



COMET-CDCの 宇宙線を用いた性能評価試験 (6)

森津 学

太田早紀^A、久野良孝^A、佐藤朗^A、中沢遊^A、松田悠吾^A、吉田学立^A、
Ting Sam Wong^A、Chen Wu^{A,B,C}、Jie Zhang^B、
他COMET-CDCグループ
高工研、阪大理^A、IHEP^B、Nanjing Univ.^C

2019/03/14

日本物理学会第74回年次大会@九州大学

講演の流れ

連続講演

1. COMET-CDCの宇宙線を用いた性能評価試験 (6) 森津
2. 宇宙線を用いた位置分解能の評価試験 太田
3. 宇宙線試験の解析 松田

他の関連する講演

CDCのヒット情報を用いたのトリガーシステム

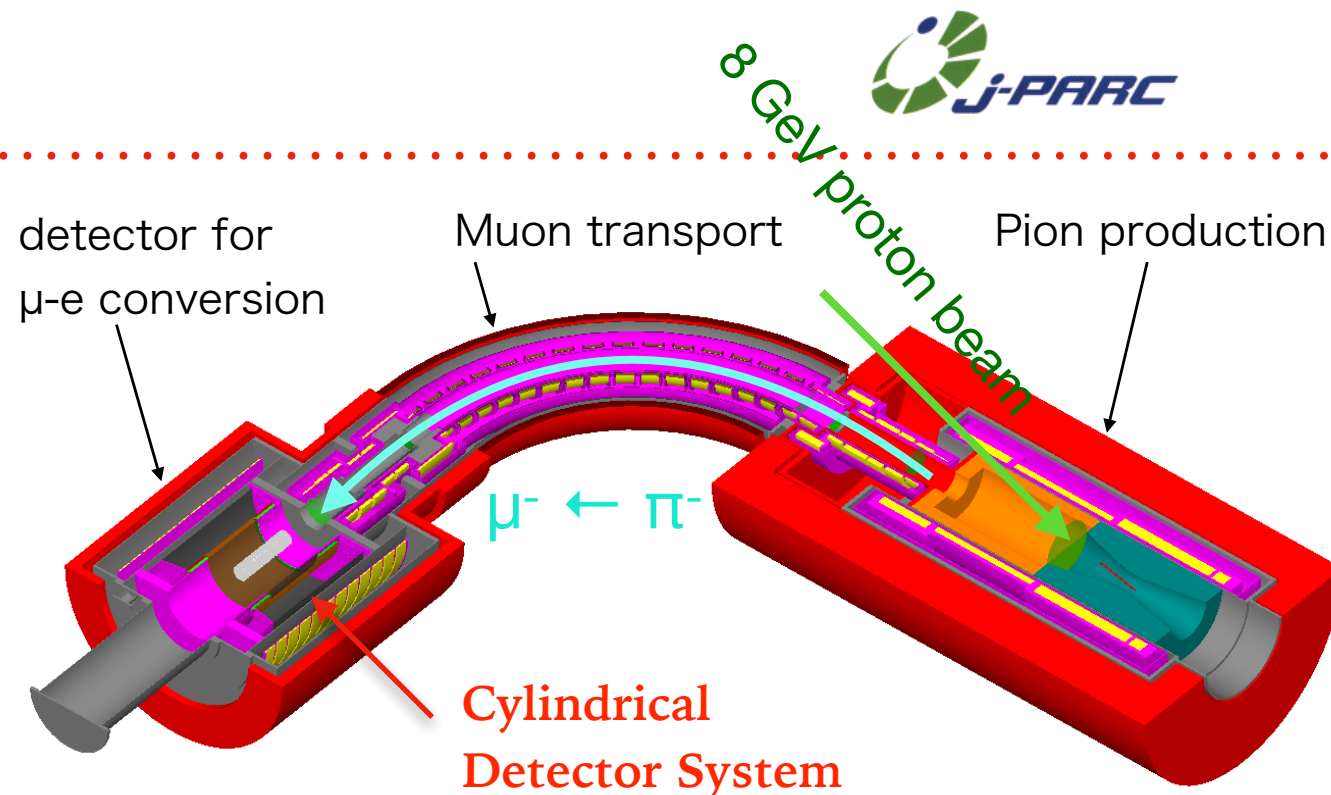
- 15pK209-11 COMET Phase-Iのための飛跡検出器情報を用いたオンライントリガーシステムの開発状況 (中沢遊)
- 15pK209-12 Result for communication test of online trigger system of Cylindrical Drift Chamber for COMET Phase-I experiment (Chau Thanh Tai)

CDCのスローコントロールシステム

- 17aK104-7 COMET Phase-I CDCのためのSlow Control Systemの開発状況(2) (吉田学立)

Introduction

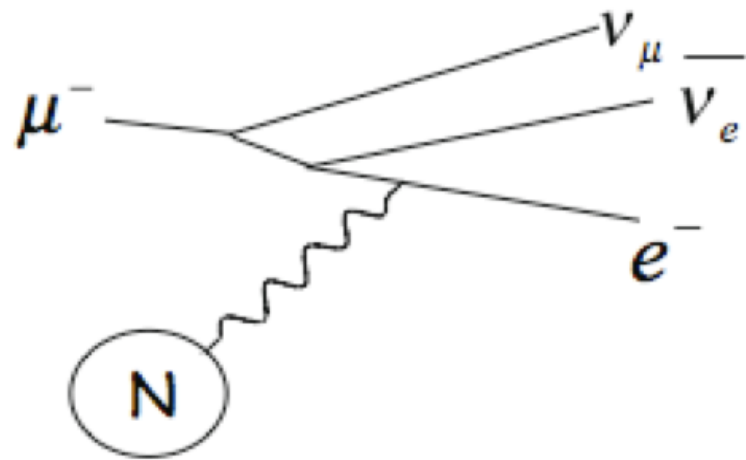
COMET Phase-I



- ▶ ミューオン・電子転換過程： $\mu^- N \rightarrow e^- N$
- ▶ Charged Lepton Flavor Violation beyond the Standard Model
- ▶ 探索感度： S.E.S. = $\sim 3 \times 10^{-15}$ at COMET Phase-I
- ▶ J-PARCの大強度ビームと超伝導ソレノイドにより大量のミューオンを生成・輸送
- ▶ 物理測定に**Cylindrical Drift Chamber (CDC)**を採用
- ▶ シグナルは $\sim 105 \text{ MeV}$ の単色電子 (for Al標的)
- ▶ 主な背景事象は、
 1. Beam-related BG → 高純度パルスビーム@J-PARC Bunched SX
 2. Decay-In-Orbit electron (DIO電子) → 次のページ
 3. Cosmic-ray BG

