

Liquid Xenon TPC for a gamma detector (LXeTPC)

T.Haruyama, T. Tauchi, et al., (KEK)

W-T. Chen, J-P.Cussonneau, S.Duval,
J.Lambin, E.Morteau, P.LeRay, T.Oger,
JS.Stutzmann, D.Thers(Subatec)

D_RD_06, FJPPL10 Workshop

15-16 June 2010

LXeTPC project

since 2007.4 as a KEKDTP project

Detection of KeV-MeV “gammas”
with 3D positions and energy of
high resolutions

Applications : Gamma ray astronomy;
Single Photon Emission Computed Tomography
(SPECT), Positron Emission Tomography (PET) ;
Dark matter, Double β decay experiments

KEK : liquefaction & purification , PMT, TPC, DAQ

T.Tauchi, A.Maki, T.Haruyama, S.Tanaka, S.Mihara, T.Saeki
K.Kasami, S.Suzuki

Saga univ. : TPC, simulation, FE ASIC chip, test
A.Sugiyama, T.Higashi(D4)

Tokyo univ. : TPC, PMT, simulation, test
T.Mori, Y.Fujii(M2), T.Chiba(M1)

National Institute of Radiological Science : PET
M.Kumada, T.Tomitani, C.Toramatsu

Yokohama National univ. : PMT, Xe-property
S.Nakamura, Y.Takagi (M1)

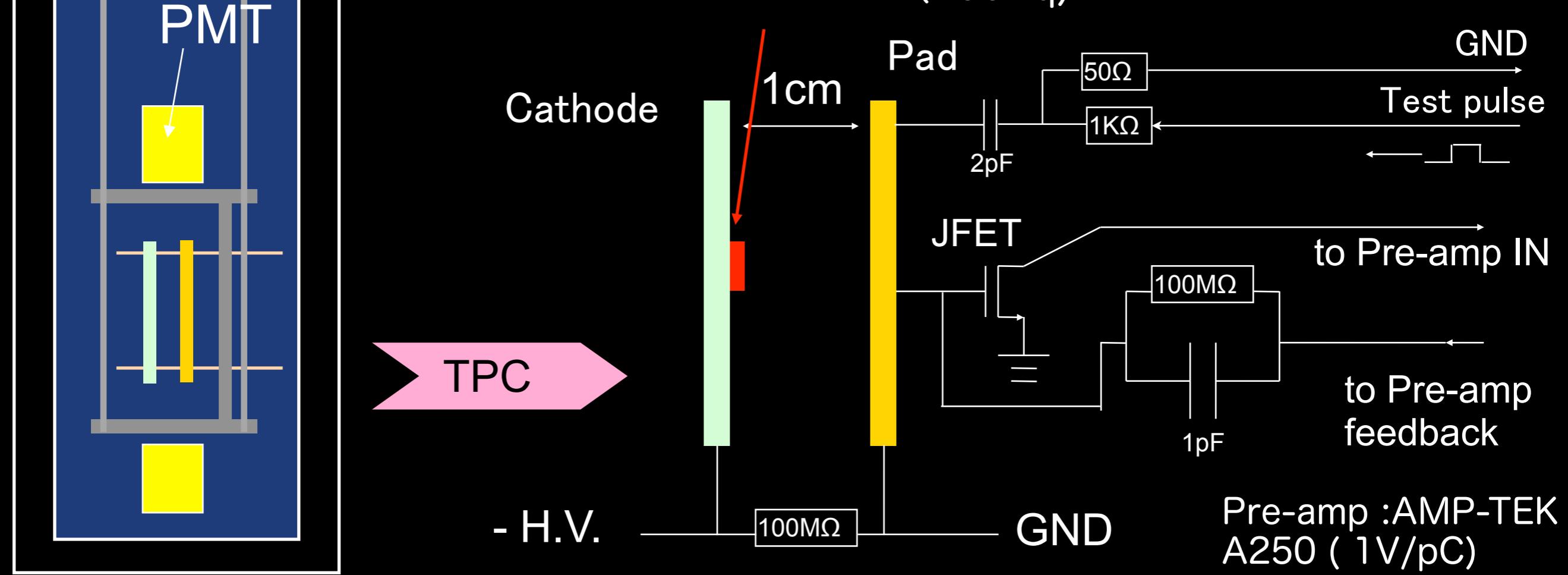
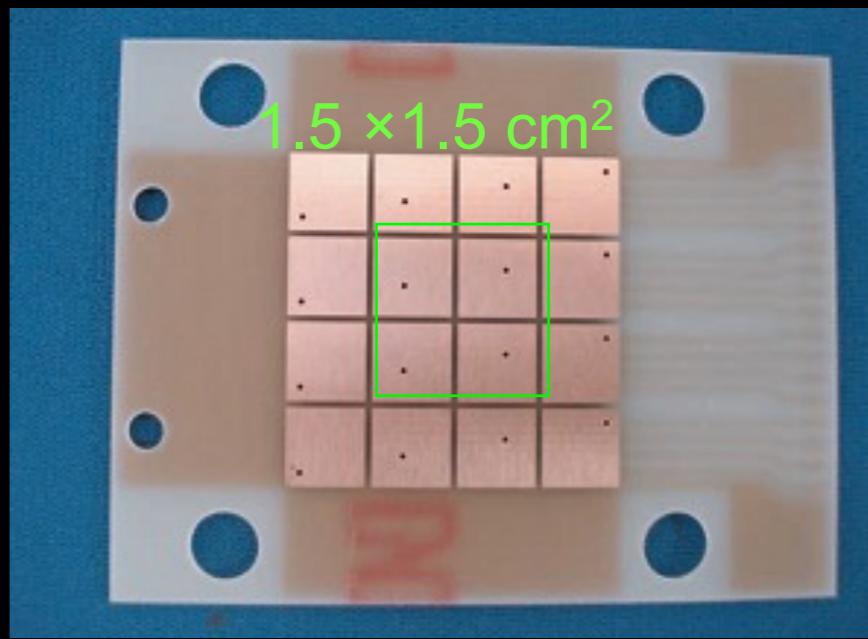
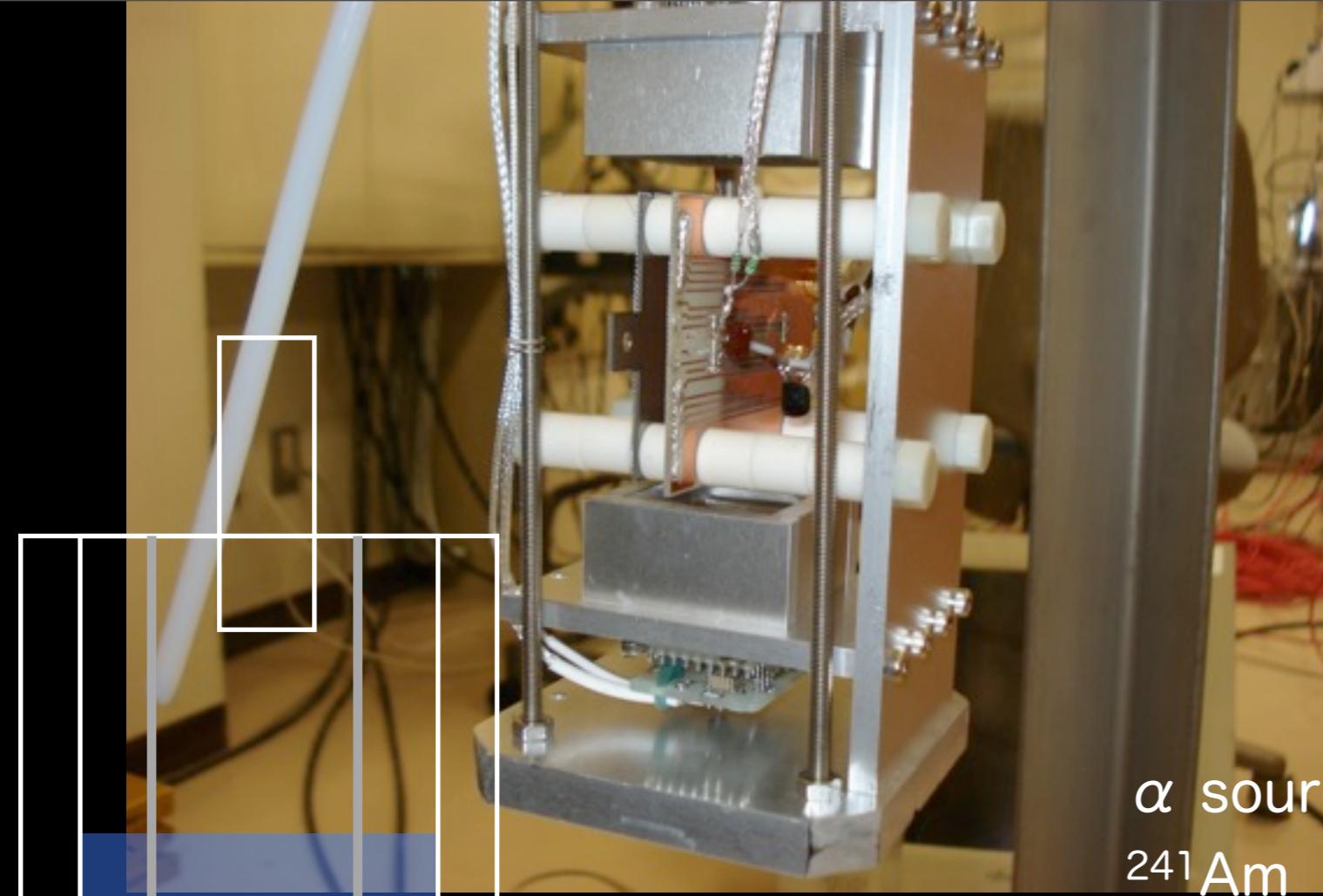
Cooperation : KEK electronics system group , DAQ
M.Tanaka et al.

