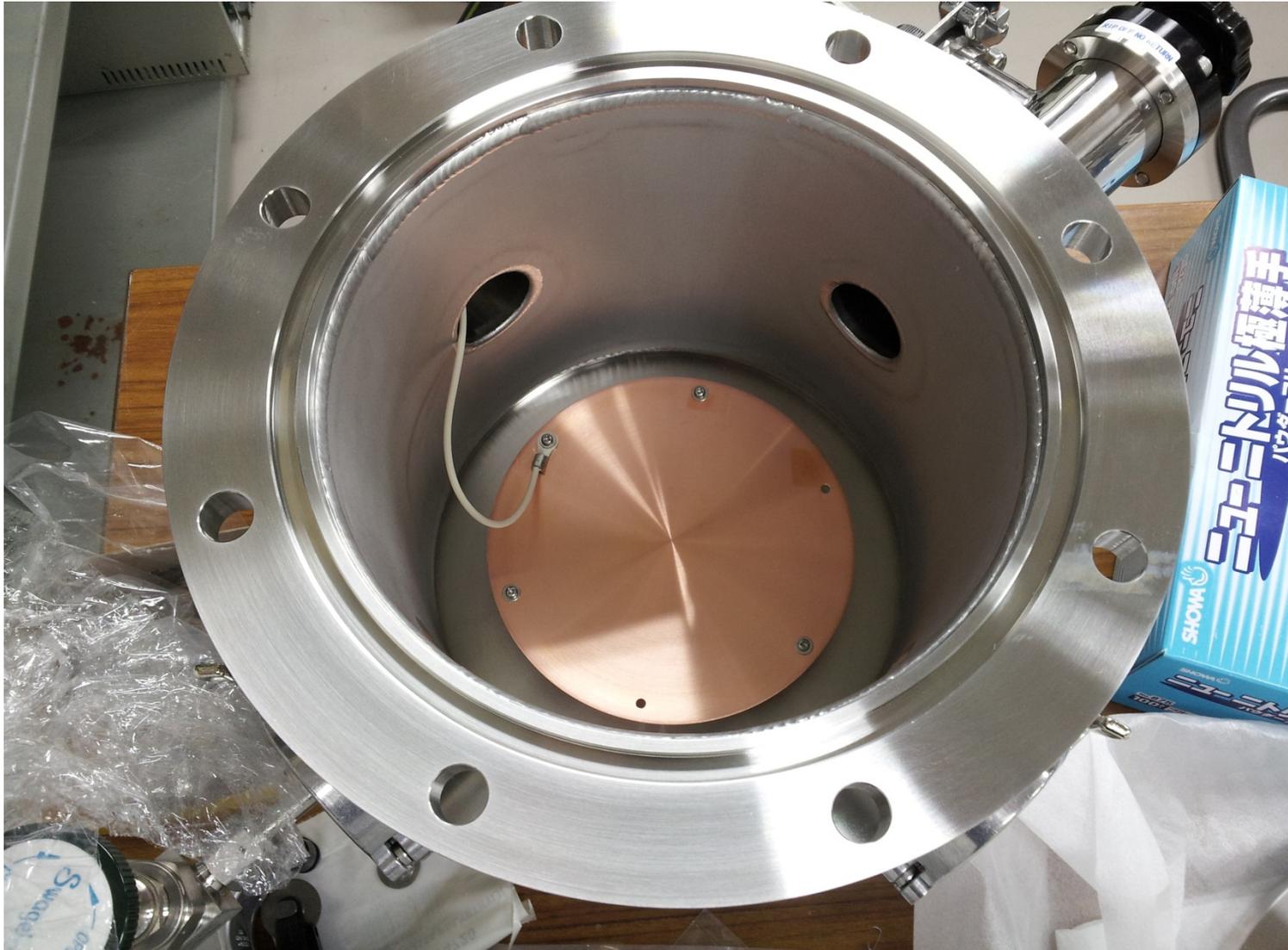
chamber



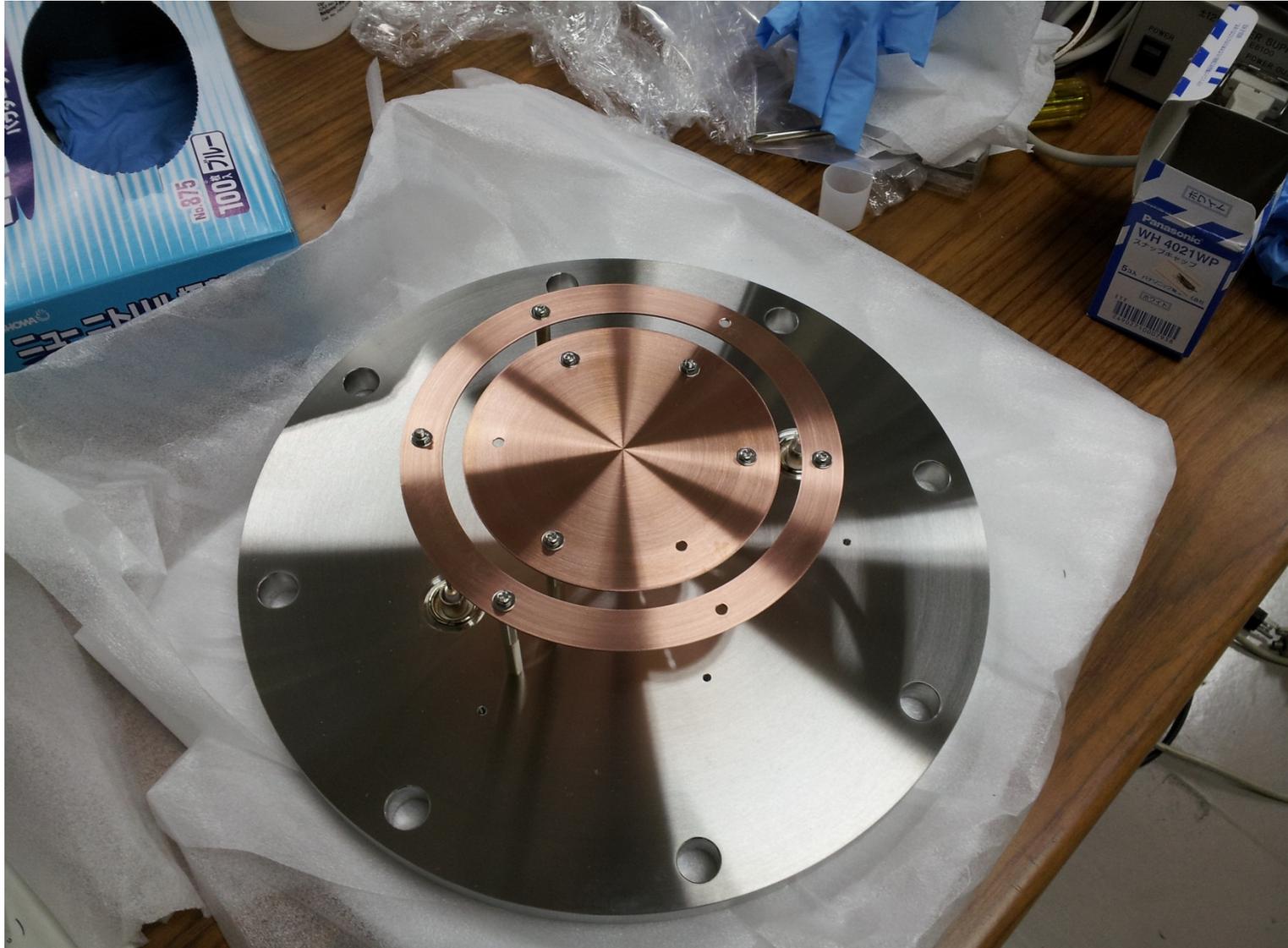
真空ポンプ側



cathode



Anode とガードリング



Anode とガードリング



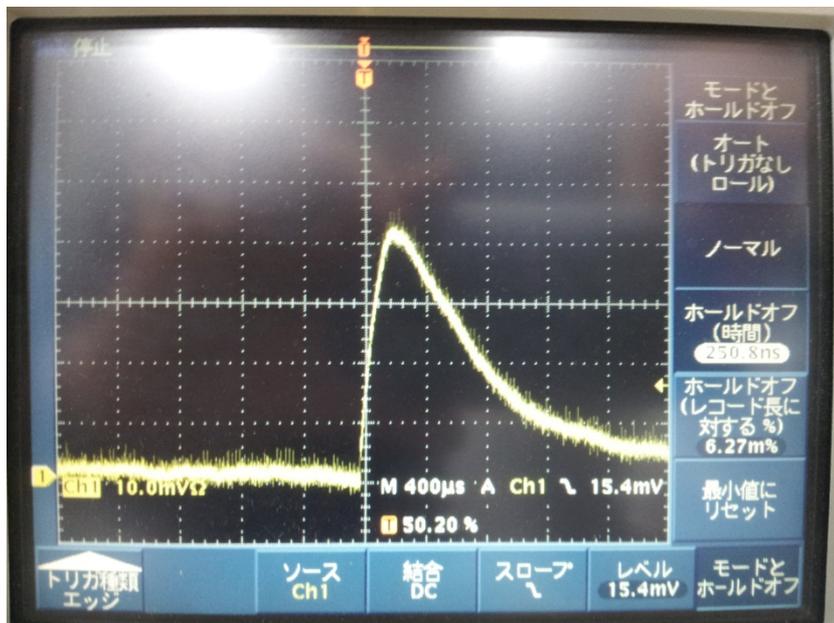
GND の一致

- Anode にプリアンプを取り付け、オシロで信号を読み出す。ノイズが大きかったが、cathode, プリアンプ, chamber の GND を網線で一致させると比較的安定した。



HV をかける

- オシロを見ながら放電に注意して電圧をかけてゆく。信号？がちらほら...



HV 1.3KV オシロ 10mV, 400μs / div



HV 1.6kV オシロ 10mV, 400μs / div