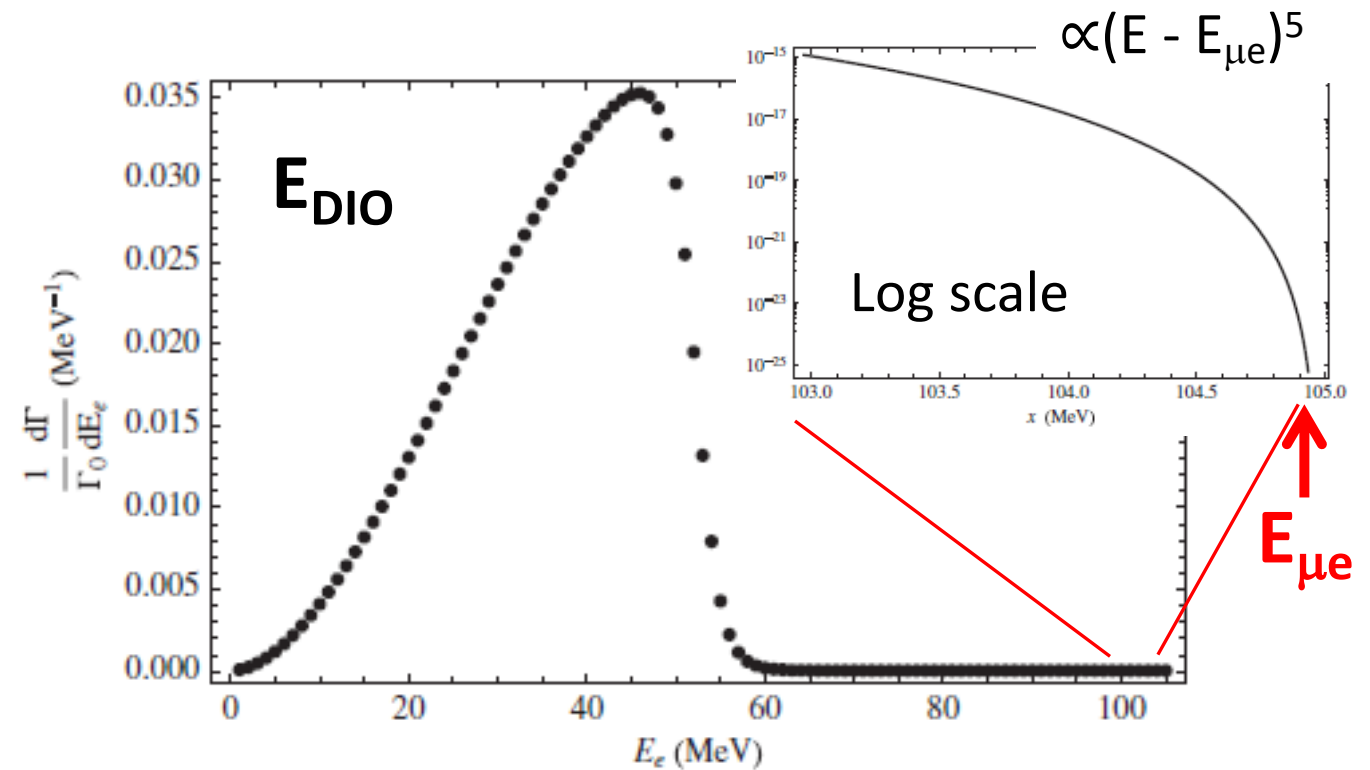
Decay-In-Orbit BG

Muon Decay in Orbit (DIO)

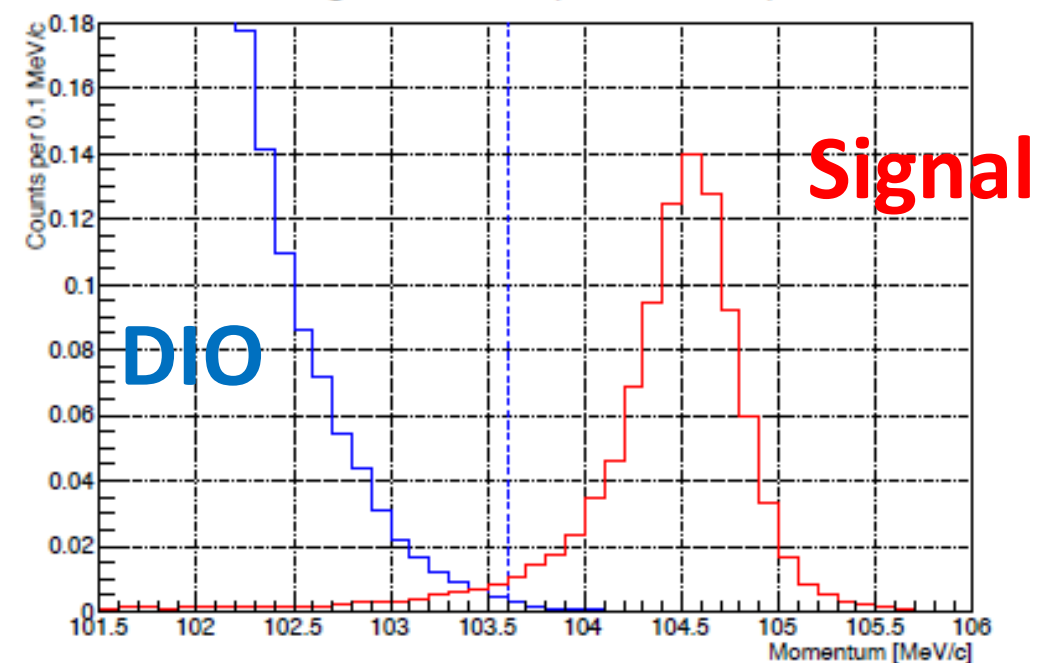


To distinguish signal from DIO BG,
Momentum resolution < 200 keV/c
 for 105 MeV electrons

@ S.E.S. = 3×10^{-15} (Phase-1)



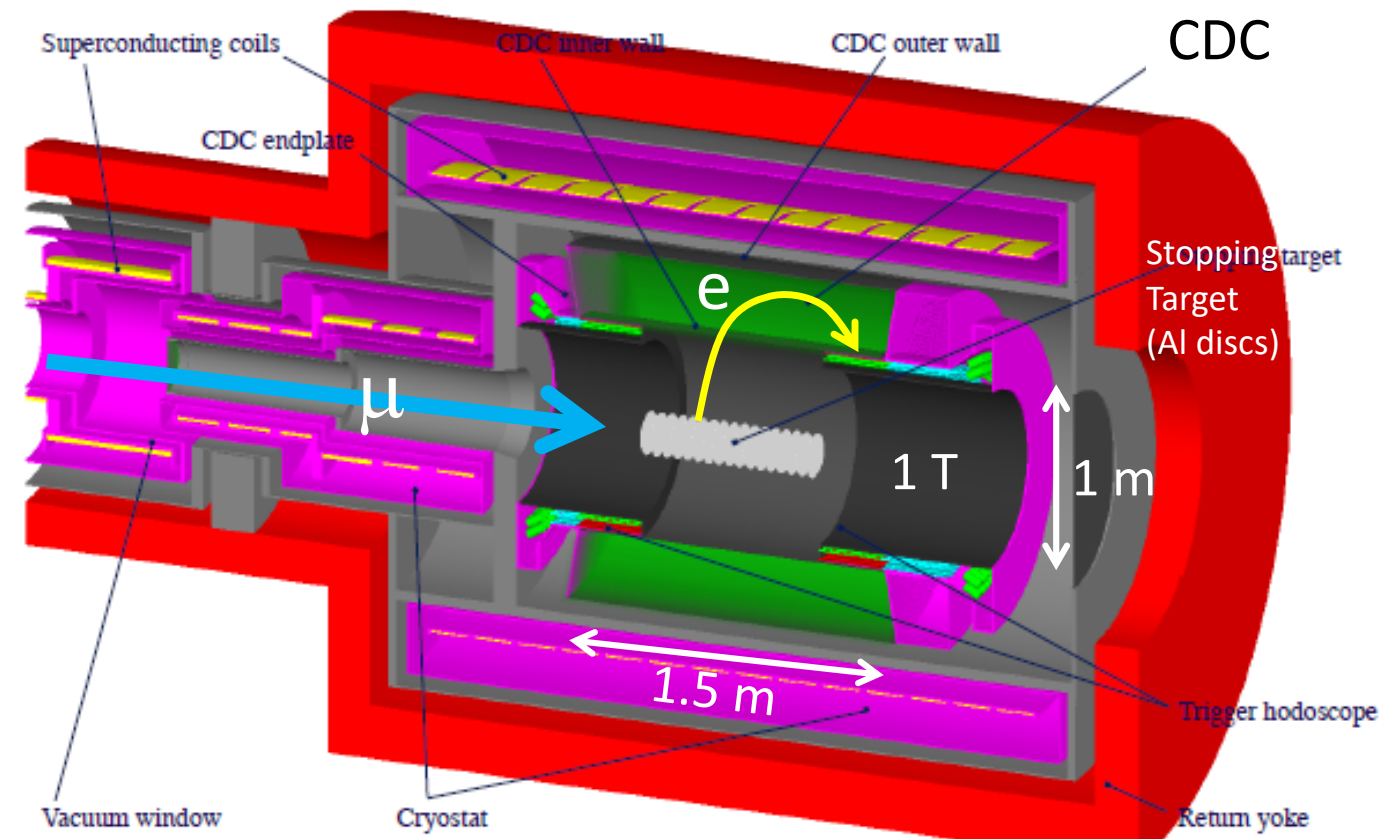
Simulation Signal and DIO (BR= 3×10^{-15})



