



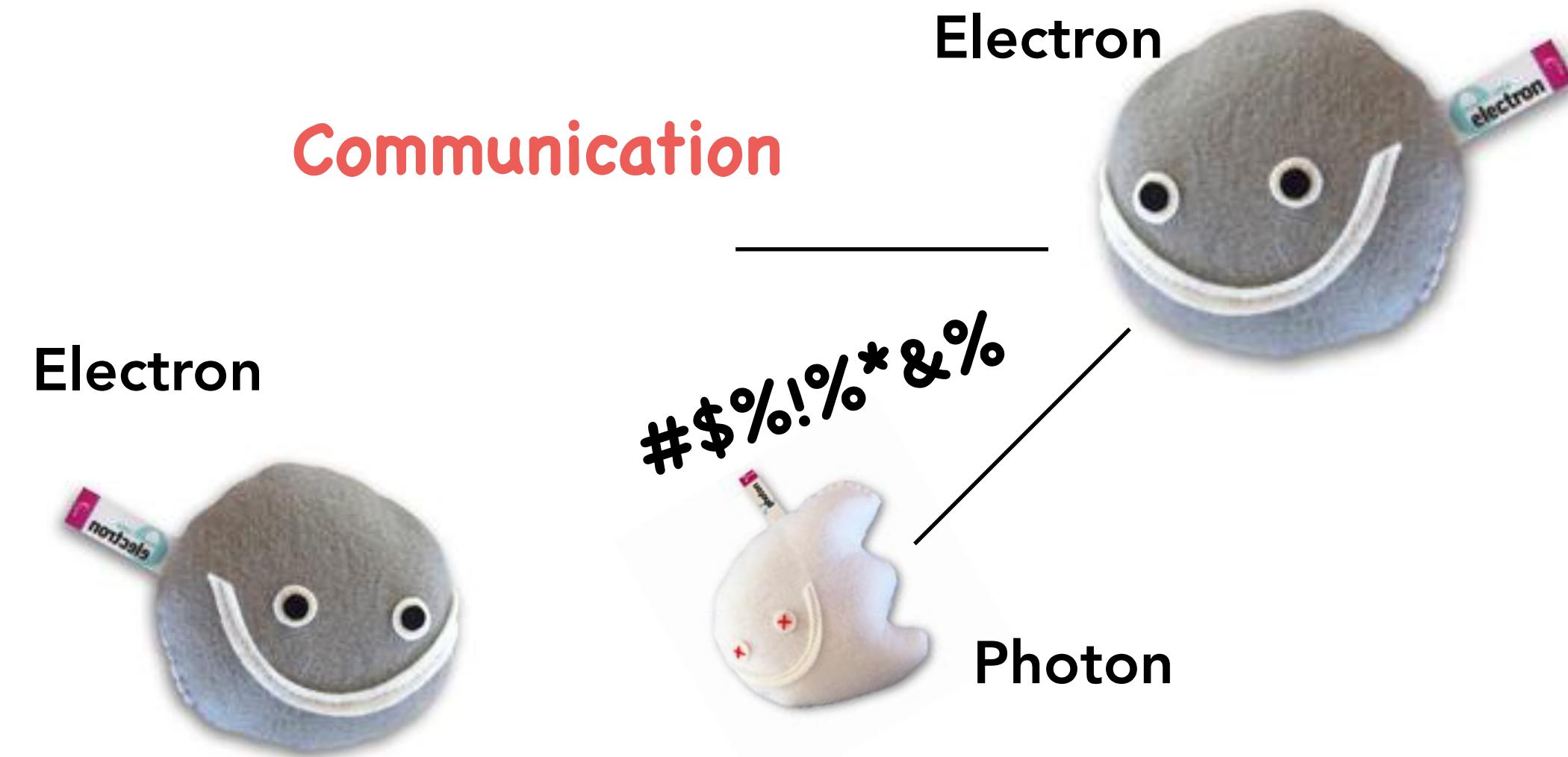
# Cylindrical Drift Chamber (CDC)