予想される信号について

- 今回 Chamber 内には線源を入れていないため、信号の由来として考えられるのは、
 - 宇宙線
 - Ar ガス中に含まれる不純物からの放射線
- パルスの立ち上がりにかかる時間は $\sim 30\mu\text{s}$
 - Ar 中の drift velocity $0.33\text{cm}/\mu\text{s}$ @ $145\text{V}/\text{cm}, 760\text{mmHg}$
T.E.Bortner, G.S.Hurst, and W.G.Stone, *Rev.Sci.Instrum.* 28, 103(1957).
- minimum ionizing particle な宇宙線が入射したときの信号の大きさを見積もってみる。

予想される信号の大きさ

- Ion chamber の信号は最大で(全電子が最大限 drift した場合)

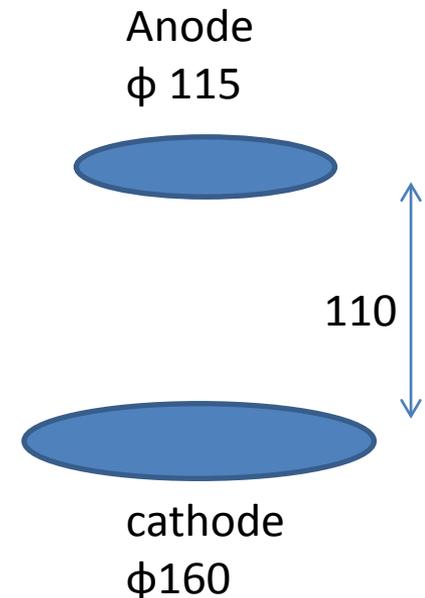
$$\frac{n_0 e}{C}$$

n_0 : ion pair の数

C : chamber のキャパシタンス

で与えられる。

- Chamber のキャパシタンスは $\phi 110$ の平行平板と考えると
0.84 pF



予想される信号の大きさ

- MIP が chamber 内の Ar を突っ切ったとして落とすエネルギーは、

$$2 \left(\frac{\text{Mev}}{\text{g/cm}^2} \right) \times 1.78 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) \times 11(\text{cm}) = 39.2 \text{KeV}$$