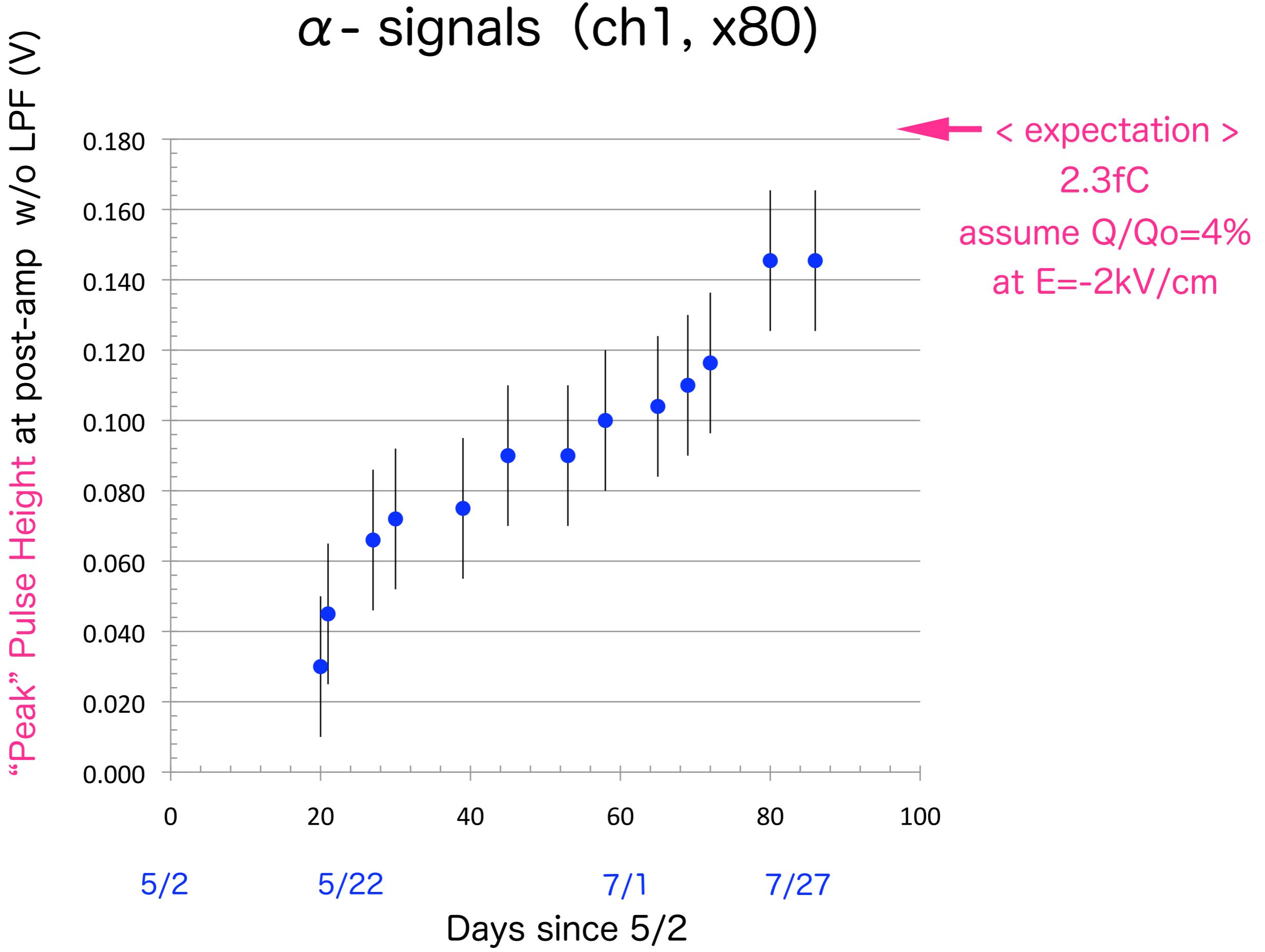
First Experiment in 2009

- 4/24 15:04 Start of evacuation in the chamber
- 4/27 -30 Vacuum build up tests in three times @ 1.4×10^{-4} Pa
- 5/2 12:15 Gas phase purification/circulation with 4L/min
- 5/10 16:52 First observation of charge signals from cosmic rays(8)
- 5/20 17:40 Liquid phase purification/circulation with 1L/min
- 5/22 14:44 First observation of α charge signals (20mV)(20)
- 6/29 17:15 α charge signals to 100mV w/o LPF
- 6/25 -7/9 Electric field dependence of charge and light signals
- 7/23 - 31 4ch Pre-amplifier setup and test
- 8/14 -17 Data taking with Cosmic ray trigger, about 1/min
- 9/10 Presentations at the JPS meeting by Y.Fujii (Tokyo univ.)
and T.Higashi (Saga univ.) for ASIC-FE chip R&D

(days since purification/circulation)

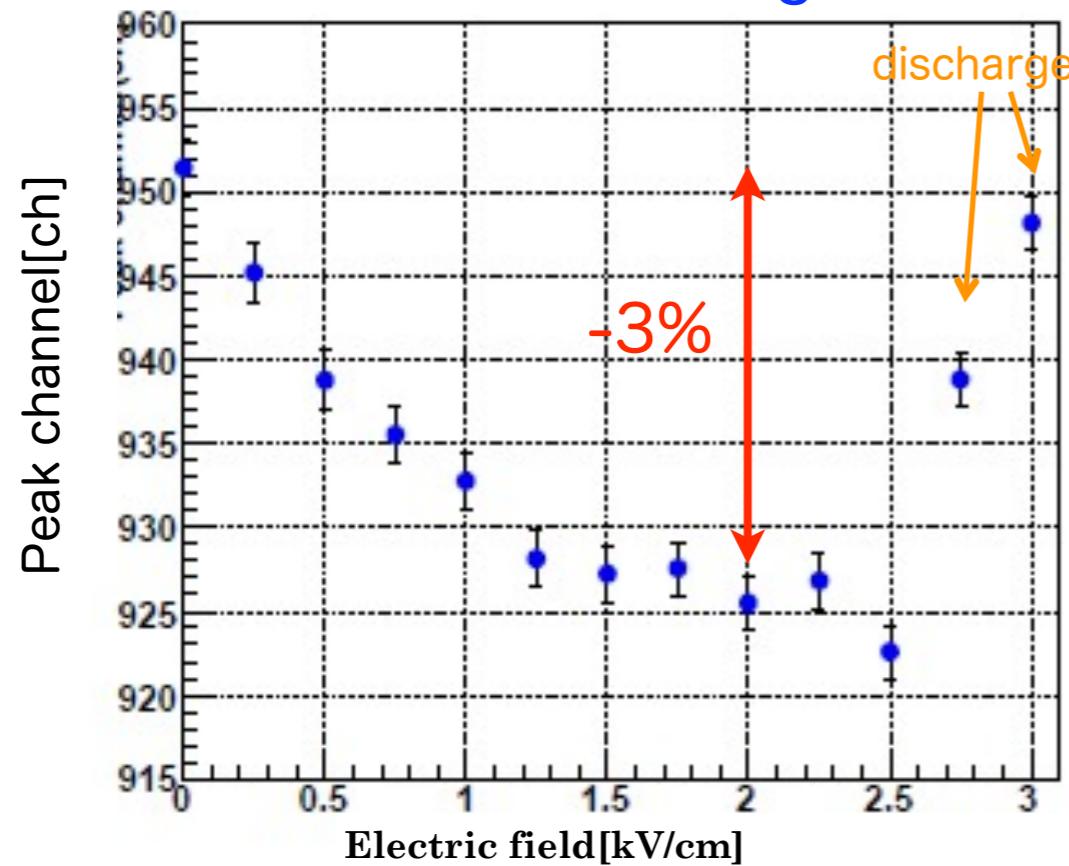
Experimental setup





note - pulse height : w/o : w LPF = 1.5 : 1

Scintillation Lights



Electric field dependence (α)

including attenuation due to impurity and drift time (E-field)