Ryo Nagai

*Department of Physics, Osaka University*

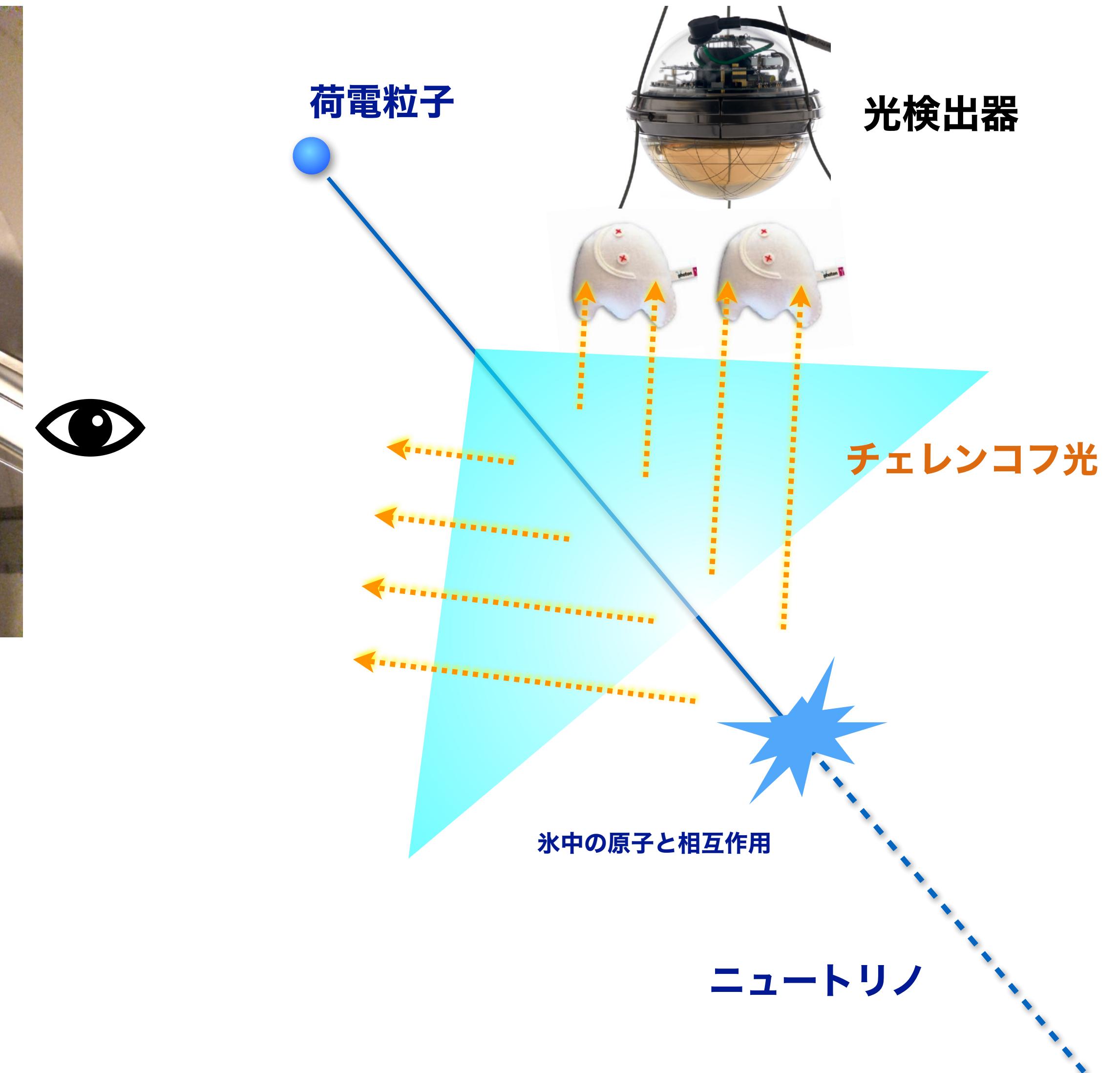
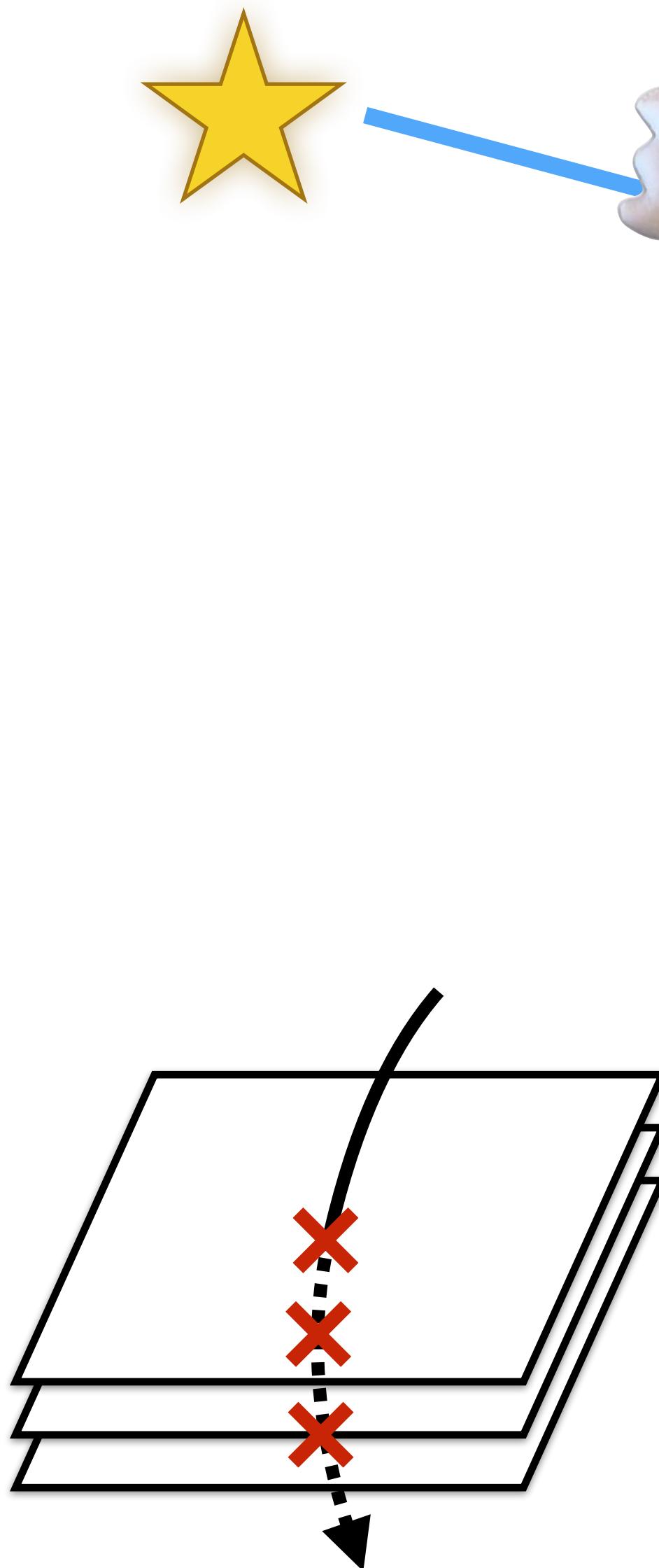
[rнагаi@epp.phys.sci.osaka-u.ac.jp](mailto:rнагаi@epp.phys.sci.osaka-u.ac.jp)