MIP の比エネルギー損失

Ar の密度

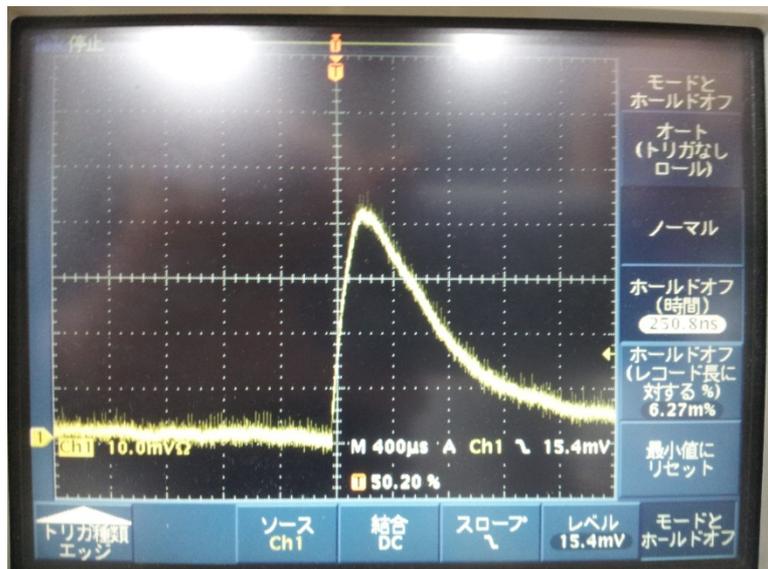
距離

- Ar の W 値は 26.3 eV / ion pair なので、信号の大きさは

$$\frac{n_0 e}{C} = \frac{\frac{39.2 \times 10^3}{26.3} \times 1.6 \times 10^{-19}}{0.84 \times 10^{-12}} = 2.84 \times 10^{-4} \text{ V}$$