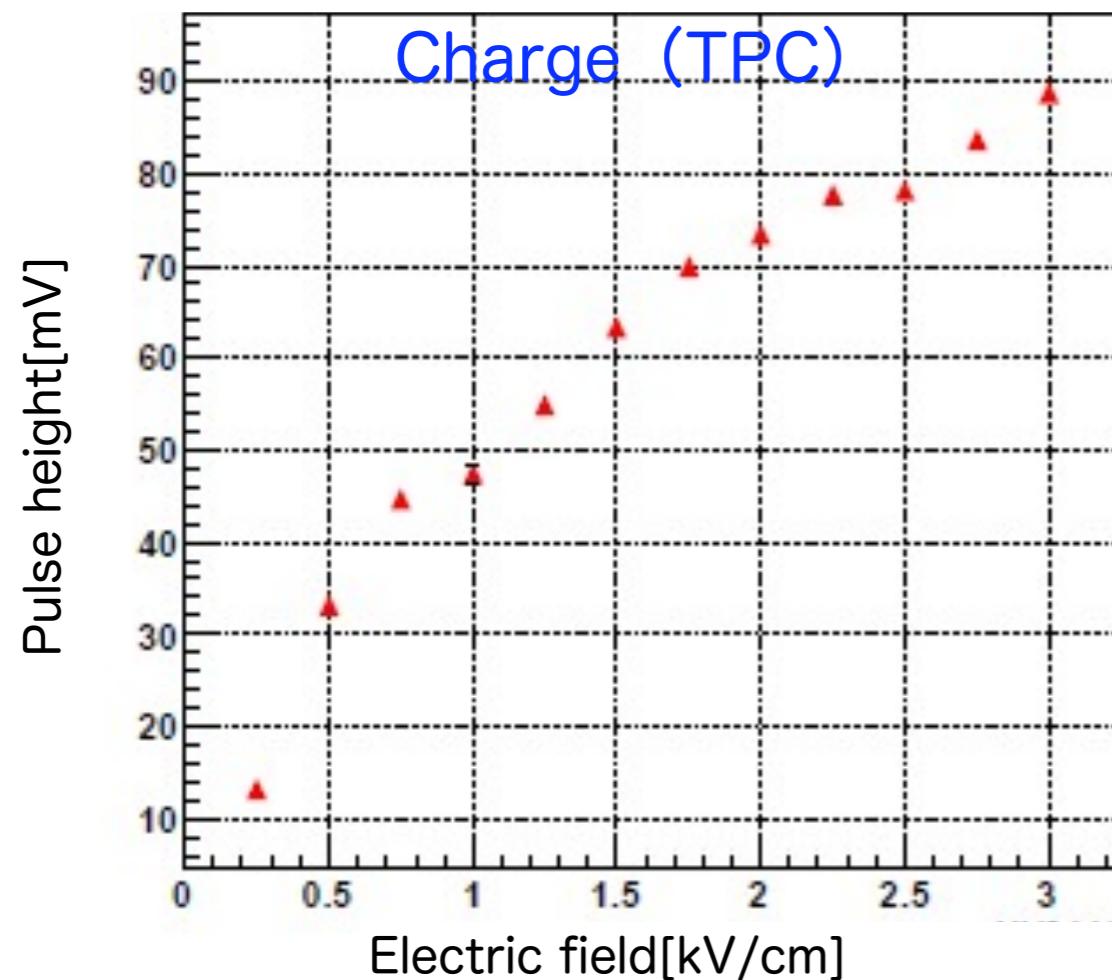
Electric field 2kV / 1kV

Scintillation lights -3% / -2%

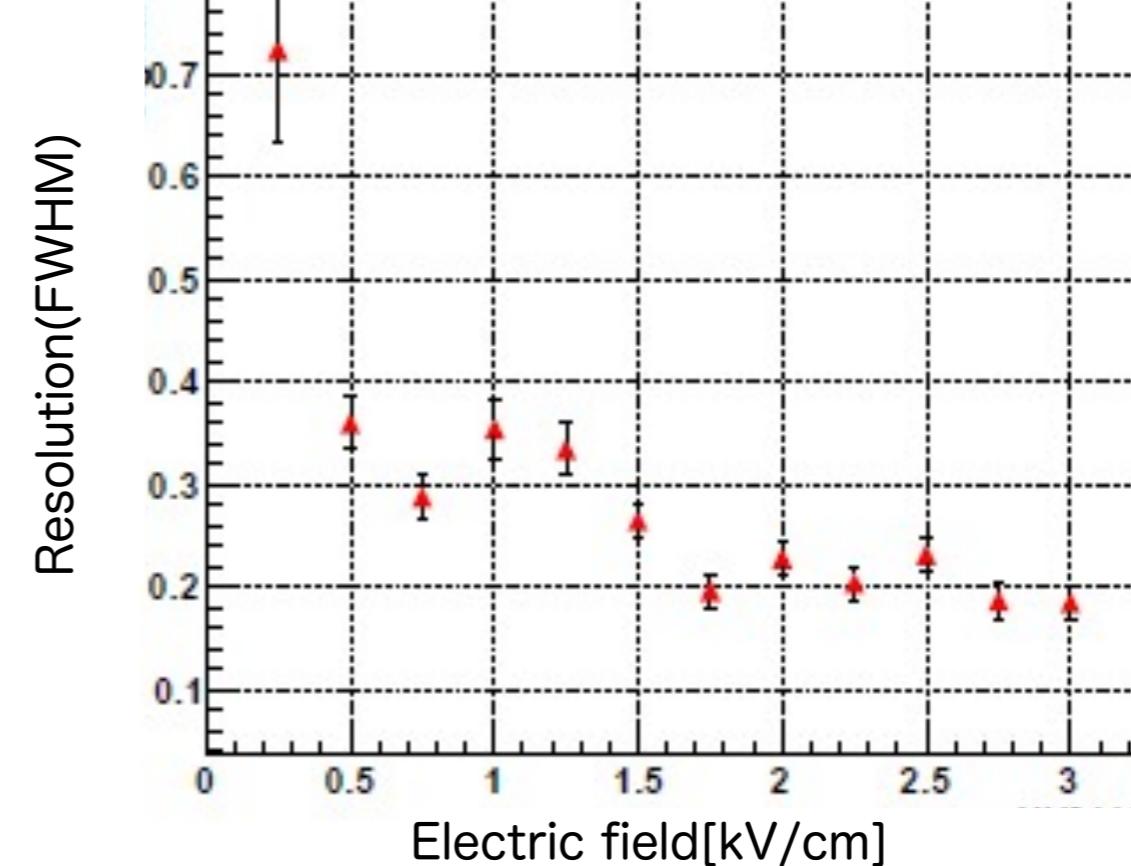
Charge 73mV / 46mV = 1.6

Charge res. FWHM 0.22 / 0.35 = 0.6

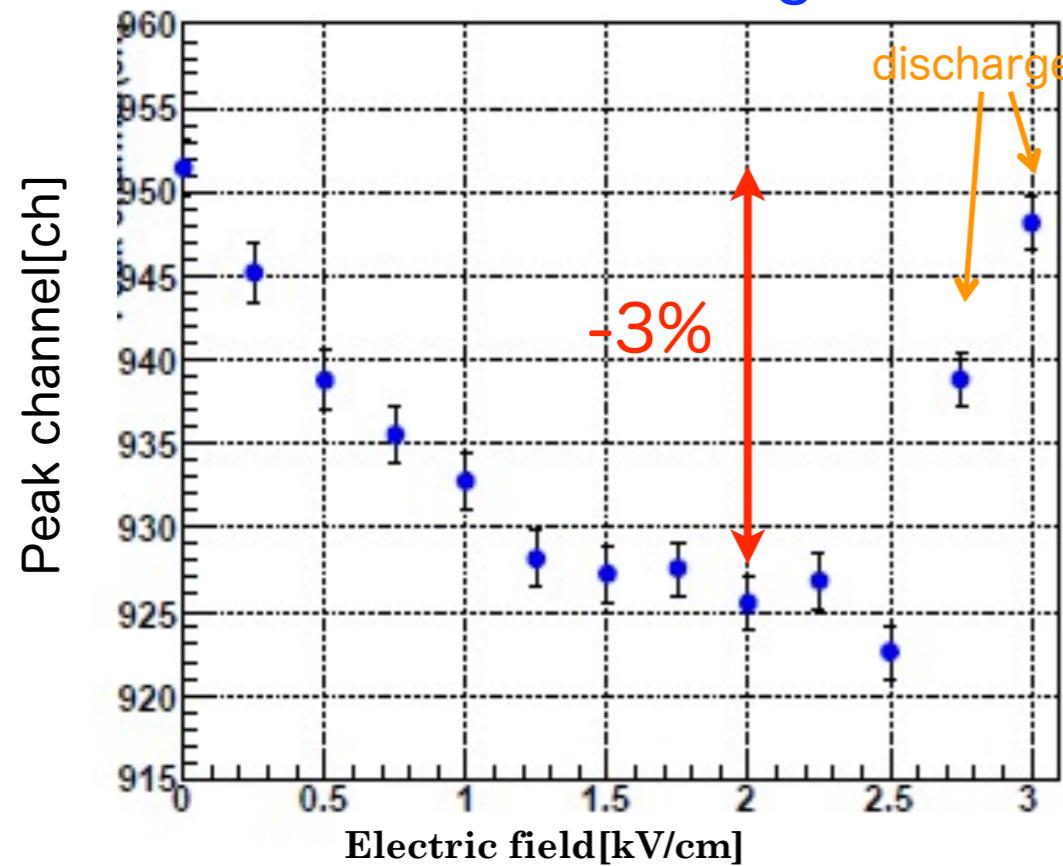
HV vs resolution



Charge FWHM (TPC)



Scintillation Lights



Electric field dependence (α)

including attenuation due to impurity and drift time (E-field)

Electric field 2kV / 1kV

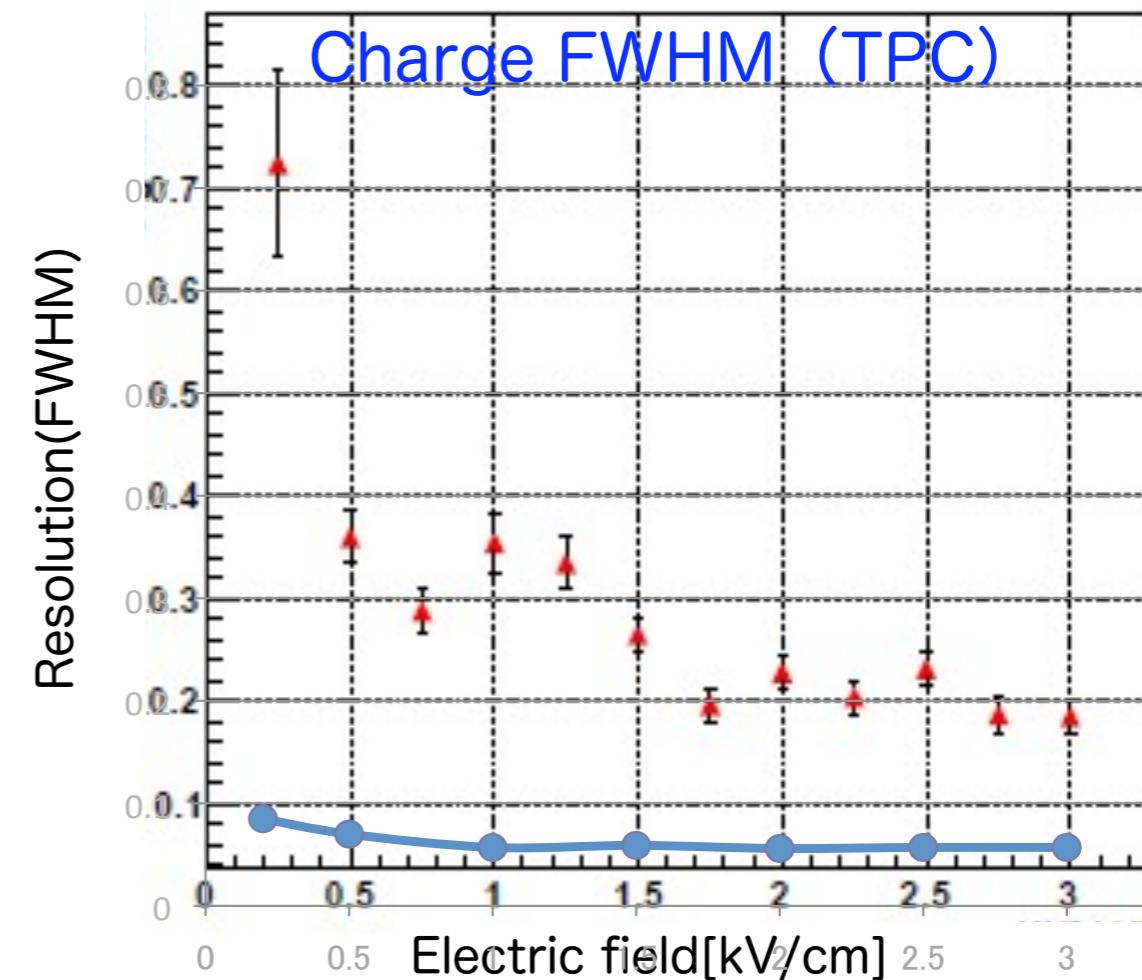
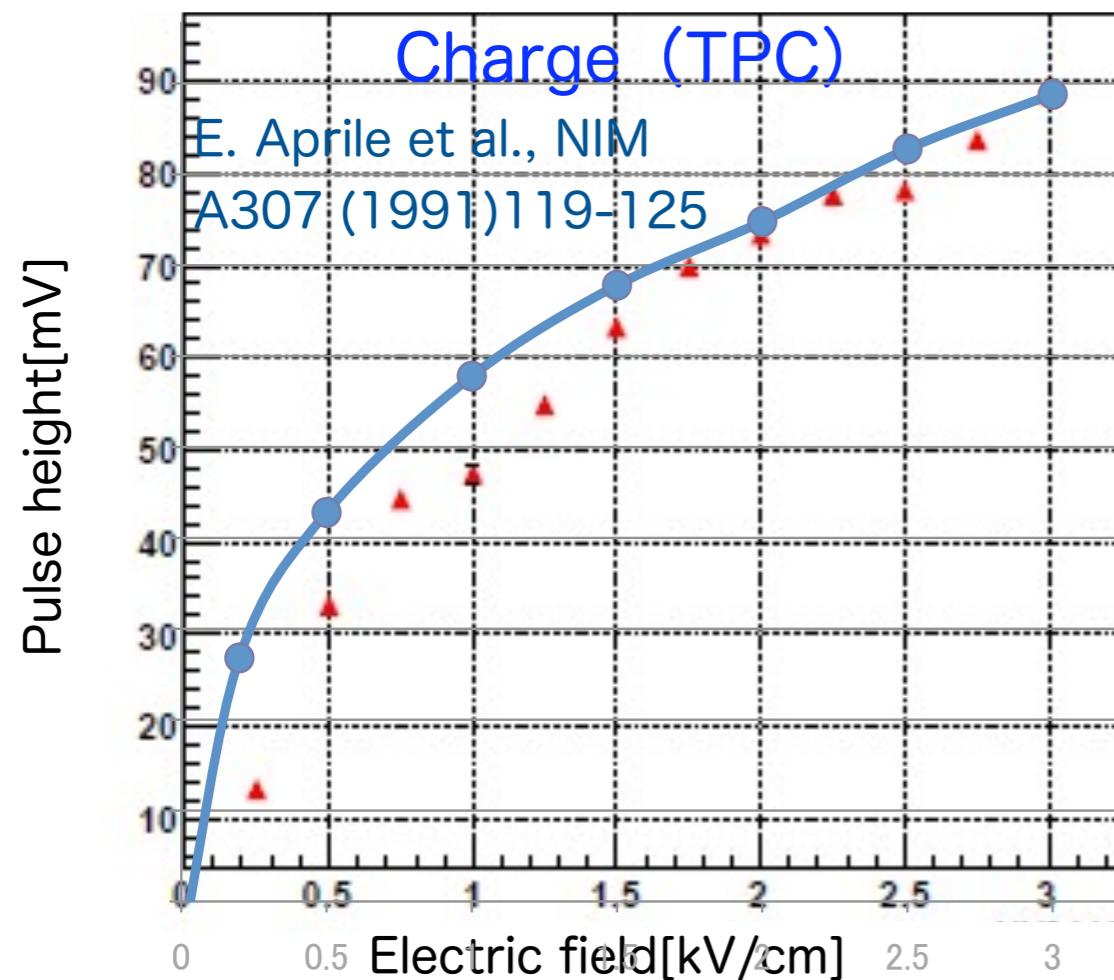
Scintillation lights -3% / -2%