COMET CDC

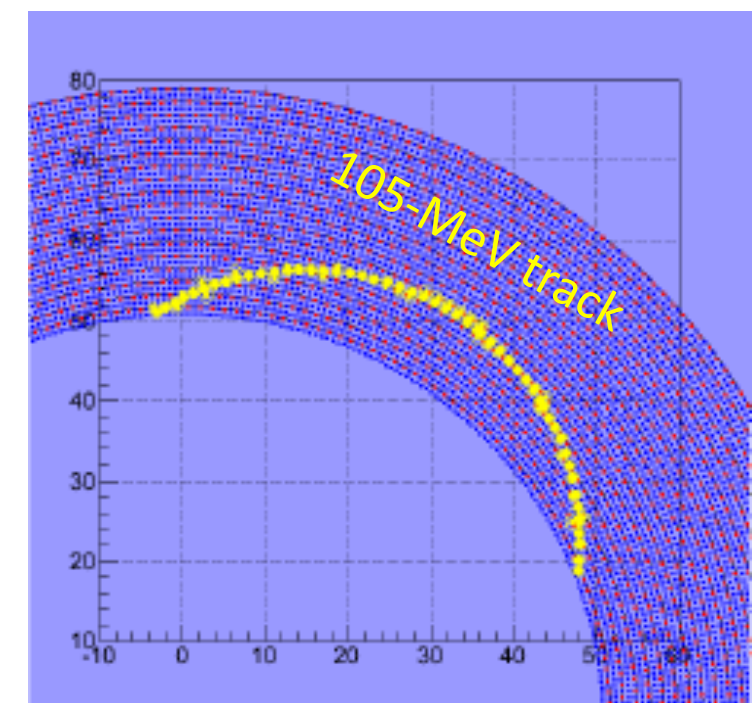
Table 13.1: Main parameters of the CDC.

Inner wall	Length	1495.5 mm
	Radius	496.0~496.5 mm
	Thickness	0.5 mm
Outer wall	Length	1577.3 mm
	Radius	835.0~840.0 mm
	Thickness	5.0 mm
Number of sense layers		20 (including 2 guard layers)
Sense wire	Material	Au plated W
	Diameter	25 μm
	Number of wires	4986
	Tension	50 g
Field wire	Material	Al
	Diameter	126 μm
	Number of wires	14562
	Tension	80 g
Gas	Mixture	He:i-C ₄ H ₁₀ (90:10)
	Volume	2084 L



Feature of COMET CDC

- ▶ Large inner bore, $\phi 1\text{ m}$ @ 1 T <- suppress DIO hits
- ▶ **All alternative stereo wire**, $\pm 4\text{ deg}$ <- z-resolution
- ▶ Low mass gas = **He:iC₄H₁₀ (90:10)** <- p resolution