# 粒子検出器一般

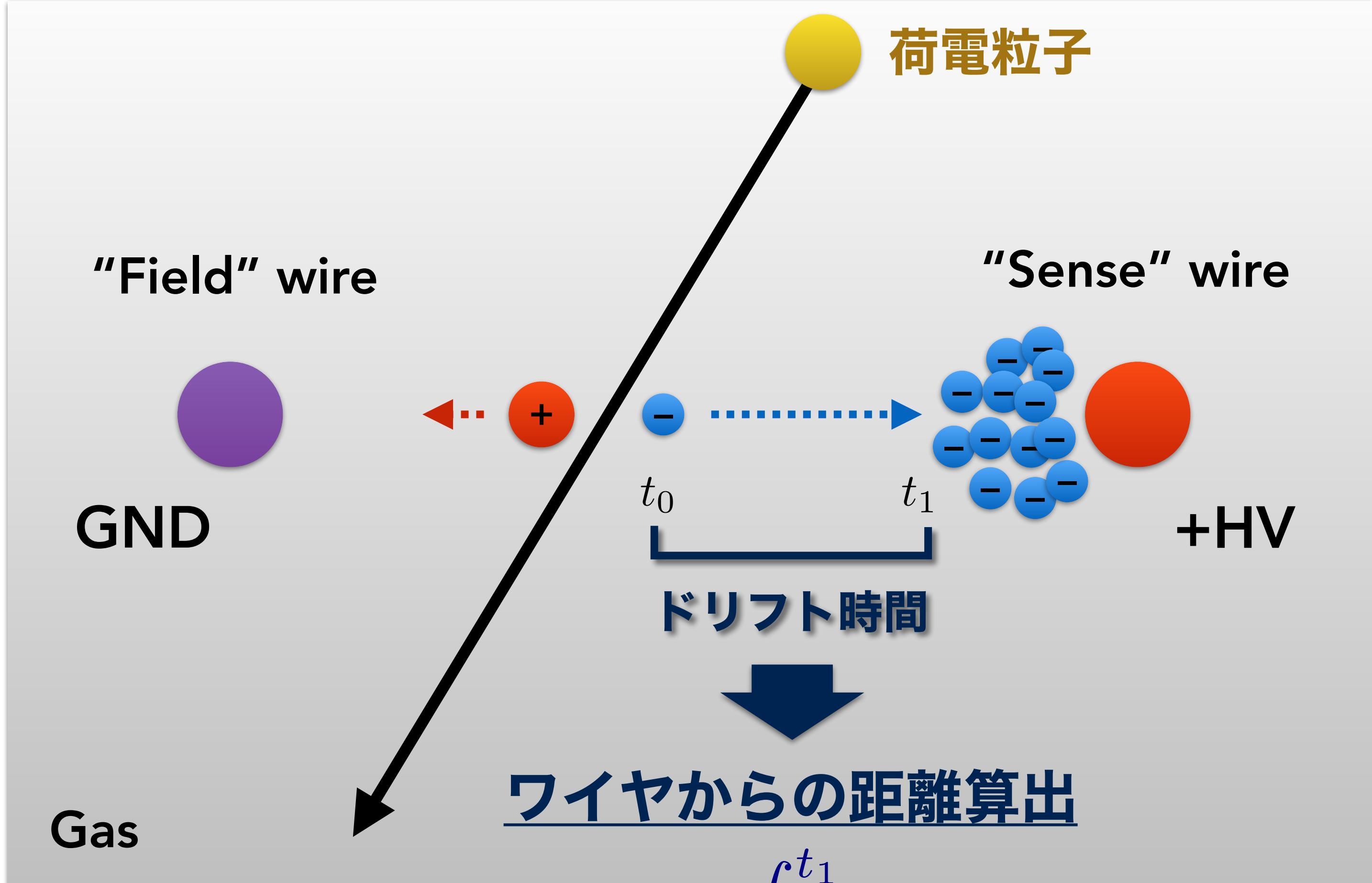


結局、原理的には電磁気力を使うだけ  
これをどのように実現するか = 検出器の違い