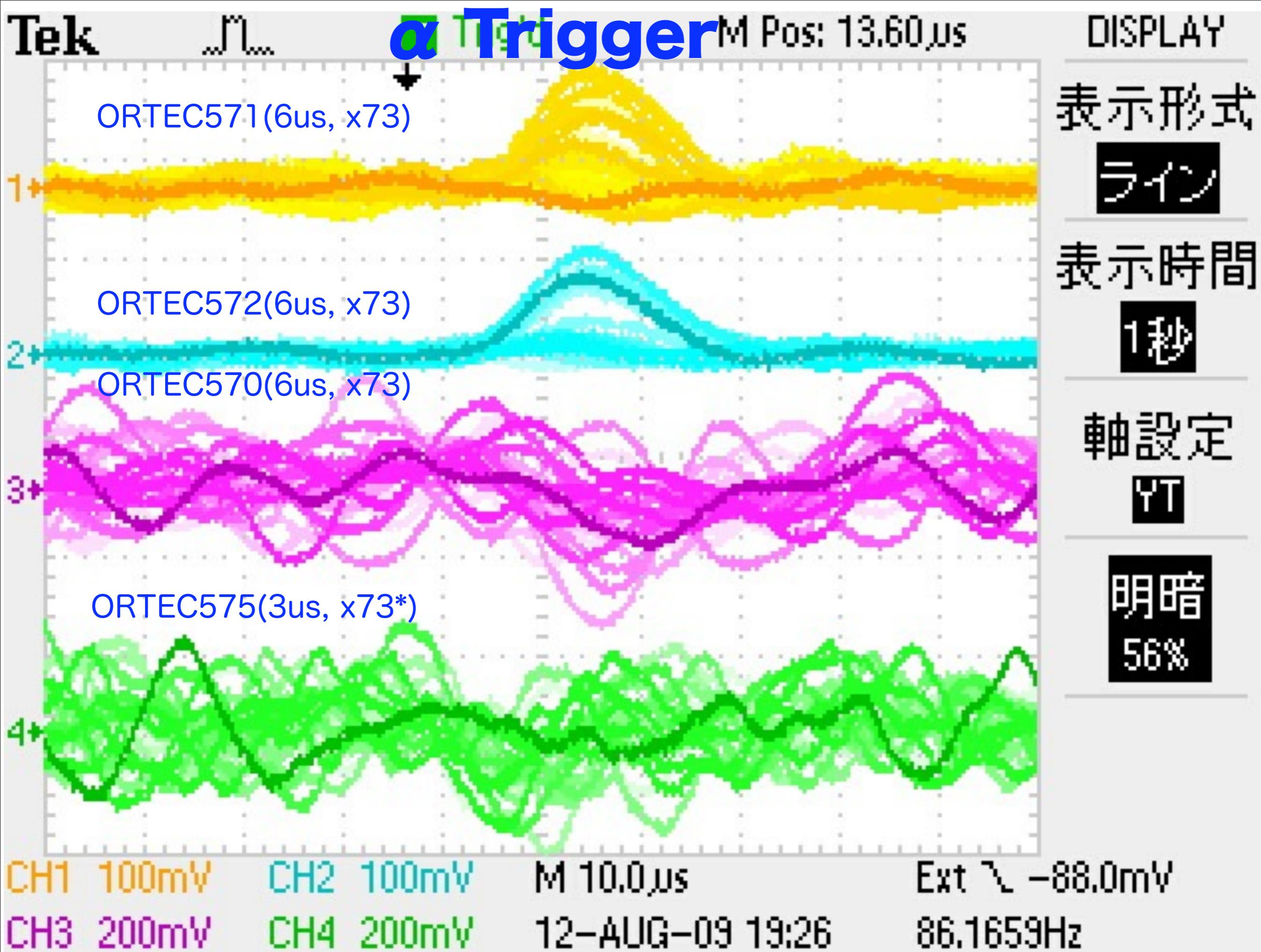
Charge 73mV / 46mV = 1.6
 1.27

Charge res. FWHM 0.22 / 0.35 = 0.6

0.056/0.057= ~1

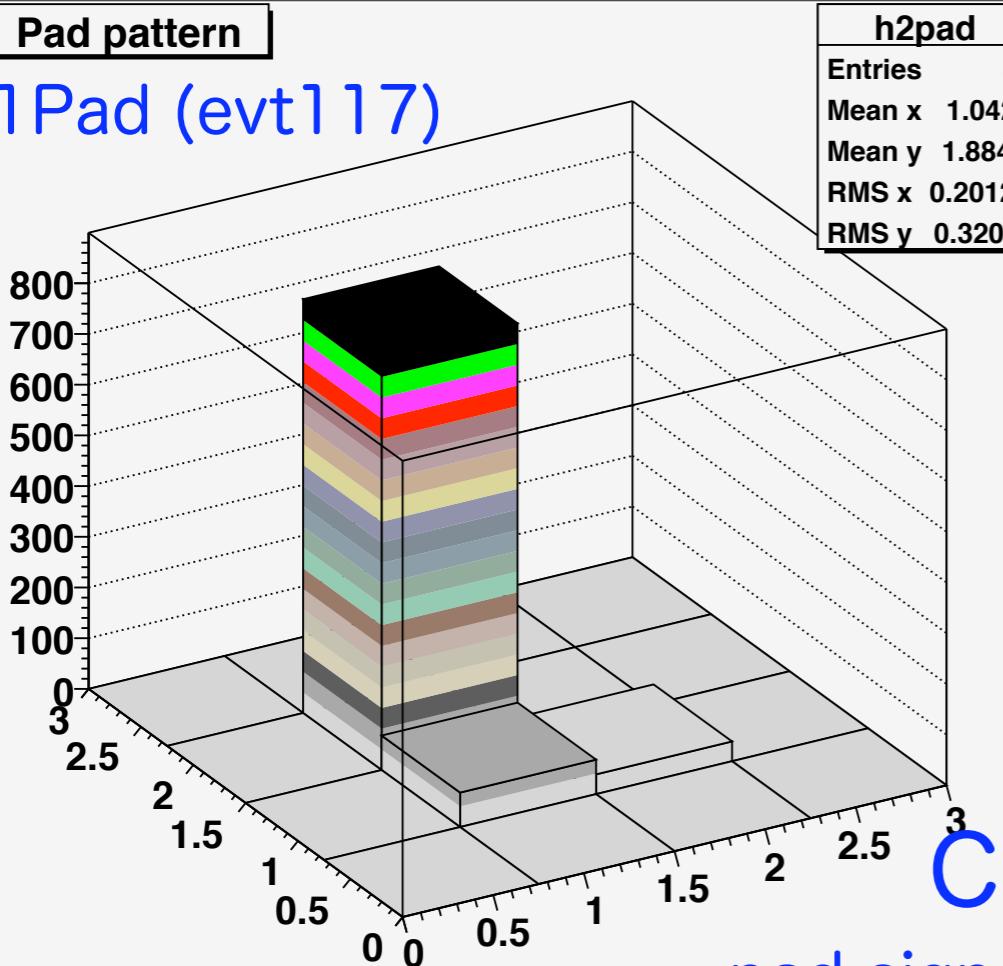
HV vs resolution





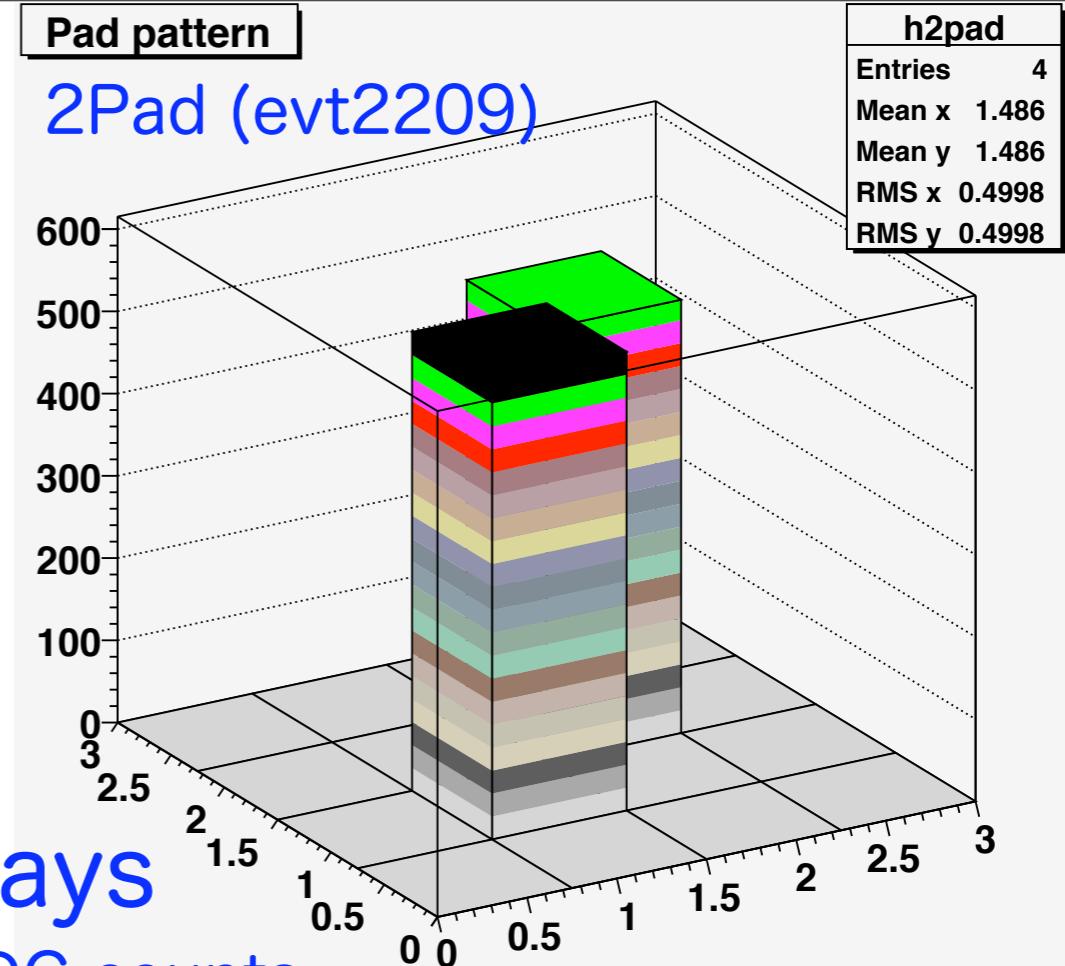
Pad pattern

1Pad (evt117)



Pad pattern

2Pad (evt2209)

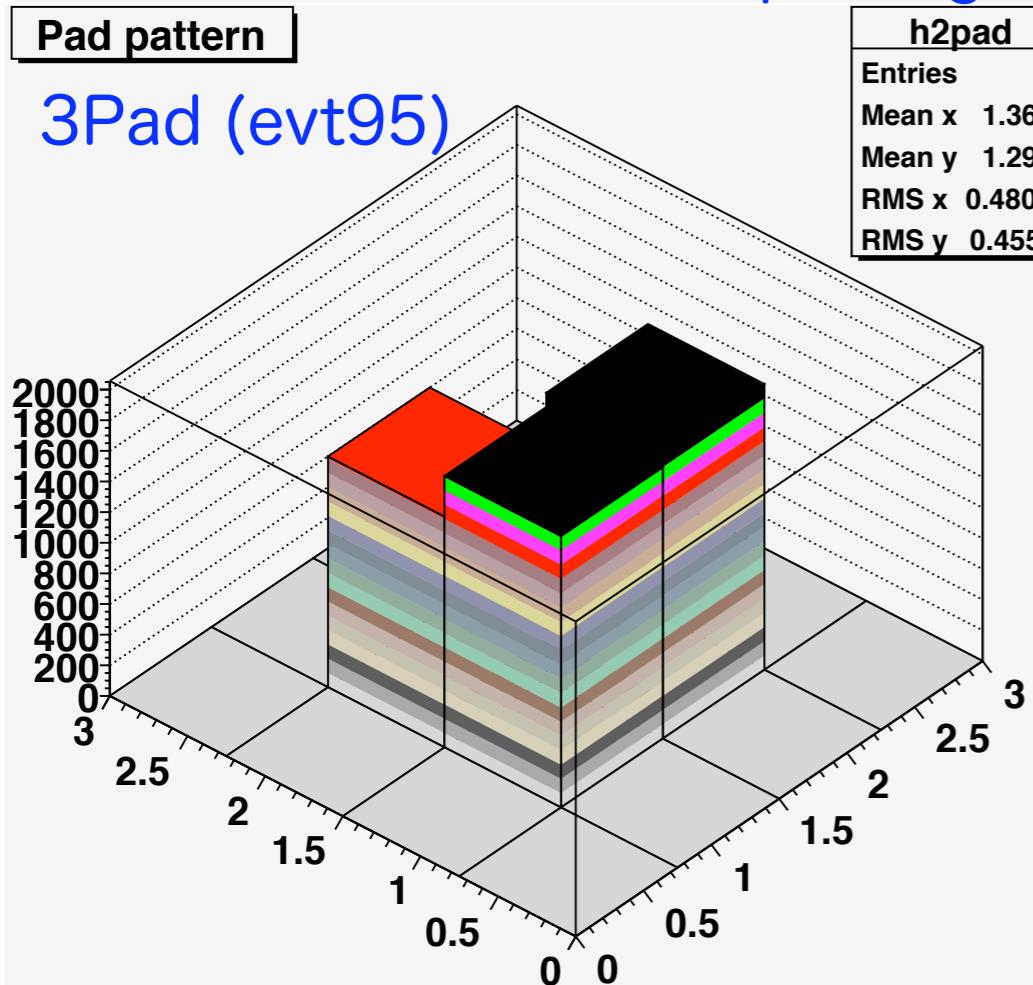


Cosmic rays

pad signal > 100 ADC counts

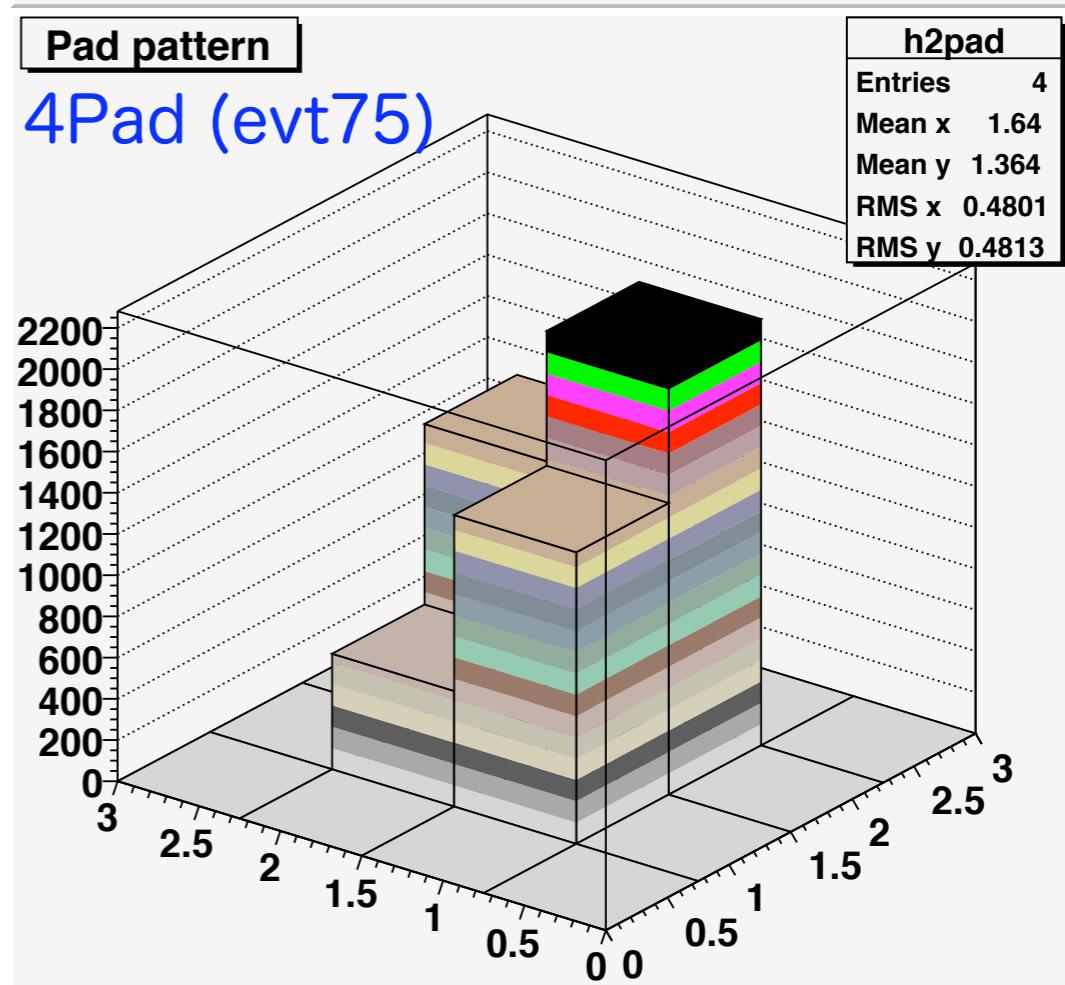
Pad pattern

3Pad (evt95)