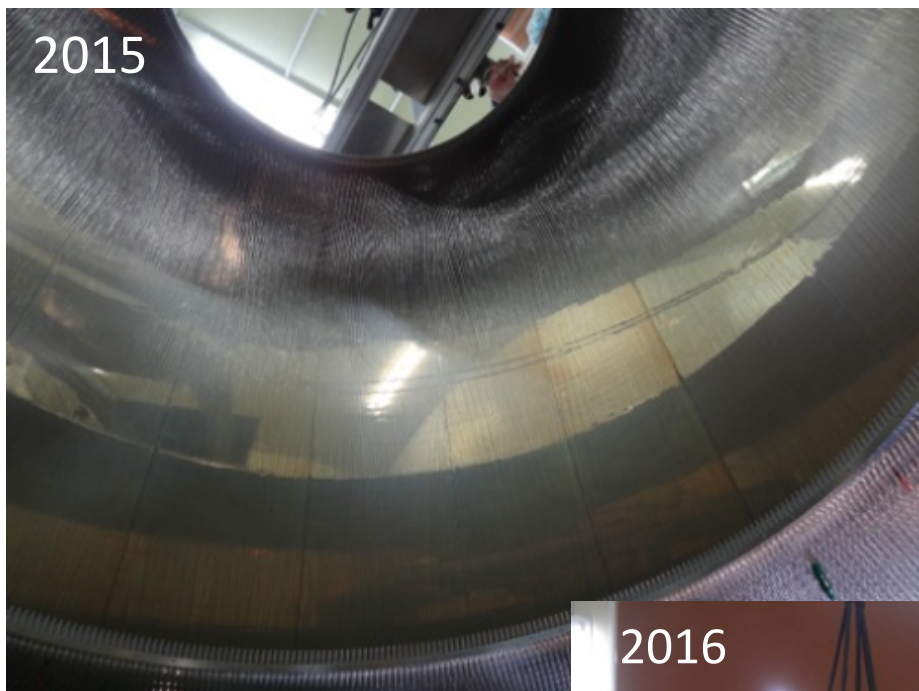


Construction of CDC

これまでの学会で報告

高エネルギーニュース Vol.35, No.3 (2016) 「COMET Phase-I Cylindrical Drift Chamber」 吉田・森津

2015



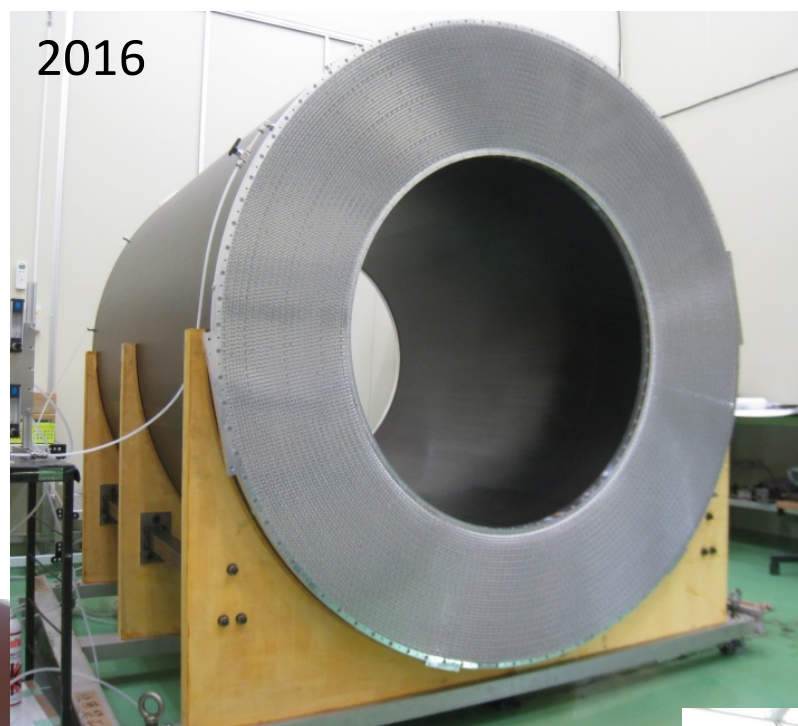
ワイヤー張り
張力測定

2016



内筒の
インストール

2016



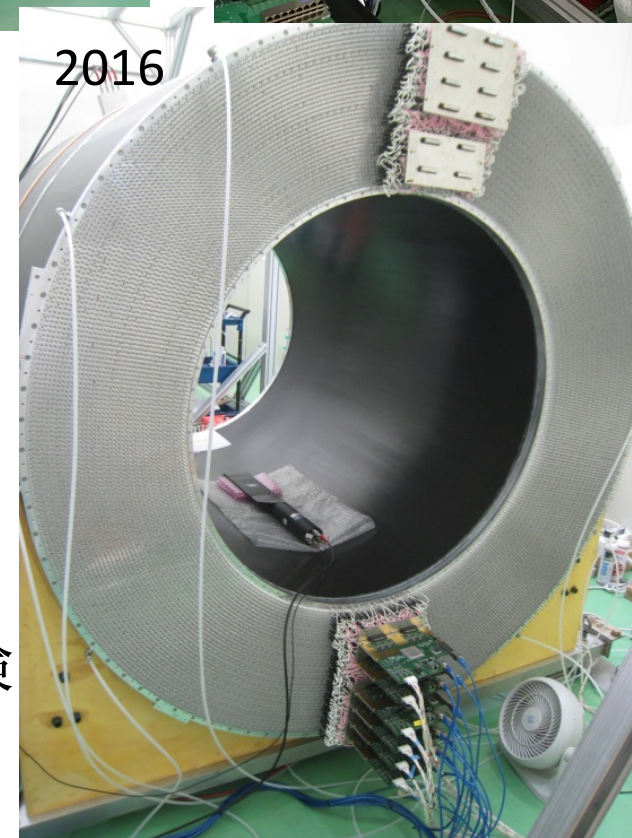
構造体完成

2017~



読み出し
領域を拡張

2016

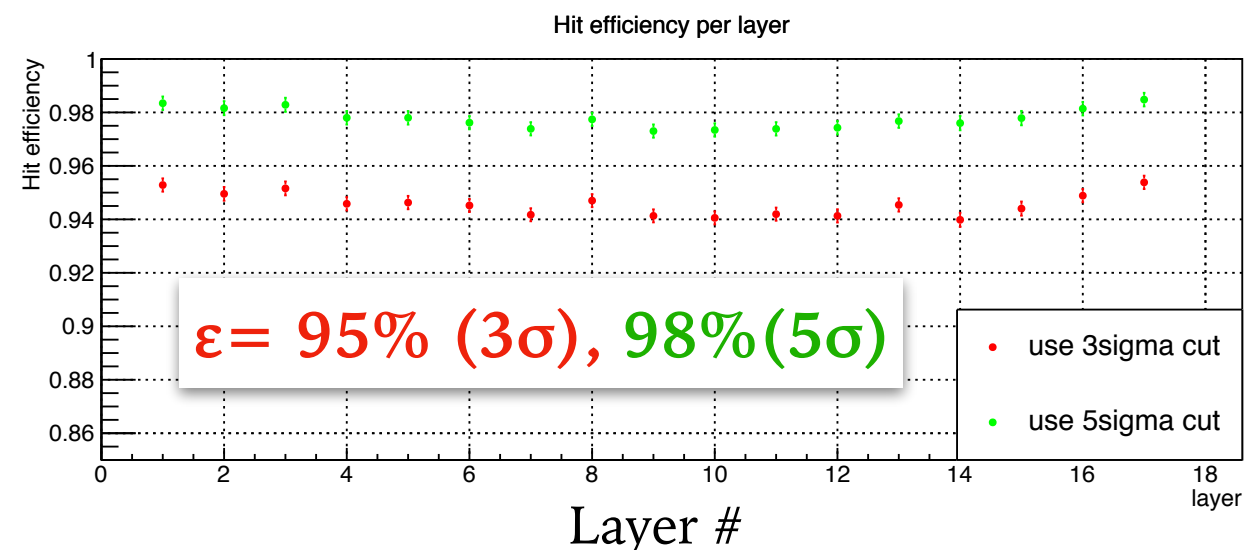
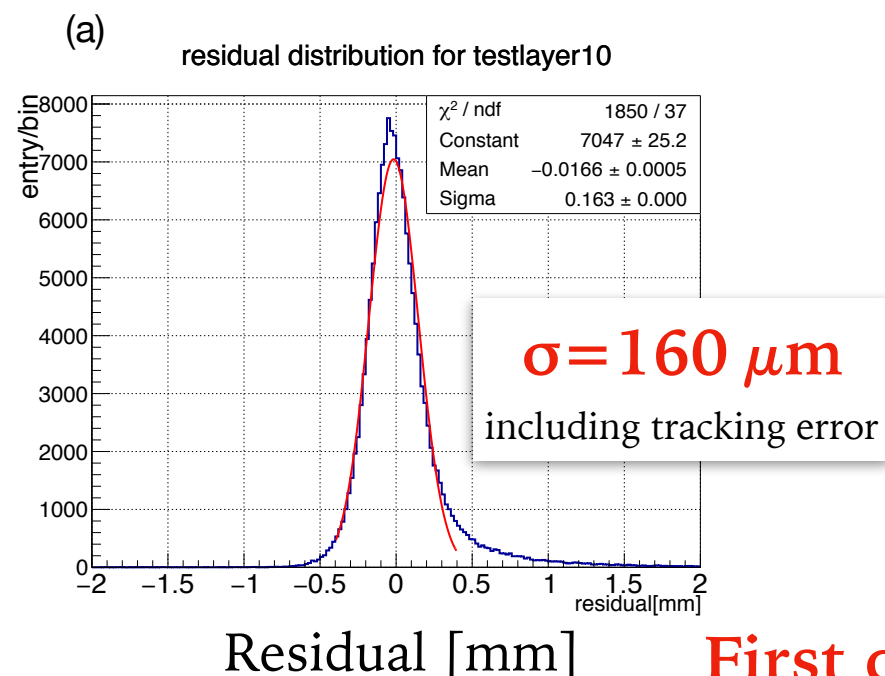
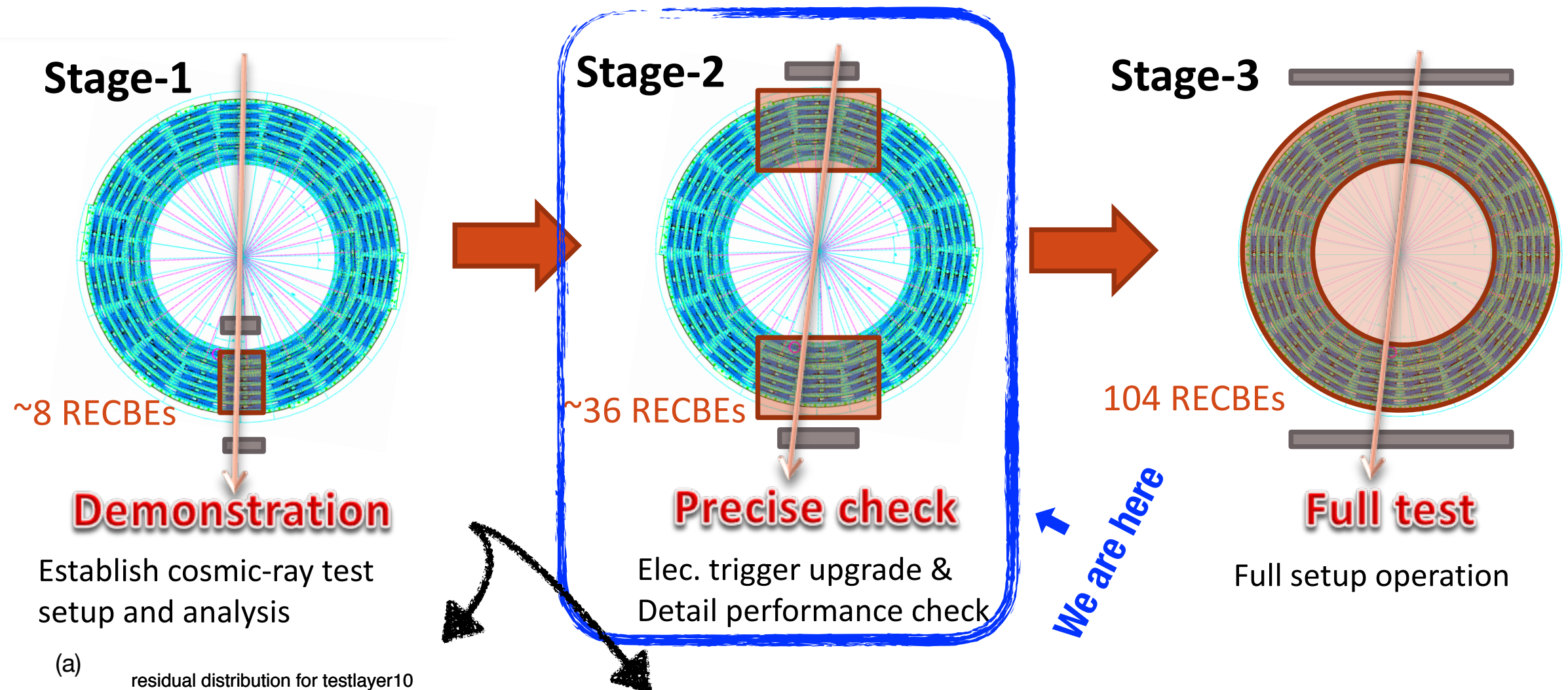