予想される信号の大きさ

- プリアンプによって電圧は11倍に増倍されるが、それでも予想される信号の大きさは3.1 mVであり、先ほどの信号？が宇宙線によるものとは考えにくい。



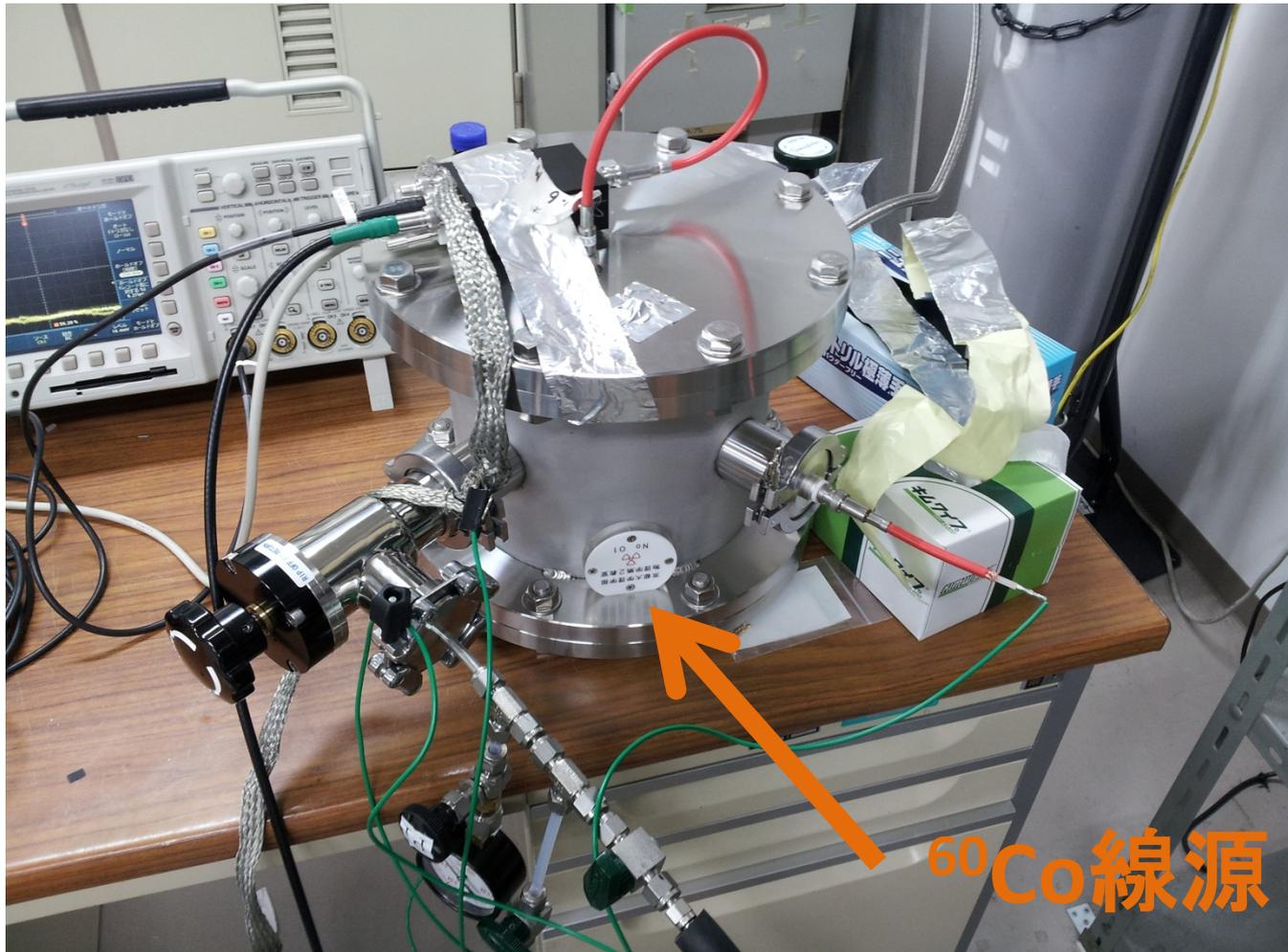
信号？

- この 40mV程度（もっと大きなものもあった）のパルスが放射線由来のものであるとすれば、先ほどの議論から、chamber内に0.5MeV～のエネルギーを落としていることになる。いずれにせよ何由来のパルスなのかはすぐには判別がつかなかった。