# 粒子検出器一般



# ドリフトチャンバーとは

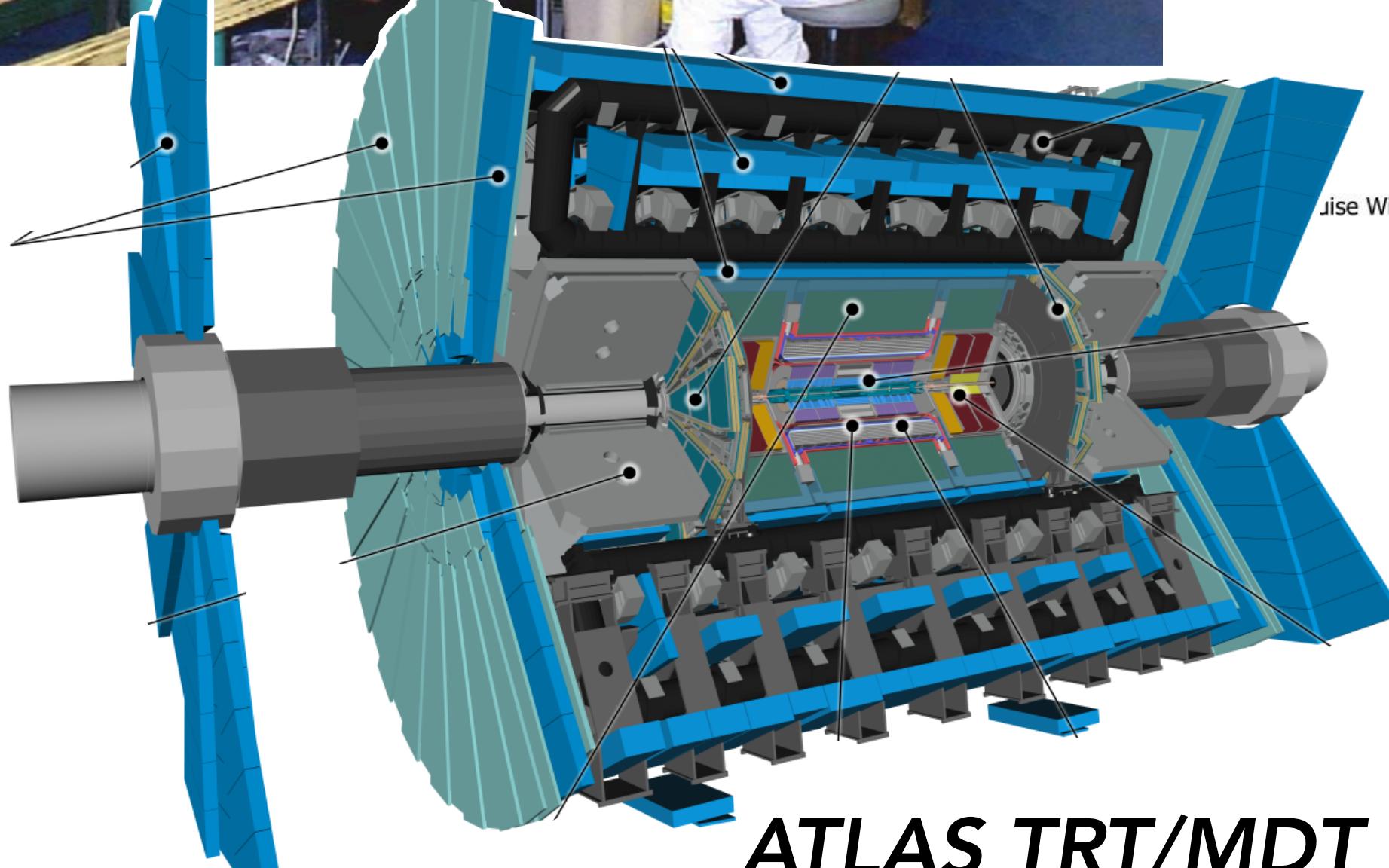
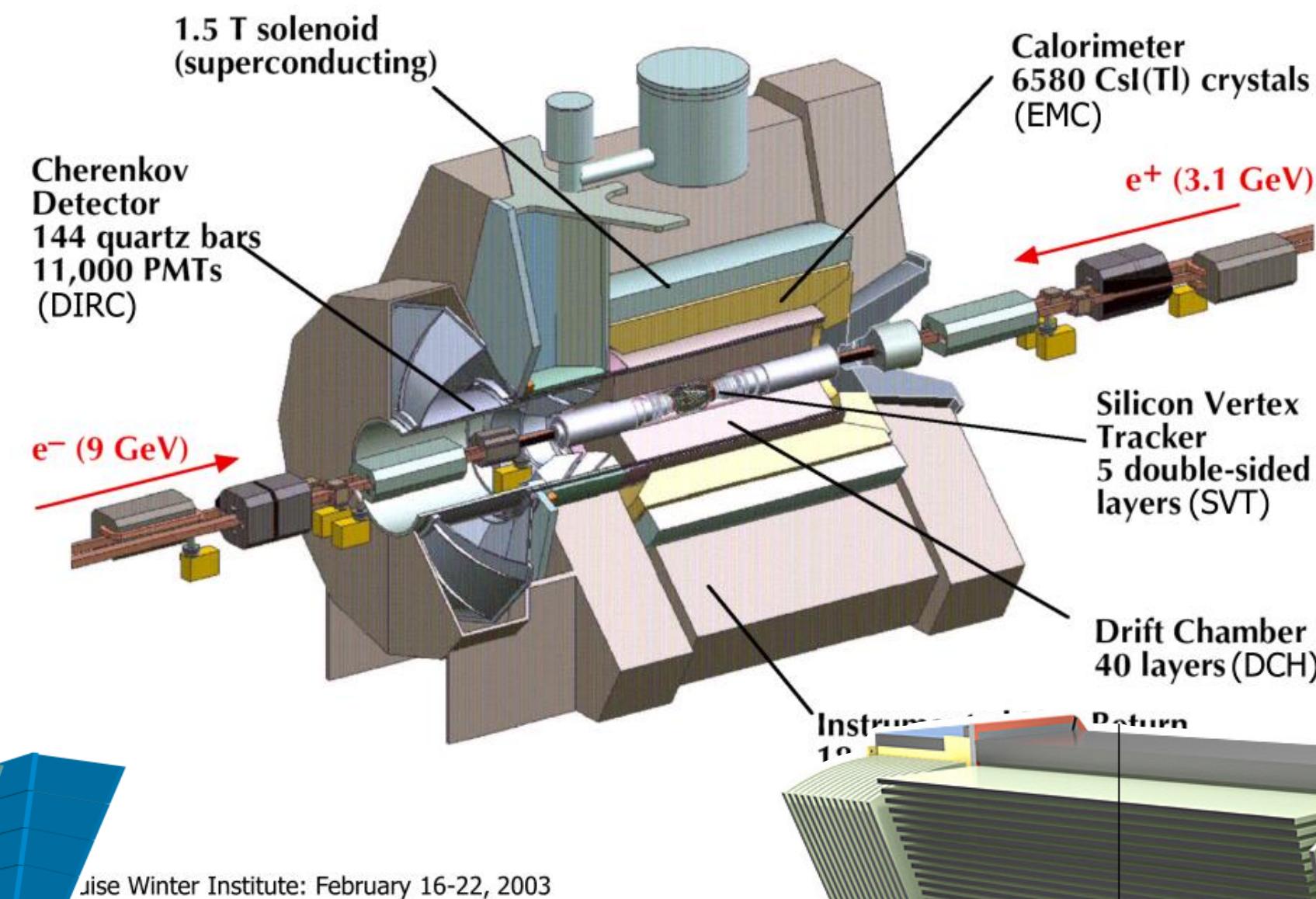