Pad pattern

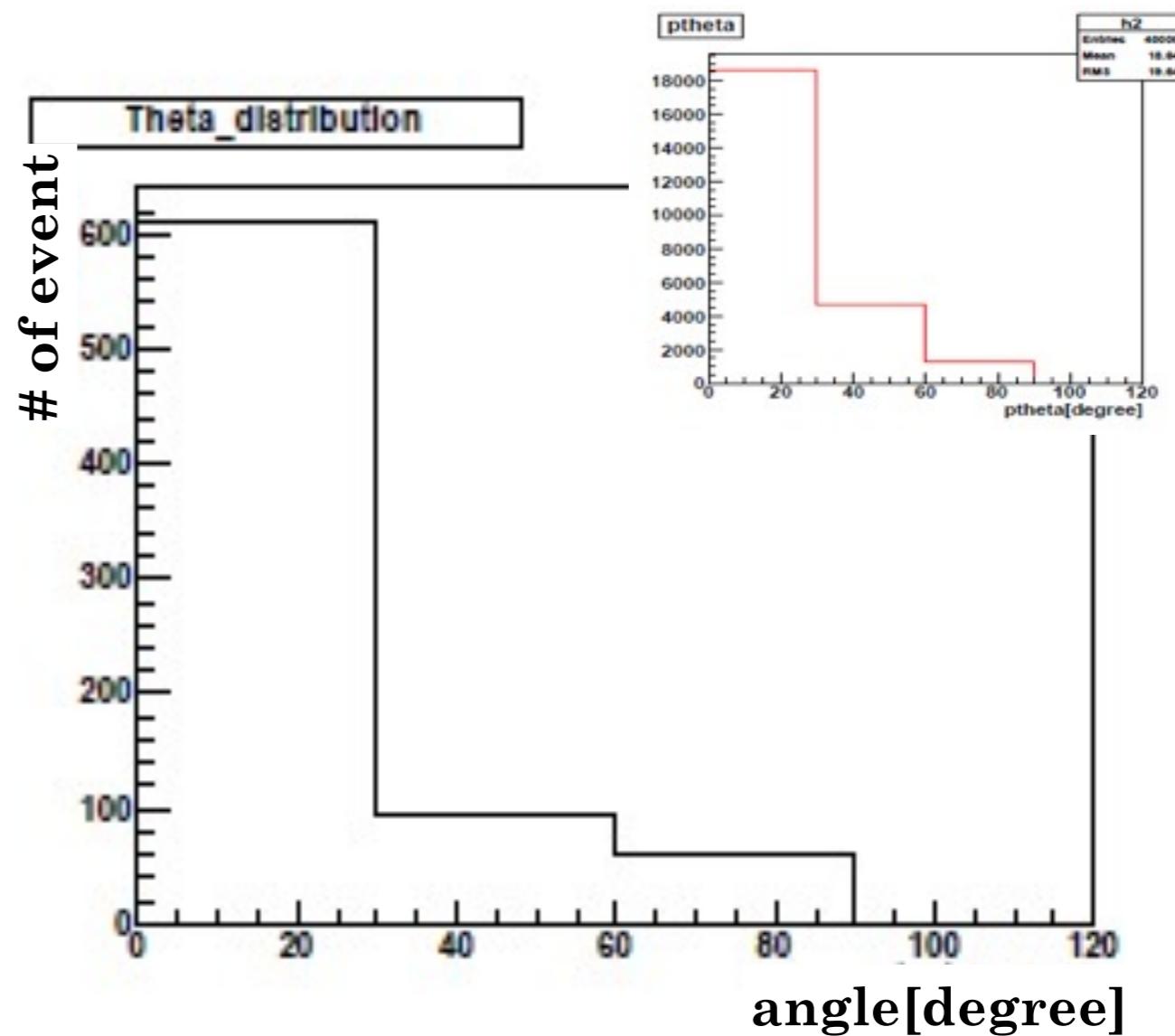
4Pad (evt75)



ZENITH ANGULAR DISTRIBUTION OF CRM

○ Results

- Sum of charges > 20fC
- Cosmic ray muons have the zenith angular distribution as a function of $\cos^2 \theta$
 - Red histogram shows the distribution with $\cos^2 \theta$ (Monte Carlo), where the azimuthal angles are integrated.
- Consistent distribution was obtained.



Next exp. : 4cm drift with grid(mesh) & 16 pad readout

Jan. **Feb.** **Mar.** **2010**

ID	タスク名	期間	2010年01月17日	2010年01月24日	2010年01月31日	2010年02月07日	2010年02月14日	2010年02月21日	2010年02月28日	2010年03月07日	2010年03月14日	2010年03月21日	2010年03月
1	作業準備	5日	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水
2	クリーンブース片付け	1日											
3	配管取り外し	1日											
4	外真空容器取り外し	1日											
5	クライオスタット移動	1日											
6	内真空容器取り外し	1日											
7	検出器解体	5日											
8	電気配線取り外し	1日											
9	検出器取り外し	2日											
10	検出器解体	2日											
11	PMTフレーム取り付け	5日											
12	部品準備、確認	1日											
13	フレーム、ネジ洗浄	1日											
14	PMT取り付け	3日											
15	電極組み上げ	5日											