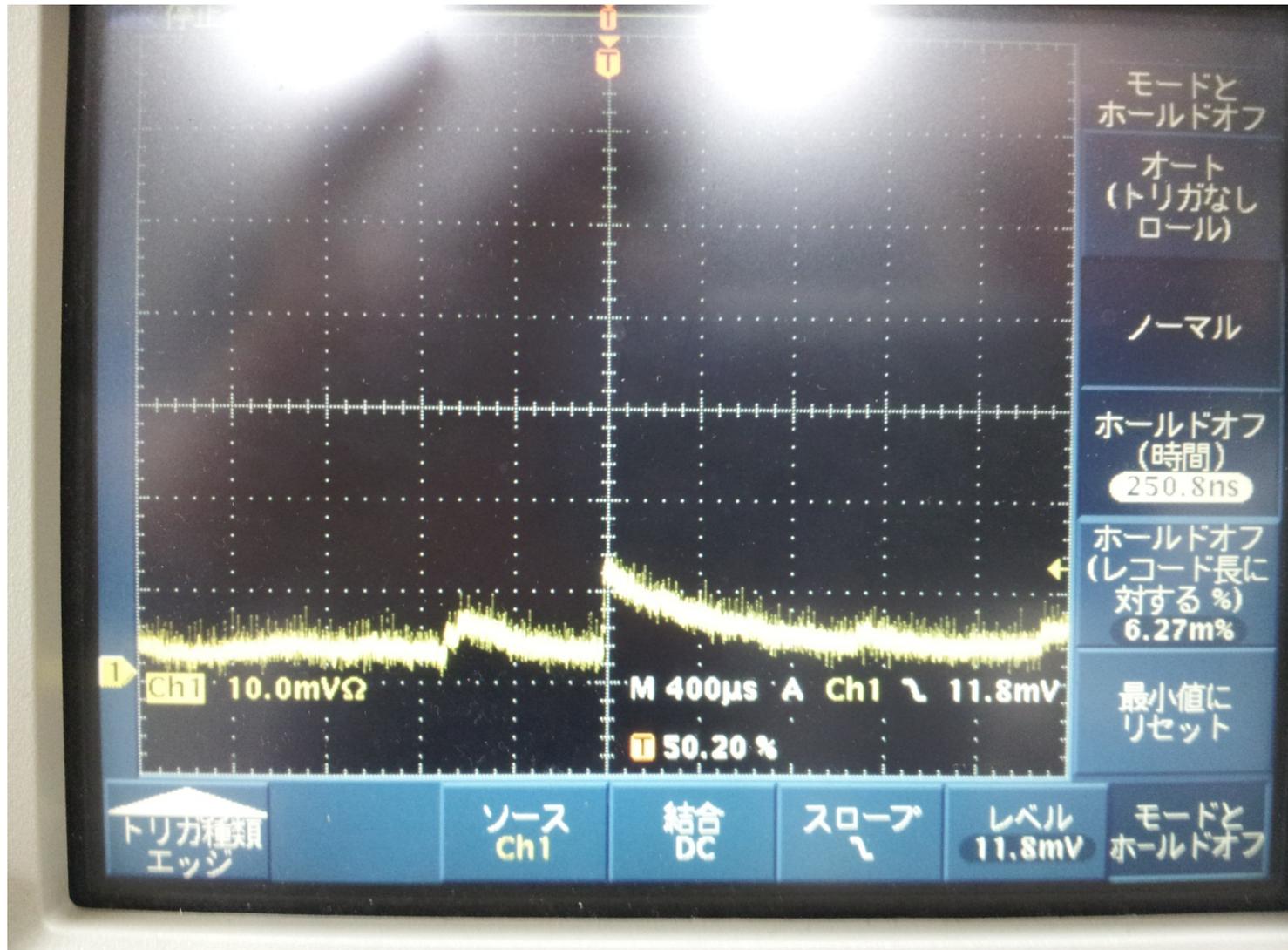
^{60}Co 線源を当ててみる

- そこで chamber 側面に ^{60}Co 線源を当てて、当てていない場合と比較してみることにした。
- 崩壊に伴う放射線のうち、 β 線(0.318MeV)は chamber の壁を透過できないが、 γ 線(1.17MeV, 1.33MeV)は一部 chamber の壁を透過し、Ar とコンプトン散乱を起こす。
- この時散乱された電子は最大約1MeVのエネルギーを持つから、Ar中をMIPとして通過する。そのため先ほどの議論から、～数mVの信号として見えるはずである。