- 2ワイヤ間に高電圧をかけ、生成した電子・イオン対を“ドリフト”させる
- 電子側の増幅を利用して電気信号を得る
- **位置分解能に優れるのが特徴**
  - 粒子の通過時刻( $t_0$ )測定には別の時間分解能の良い検出器を用いる(プラシンなど)
  - ただし限界はある
- **大型化が容易・物質量が少ない・安価**  
(ガス検出器一般に)  
↔ 位置分解能最強・コスト高の半導体

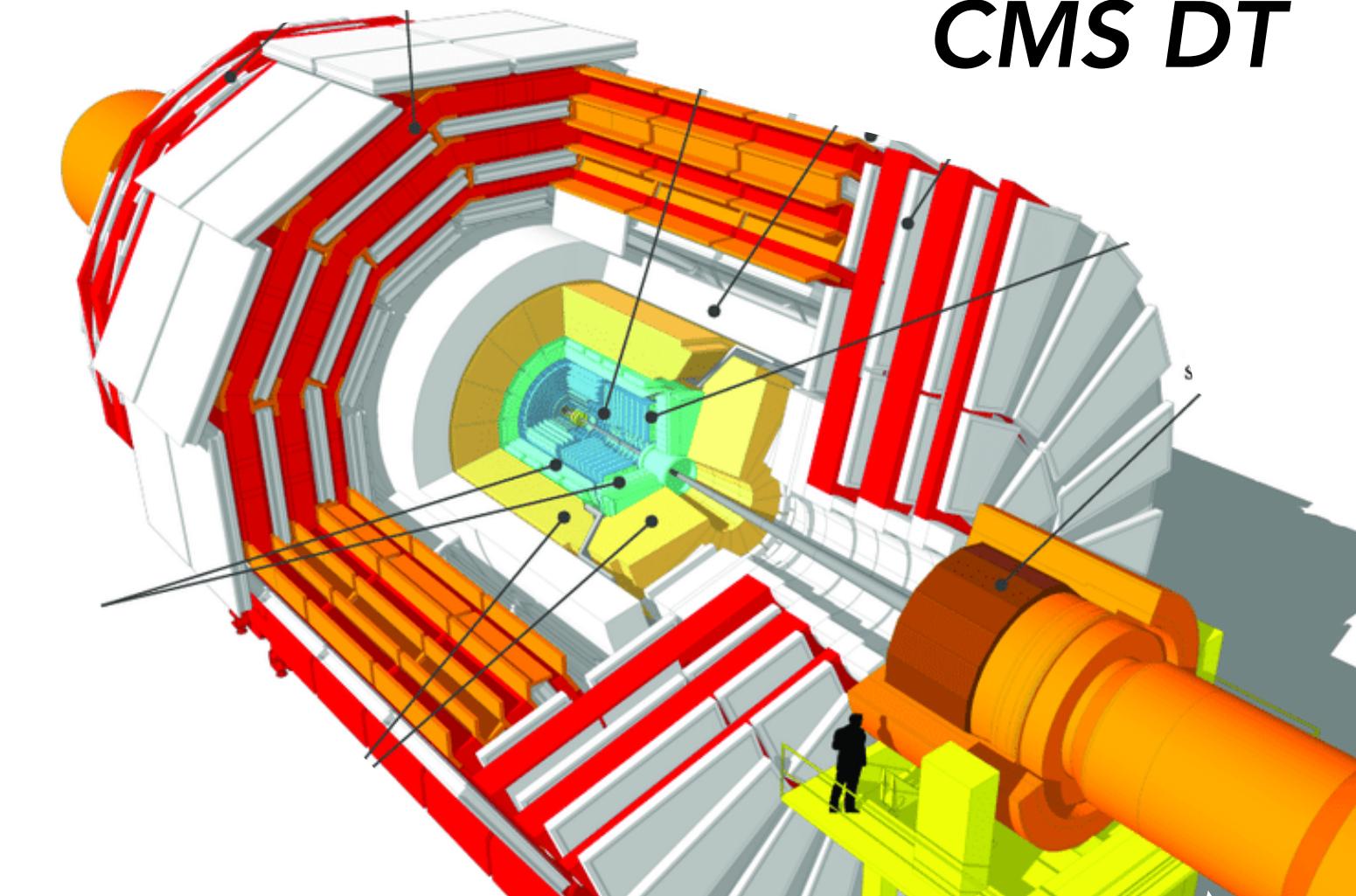
# これまでの使用実績



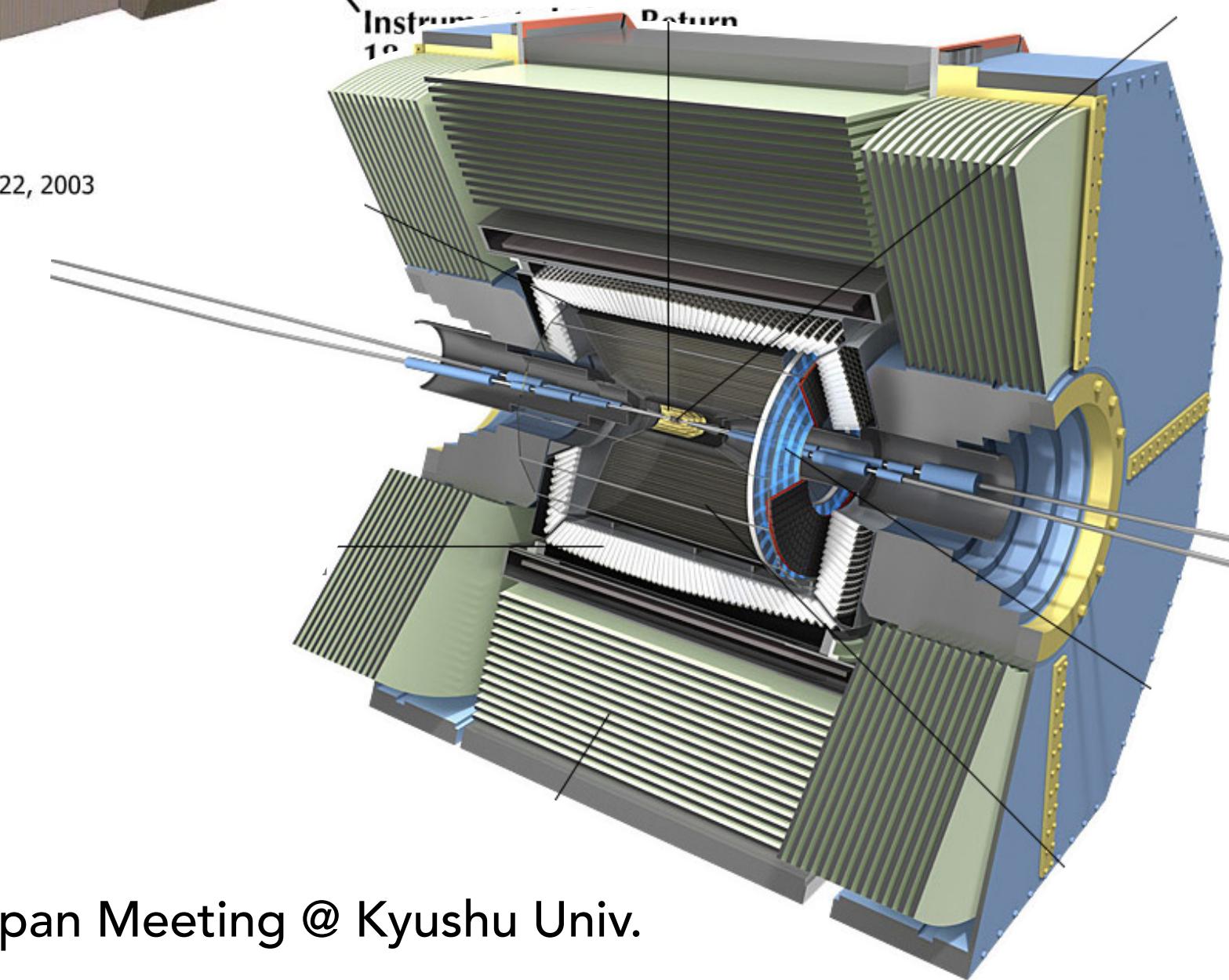
**BaBar DCH** BaBar detector



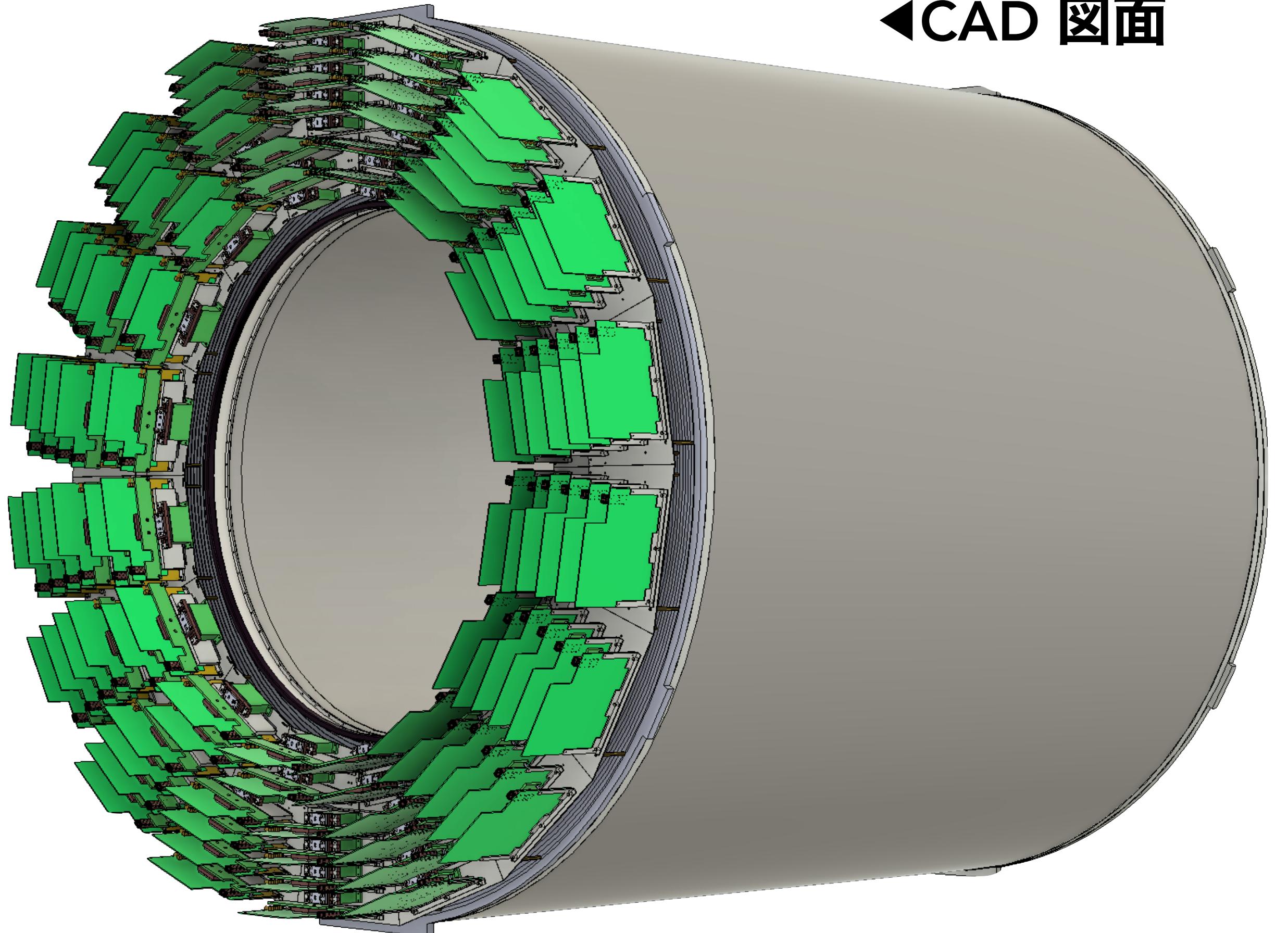