16	部品準備、確認	1日											
17	部品洗浄	1日											
18	電極取り付け	3日											
19	内部配線	8日											
20	部品準備、確認	1日											
21	部品洗浄	1日											
22	はんだ付け	5日											
23	PMT	1日											
24	パッド→プリアンプCold Pa	1日											
25	プリアンプColdPart入出力	3日											
26	洗浄	1日											
27	プリアンプCold Part	18日											
28	納品	0日											
29	検品	1日											
30	常温試験	10日											
31	プリアンプ取り付け	2日											
32	検出器取り付け	5日											
33	支持用スタッド調整	1日											
34	取り付け	1日											
35	フィードスルー配線準備	2日											
36	内部配線	1日											
37	試験準備	18日											
38	内真空容器取り付け	1日											
39	クライオスタット移動	1日											
40	外部配線	3日											
41	常温試験	5日											
42	外真空容器取り付け	1日											
43	真空引き	7日											

1/31-2/13, Y.Fujii visit to Subatech
3/14-27, T. Oger

2PMTs
field cage
internal wiring
Cold part of Pre-Amplifier :16
01/22 test at room temp
preparation of experiment
vacuum pumping

Note: 2 weeks in advance

Next Experiment

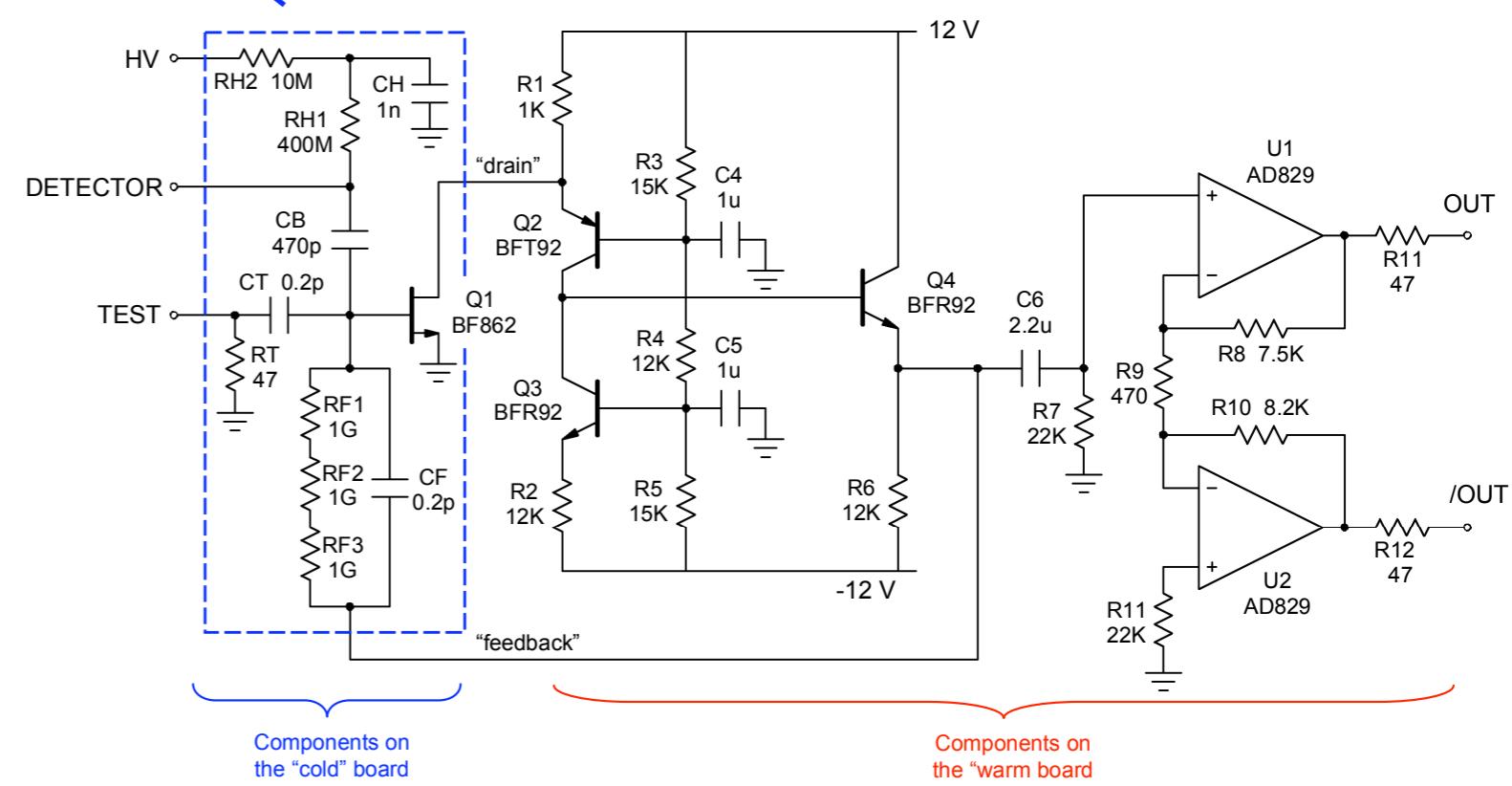
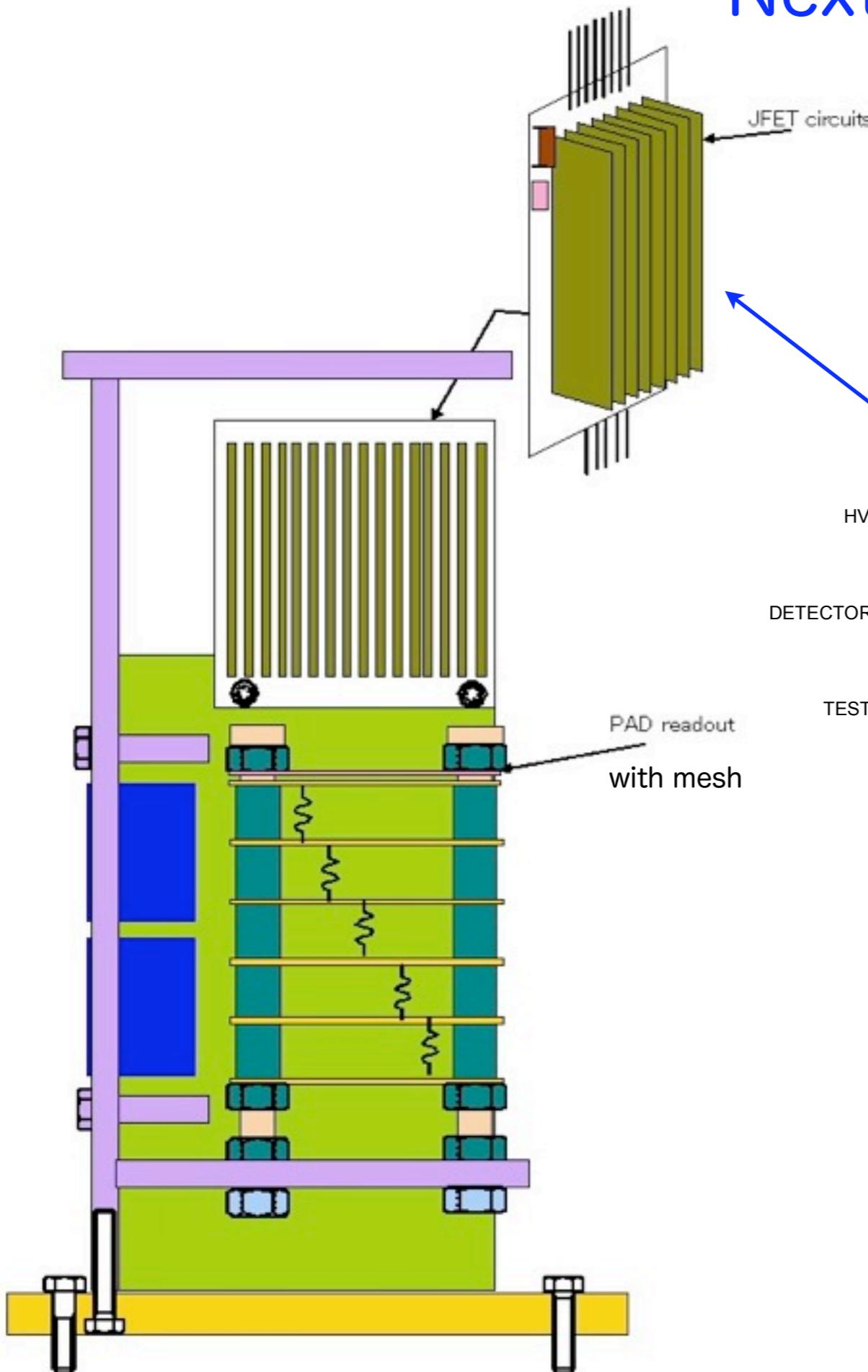
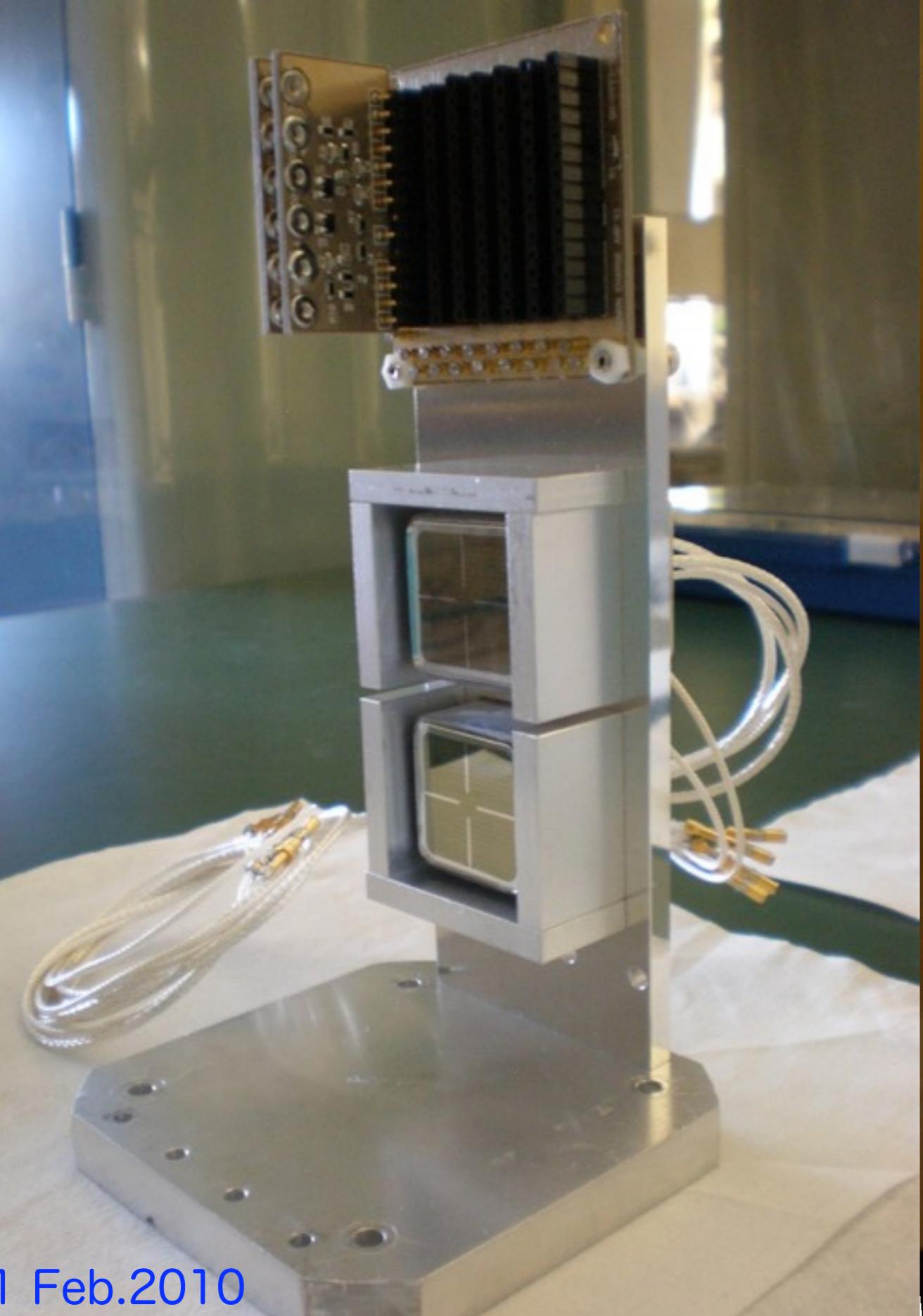