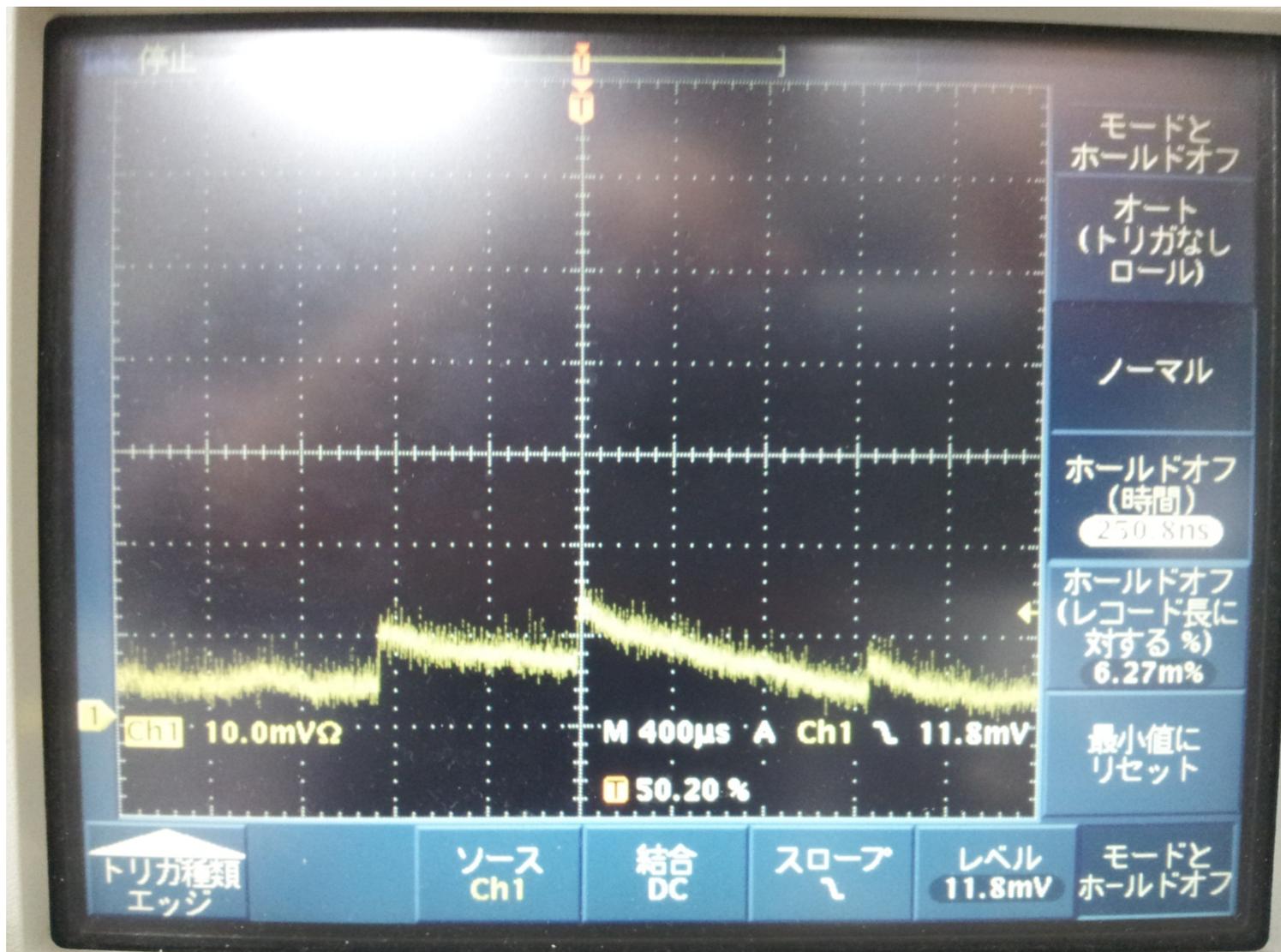
^{60}Co 線源を当ててみる



見えたもの(1)



見えたもの(2)



見えたもの

- ^{60}Co 線源を当てると、高さ数mVの鋸状の波形が見られた。
- ^{60}Co 線源を当てた場合と当てない場合とでパルスの数に差異がみられた。
- 信号が見えたと思います。(11月27日)