宇宙線試験
を開始

@KEK富士実験棟
B4Fクリーンルーム

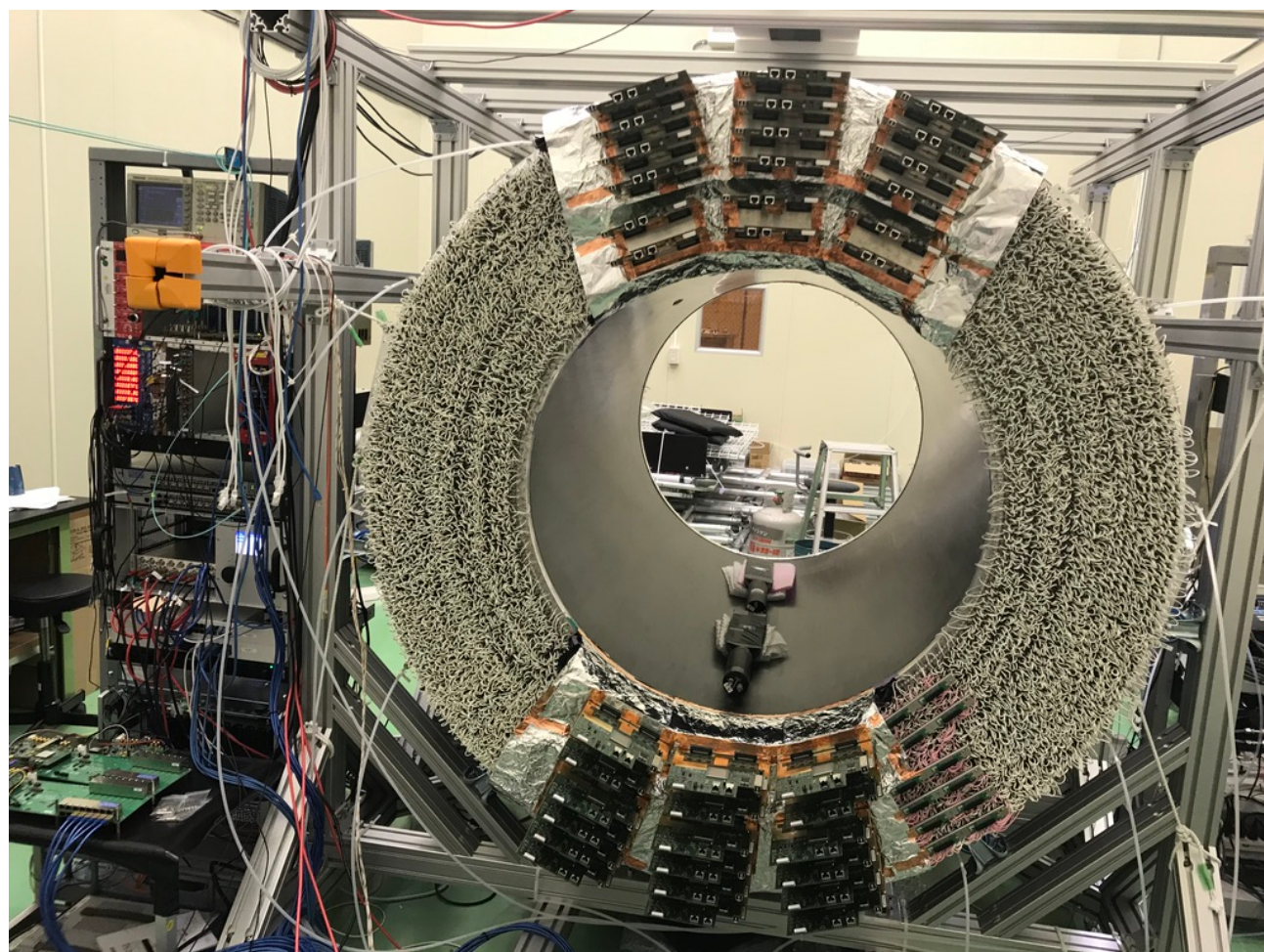
宇宙線試験の進捗

Plan of cosmic-ray test

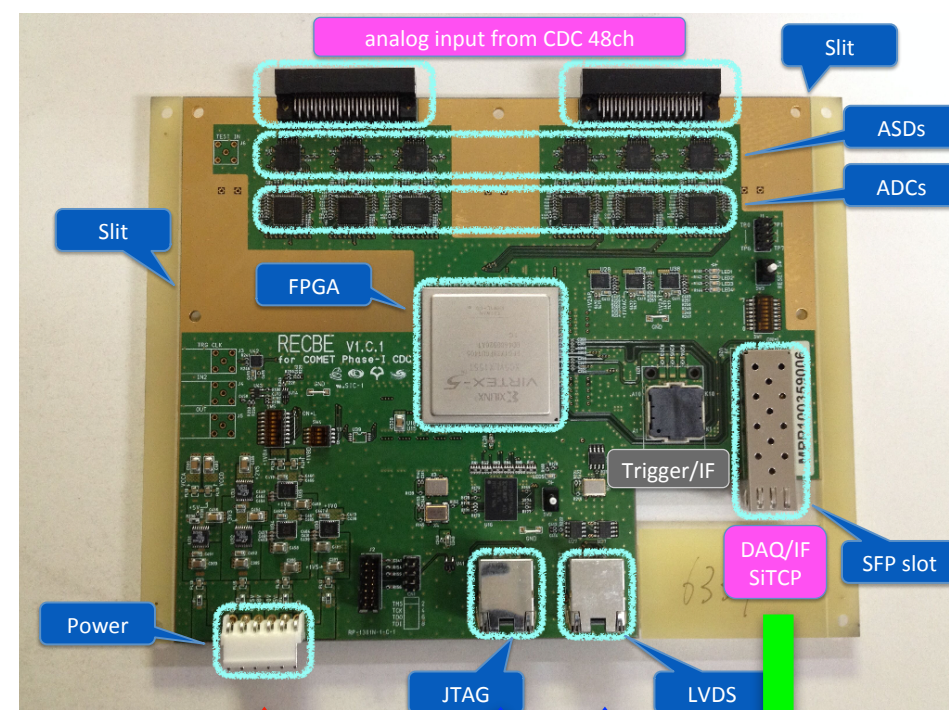


First demonstration was well done !!

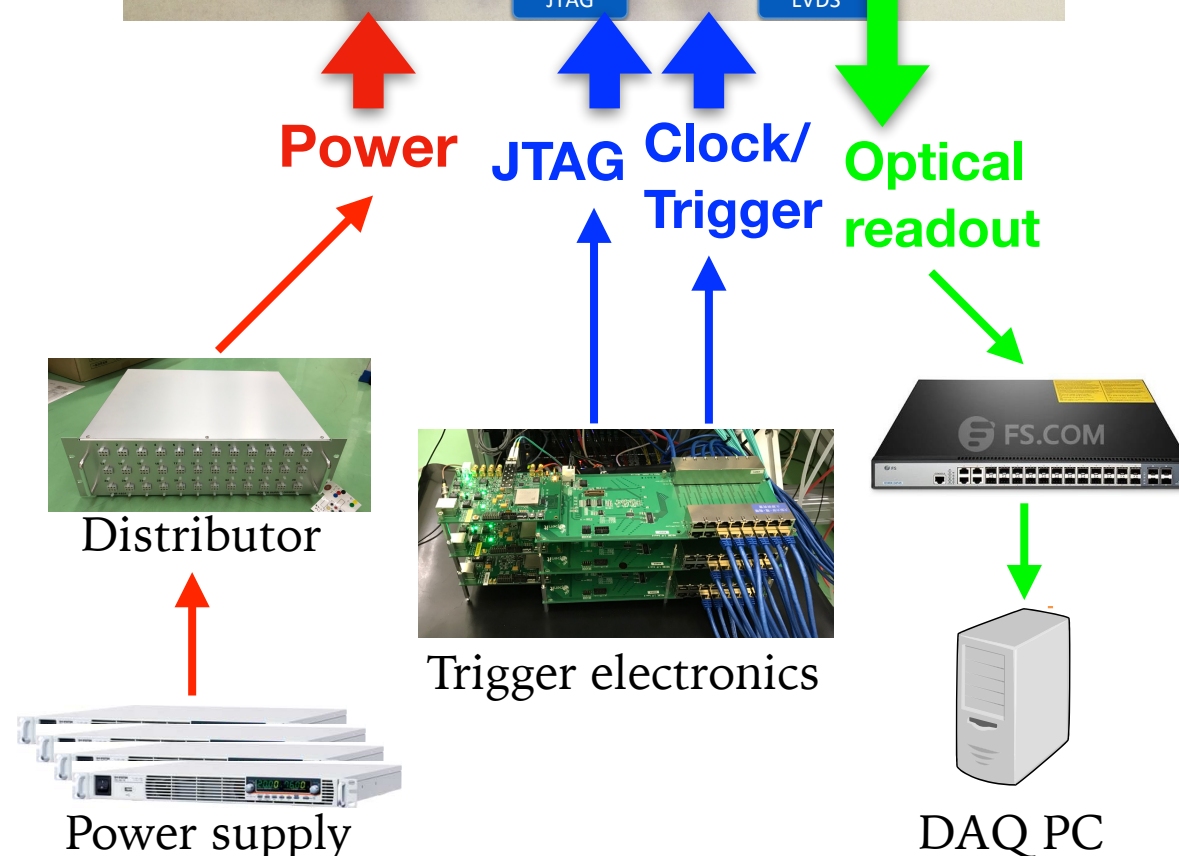
今年度の進捗



CDC Frontend Readout Board (RECBE)



1. 読出し領域を昨年度の3倍に拡張し、計36枚の読出しボードを実装。
2. 回路へのLV電源供給システムを構築。
3. トリガー分配回路の拡張。