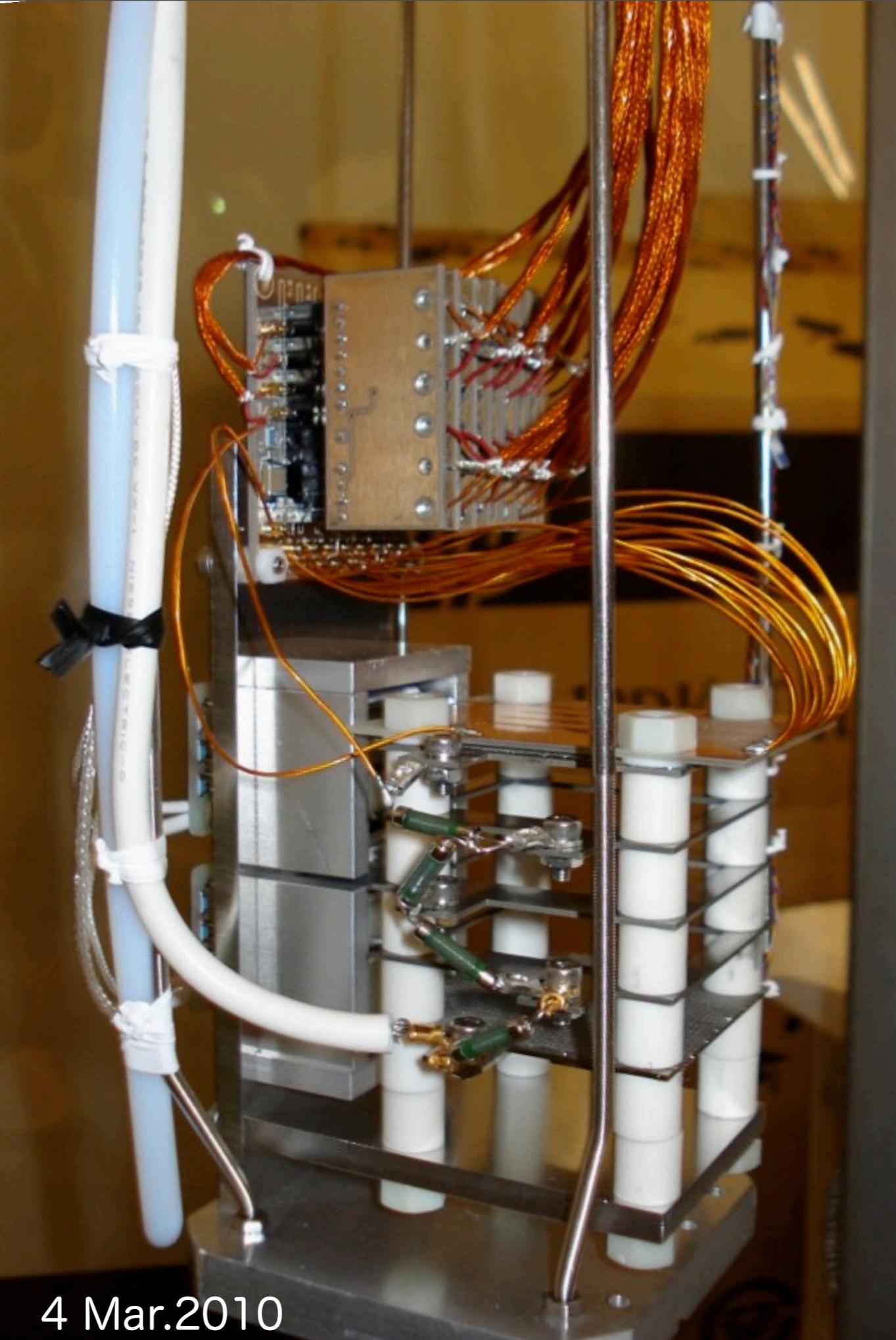
Fig. 3. Simplified schematic diagram of the charge sensitive preamplifier.

"A Cold Low Noise Preamplifier for Use in Liquid Xenon", A. Pullia et al.