**ATLAS TRT/MDT**



**Belle II CDC**

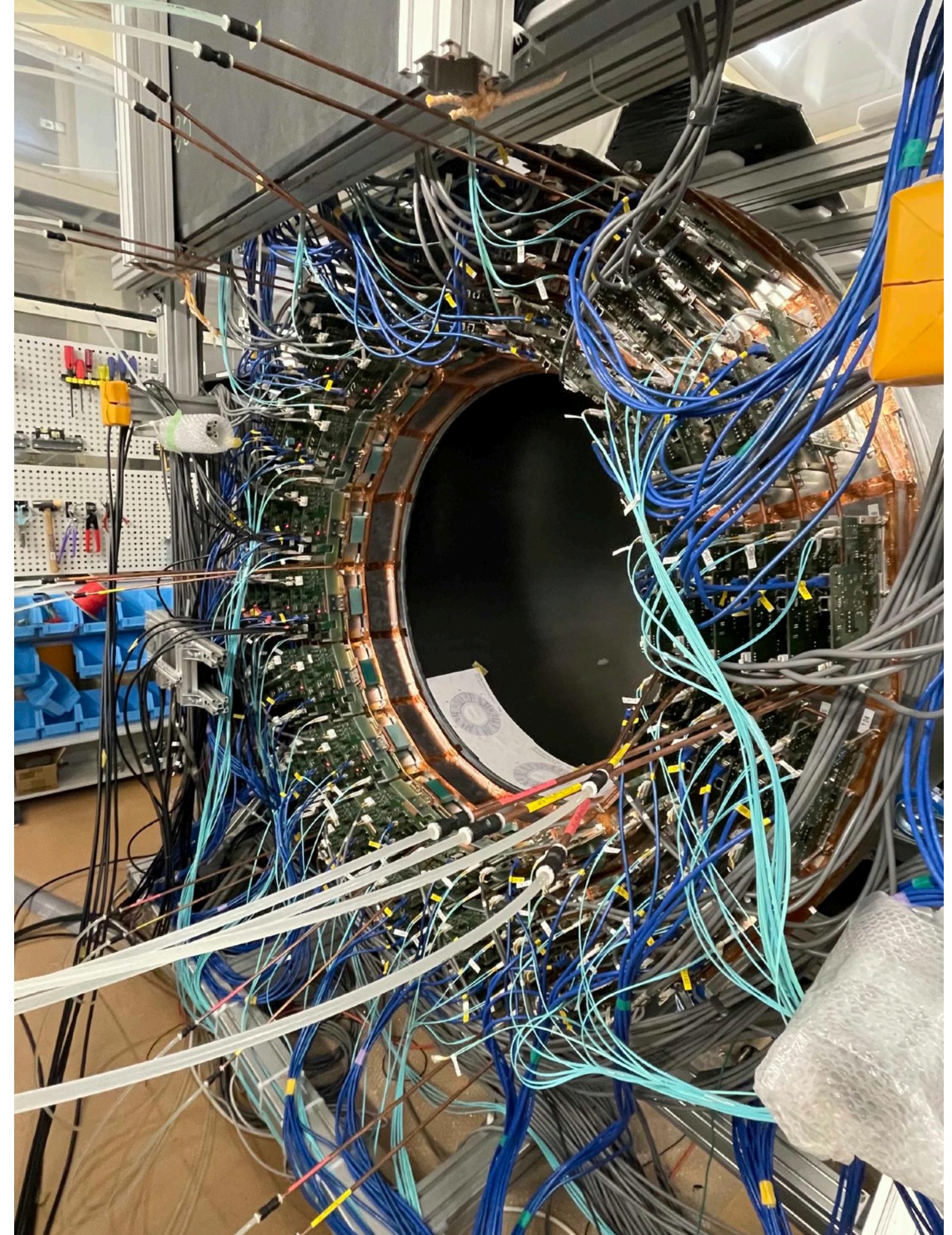


# Overview of the COMET CDC



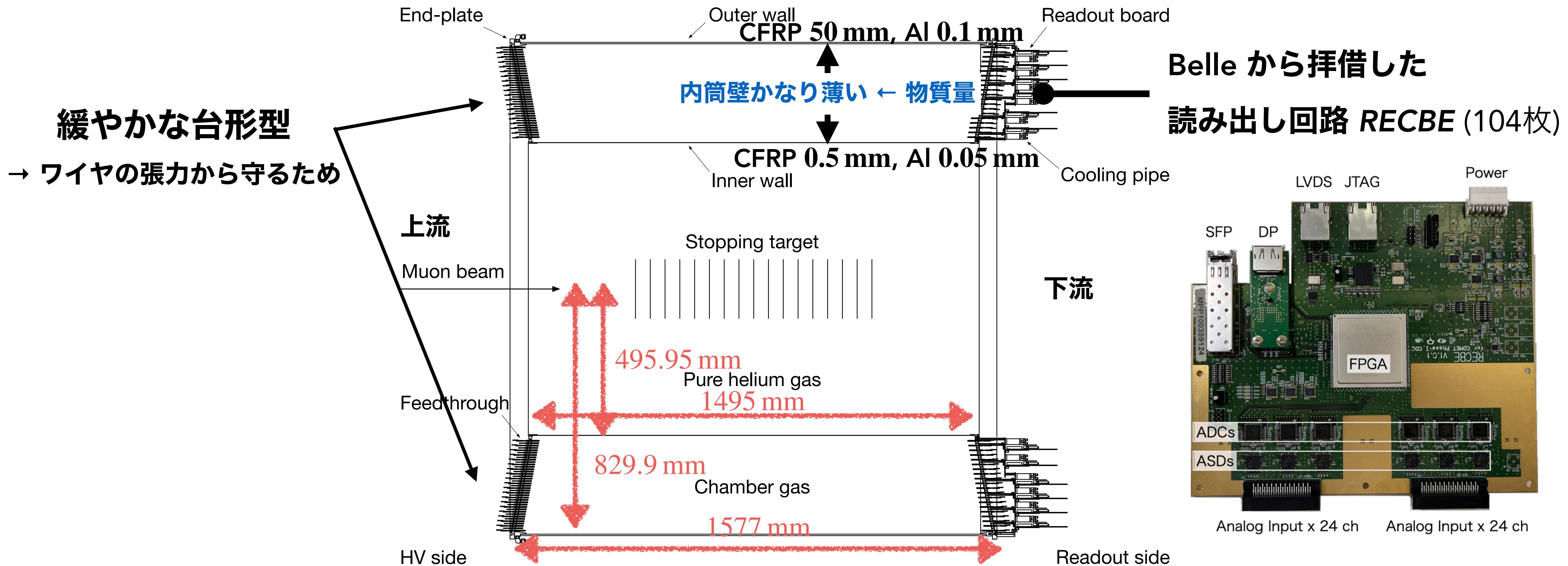
◀CAD 図面

2024/06 実験準備棟  