4. 光ファイバー読出し経路の構築。



Power supply scheme

Power Consumption $\times 104$

Nominal Voltage	Current # / board	Current / 104 boards
+5.5 V for ASD	0.5 A	52 A
+3.8 V for FPGA	1.5 A	156 A
+2.1 V for ADC	2.0 A	208 A
+1.5 V for FPGA	2.5 A (4.0 A)*	260 A (416 A)*

including small margins of 0.2~0.3A

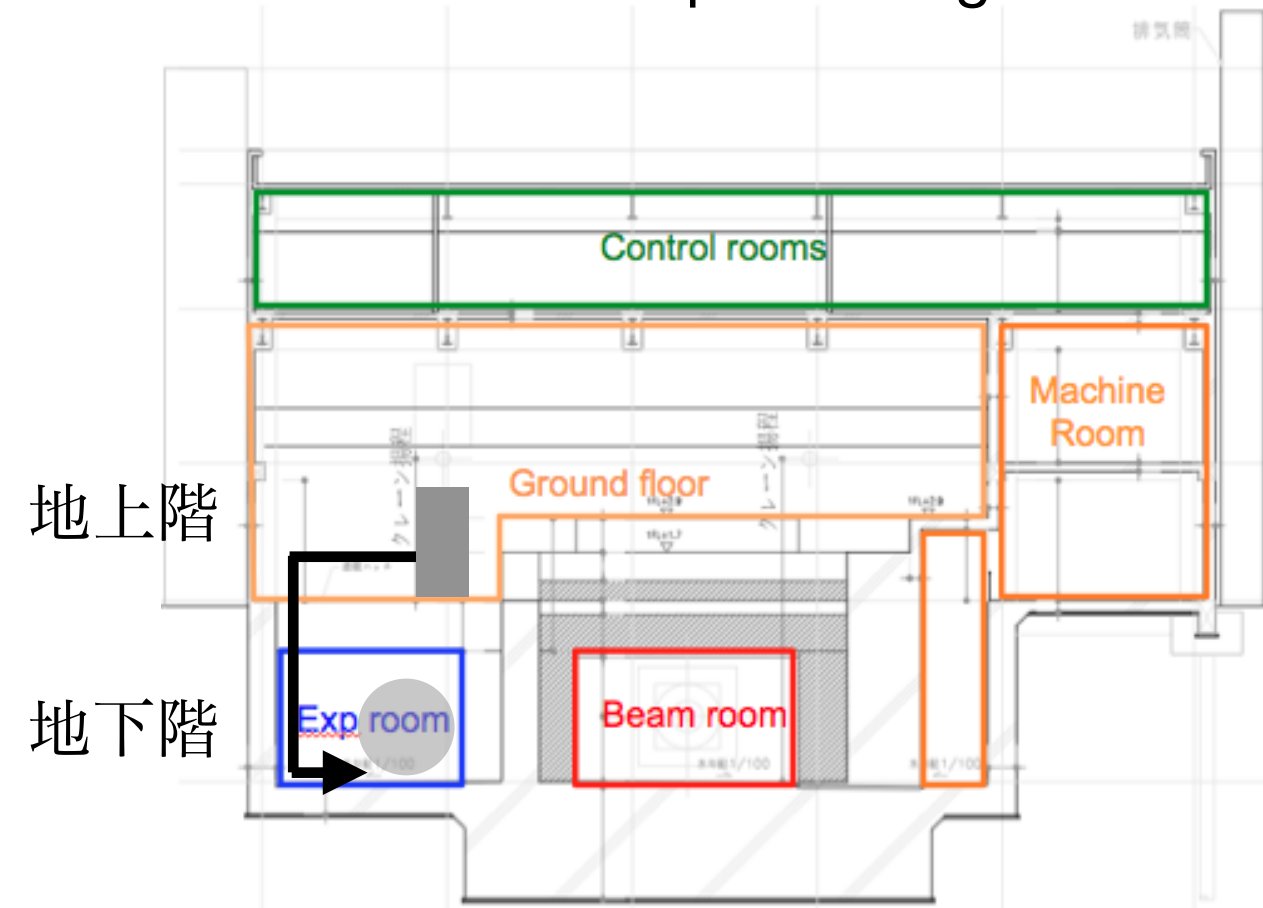
* if use TMR (optional)