2nd Experiment

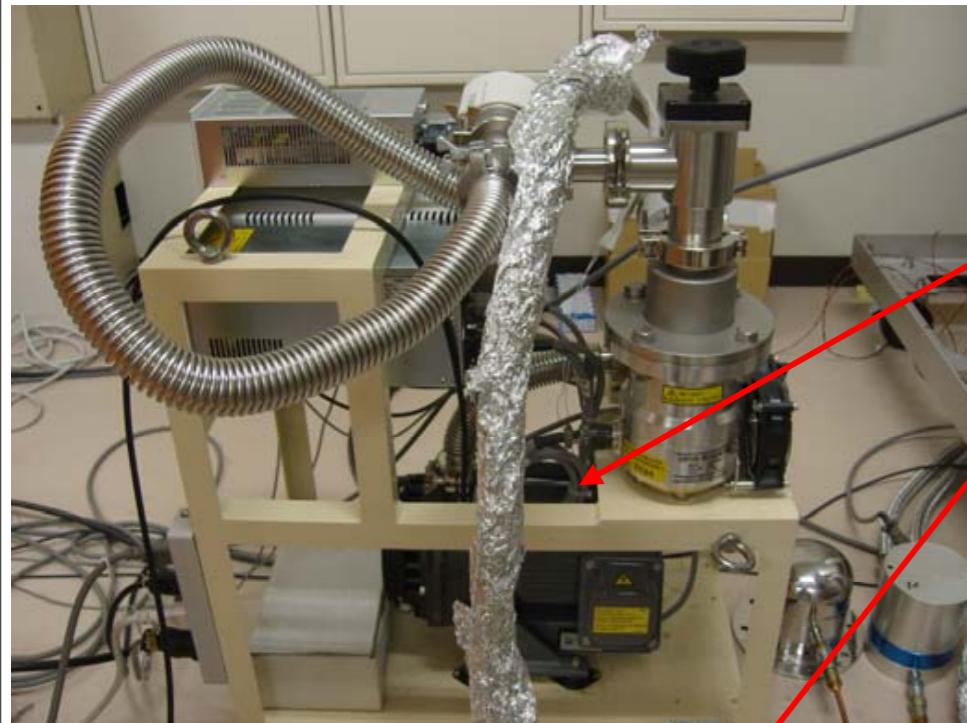


1 Feb.2010



4 Mar.2010

Vacuum evacuation



Three pumps are used :

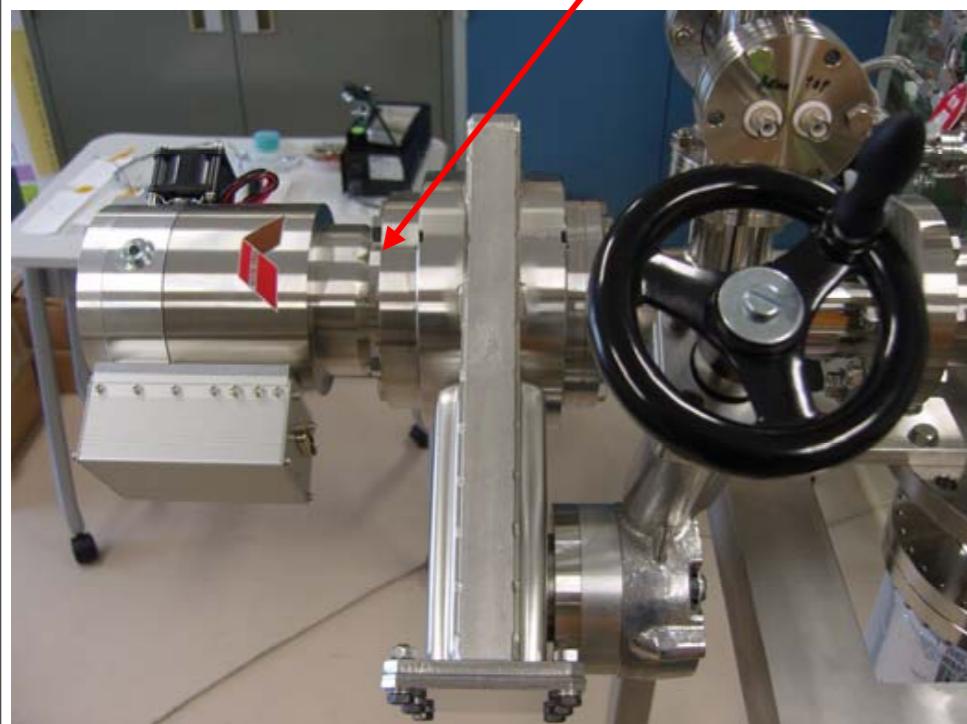
- A primary pump
- A turbomolecular pump
- A getter pump (CapaciTorr-D400-2)

Time of pumping : **6 days**

Result of the vacuum build-up test : **$6 \cdot 10^{-3}$ Pa**
after one hour of stopping pumping



Very good cleaning of the circuit



Vacuum evacuation

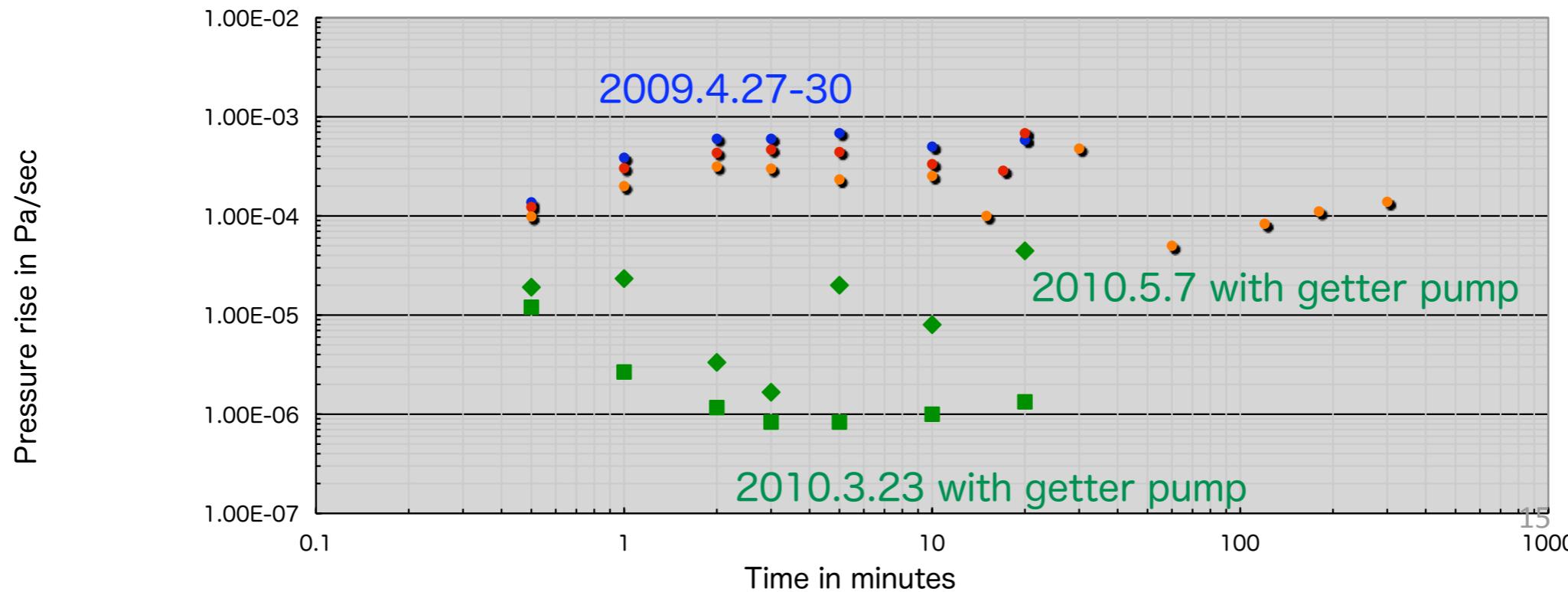
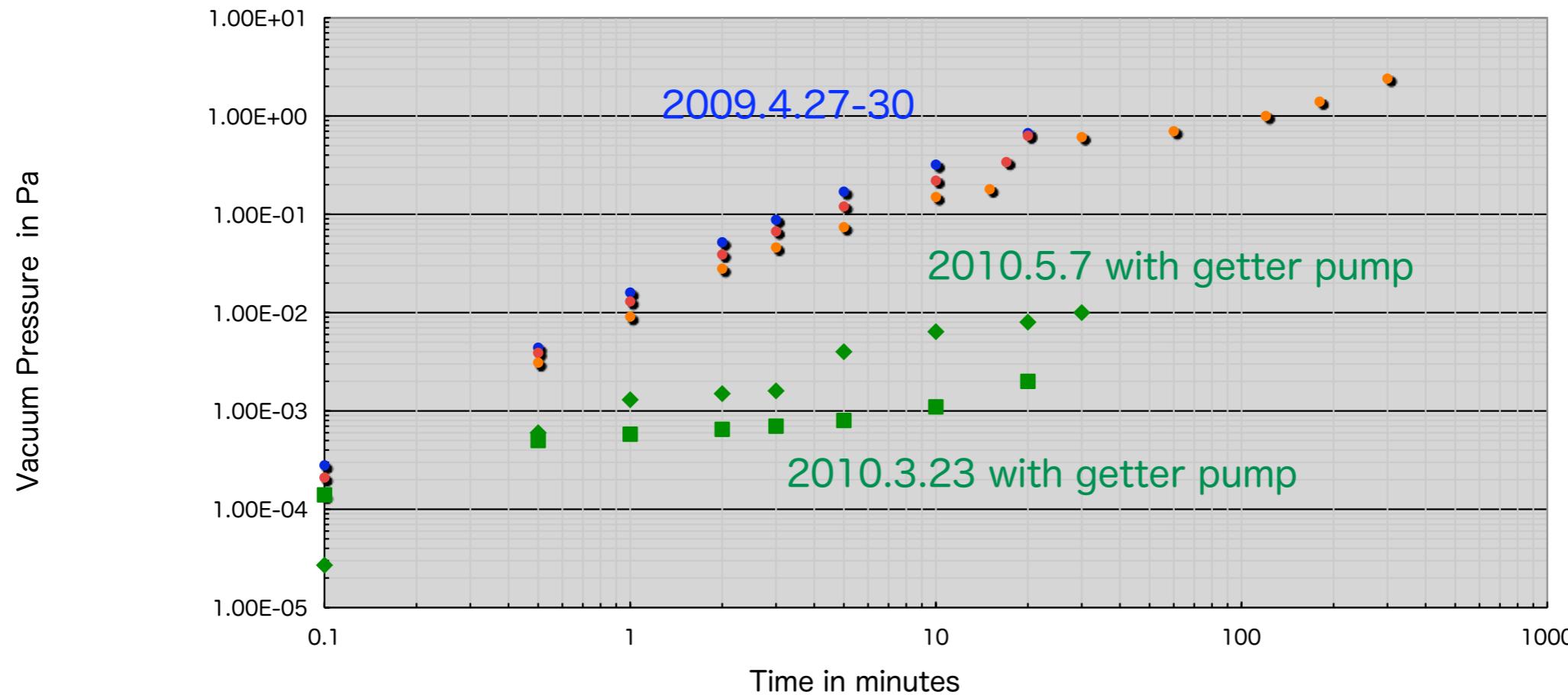


$.10^{-3}$ Pa

circuit

Vacuum Build Up Test

"Less than 1 Pa overnight", Doke's Golden rule



Summary

1. Charge signals of both cosmic ray and α sources were detected with a commercial pre-amplifier.
2. Purification process was monitored and understood by scintillation light and charge signals. The preliminary estimation is about 90 ppb (O_2 equiv.) with circulation in 2 months, which will be improved in next time.
3. 2nd exp. : TPC with 16ch-pads, 4cm drift.
significant improvement by a getter pump
one accident - all JFETs were dead by discharge?
After fixing, it is under purification.