Total power:

$$5.5 \times 52 + 3.8 \times 156 + 2.1 \times 208 + 1.5 \times 260 = \mathbf{1706\ W}$$

(1940 W)*

COMET Exp. Building



- ✓ 地下階は放射線レベルが高いため、電源本体は地上階に設置。
- ✓ 地上と地下をつなぐ貫通穴内におけるケーブルの発熱を考慮。
- ✓ 地下の検出器近くに分配器を置いて各ボードへ配線。

Cabling

PSs are independent for each 1/3 region.

RECBE
× 104

Cable
× 104

RECBE

RECBE

RECBE

DS

6-core vinyl cab tire code

Distributer
36ch × 3



- arrange 5.5, 3.8, 2.1, and 1.5 V, and distribute board by board.
- Locates near detector solenoid.

Cable
× 12

Power Supply
(Remote control)

$$4 \times 3 = 12$$

5.5, 3.8, 2.1, and 1.5 V



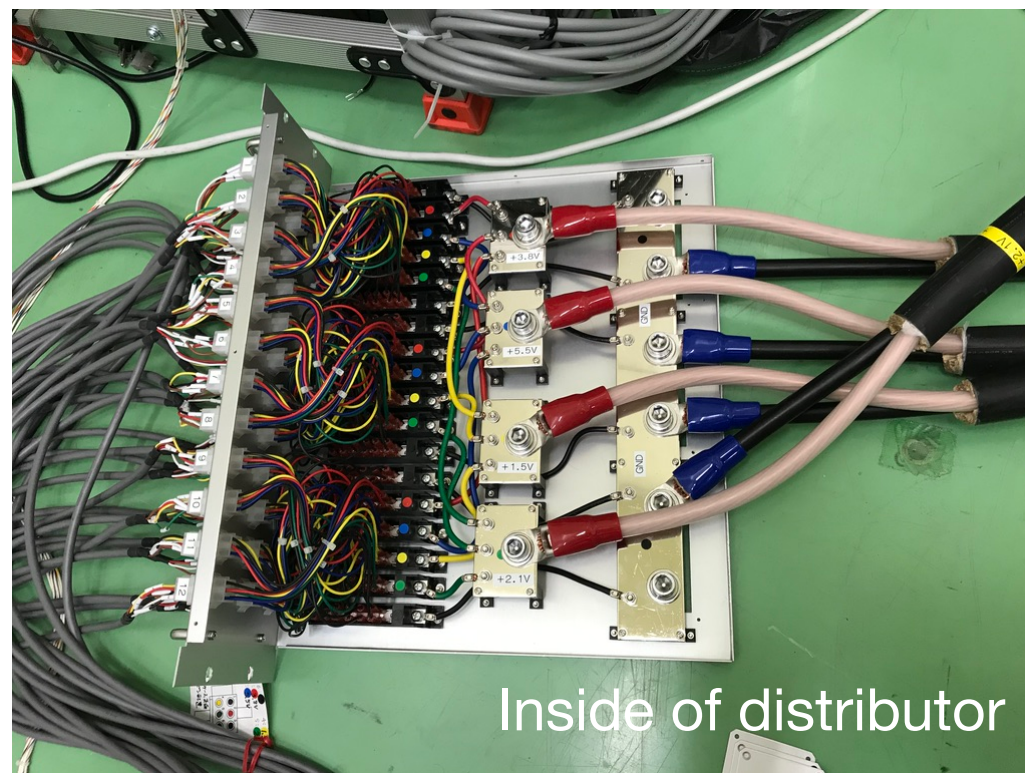
TEXIO PSU12.5-120
12.5V, 120A, Switching PS

BF1

EM cable 2C×100SQ

F1

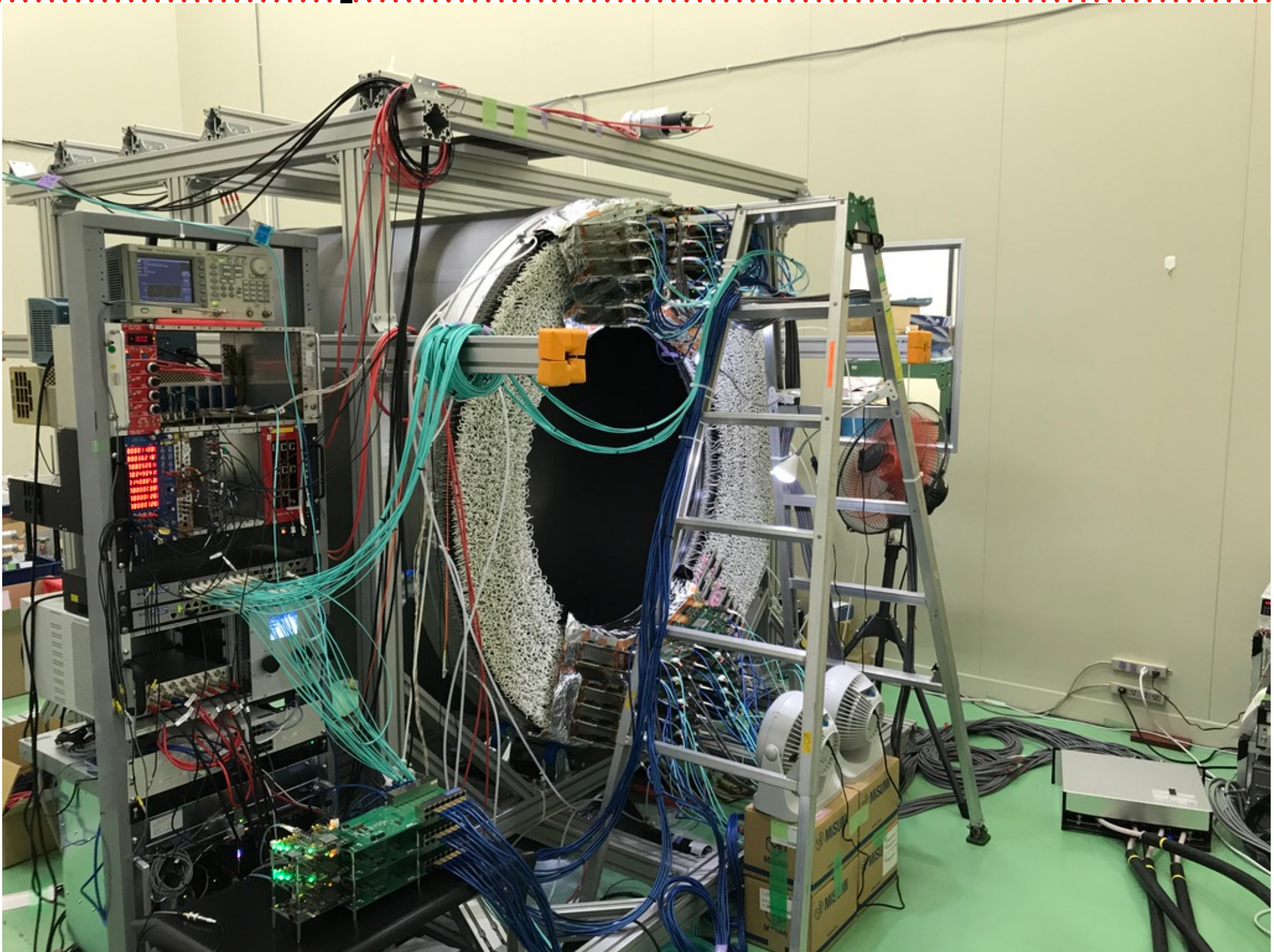
Power supply connection



No serious trouble during 1-month operation. → The scheme works well !!

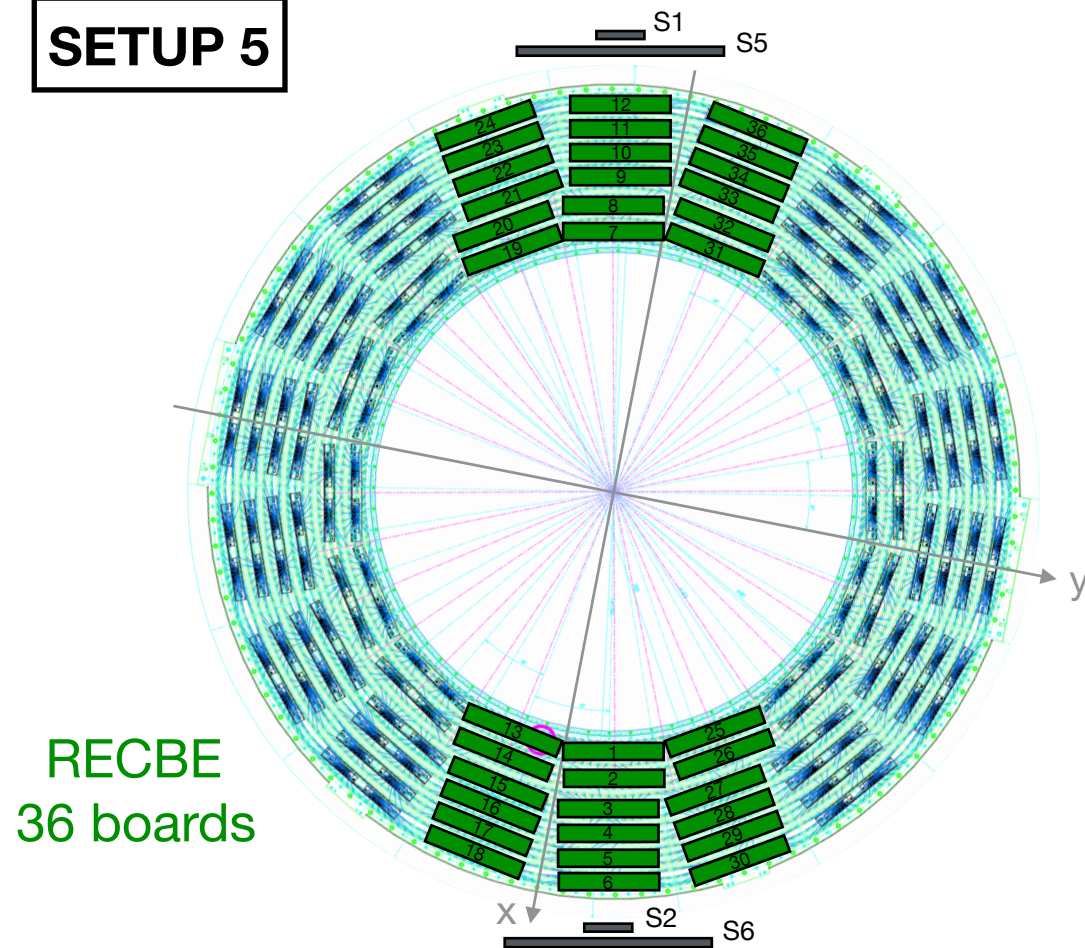
New setup

After cabling



Data taking with new setup

SETUP 5



2018/11/22~12/21

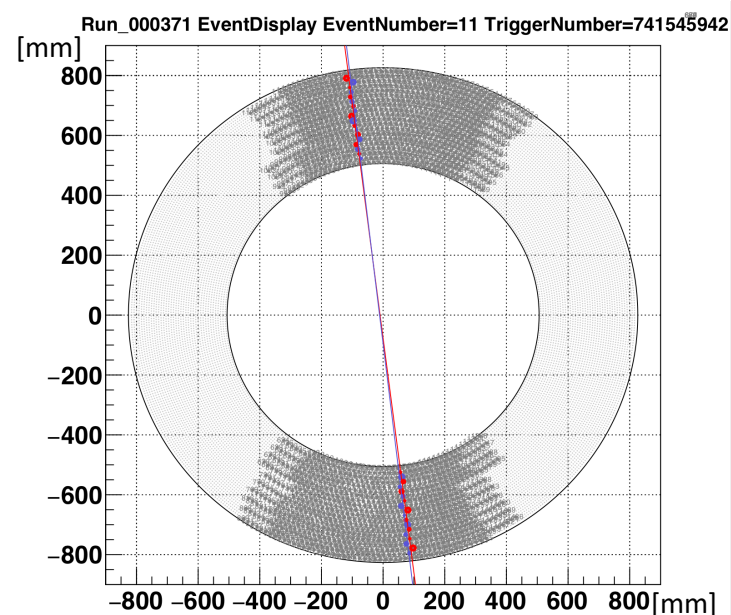
Gas: He:iC₄H₁₀ = 90:10, 100CCM

HV: 1825 V

V_{thre}: 3600 mV

Trigger: S5 x S6 (1130 x 440 x 6.5 mm³), ~4.5 Hz

~6,000,000 cosmic-ray events were accumulated for 1-month data-taking.



Summary

- ▶ COMET実験Phase-Iに向けてCDCの試験が進んでいる。
- ▶ 本年度は実機仕様の電源/トリガー/データ読出しラインを構築して、読出し領域を3倍に拡張し、全体の1/3のシステムで健全性を確認できた。
- ▶ 宇宙線試験は第2段階に入り詳細な性能評価をおこなっている。（解析状況については次の講演を参照。）
 1. 位置分解能の評価 —> 太田
 2. セル形状と入射角度の影響 —> 松田

今後の予定

- ▶ 来年度はシステムを拡張してフルセットアップでの試験をおこなう。
- ▶ CDCをKEKからJ-PARCに移設。
- ▶ 検出器ソレノイドにインストールして磁場中での試験。