►  
“Onsite CDC”



# COMET CDC

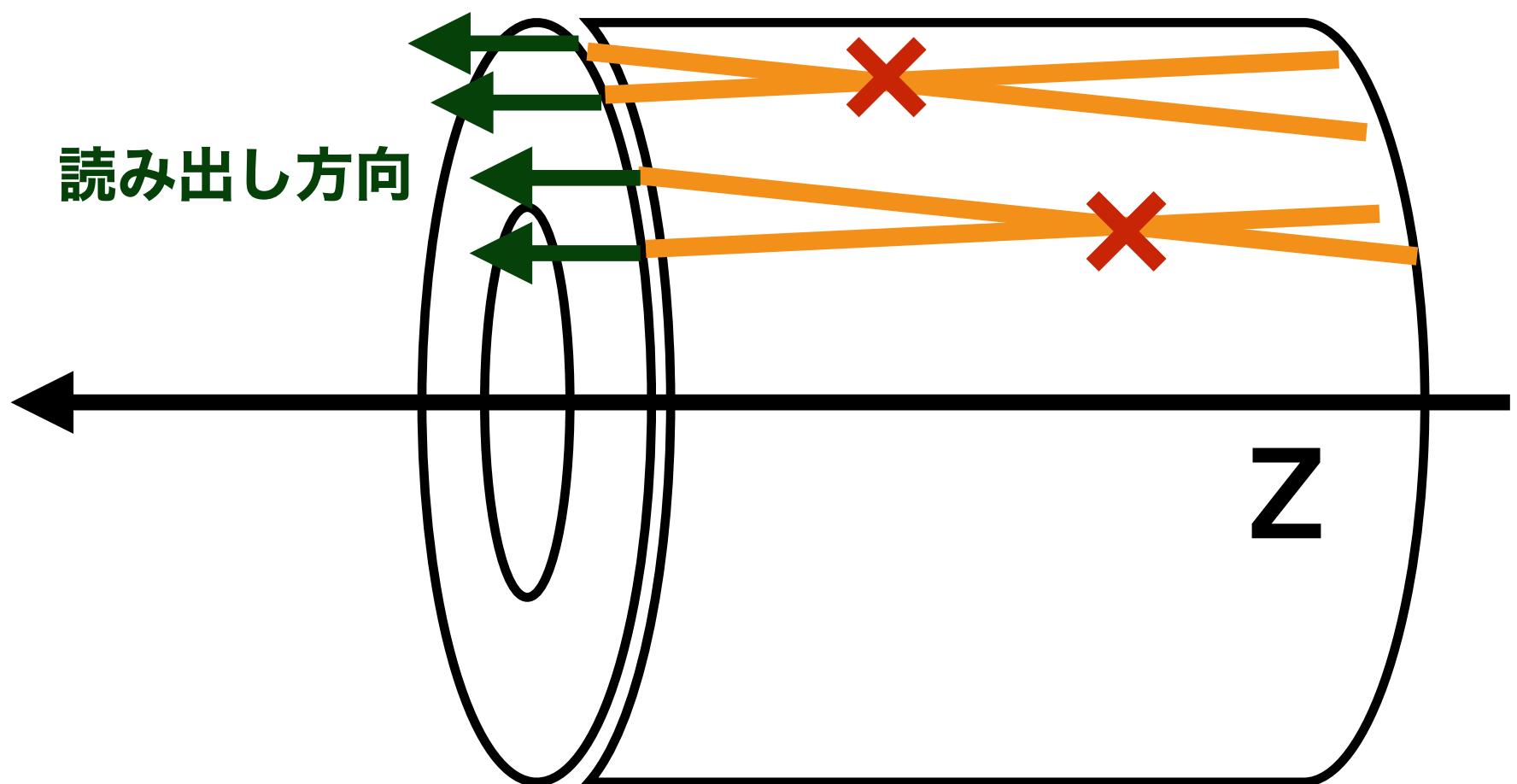
- *Cylindrical Drift Chamber* (円筒型ドリフトチェンバー) の略
- Belle実験のCDC (*Central Drift Chamber*) をベースに設計



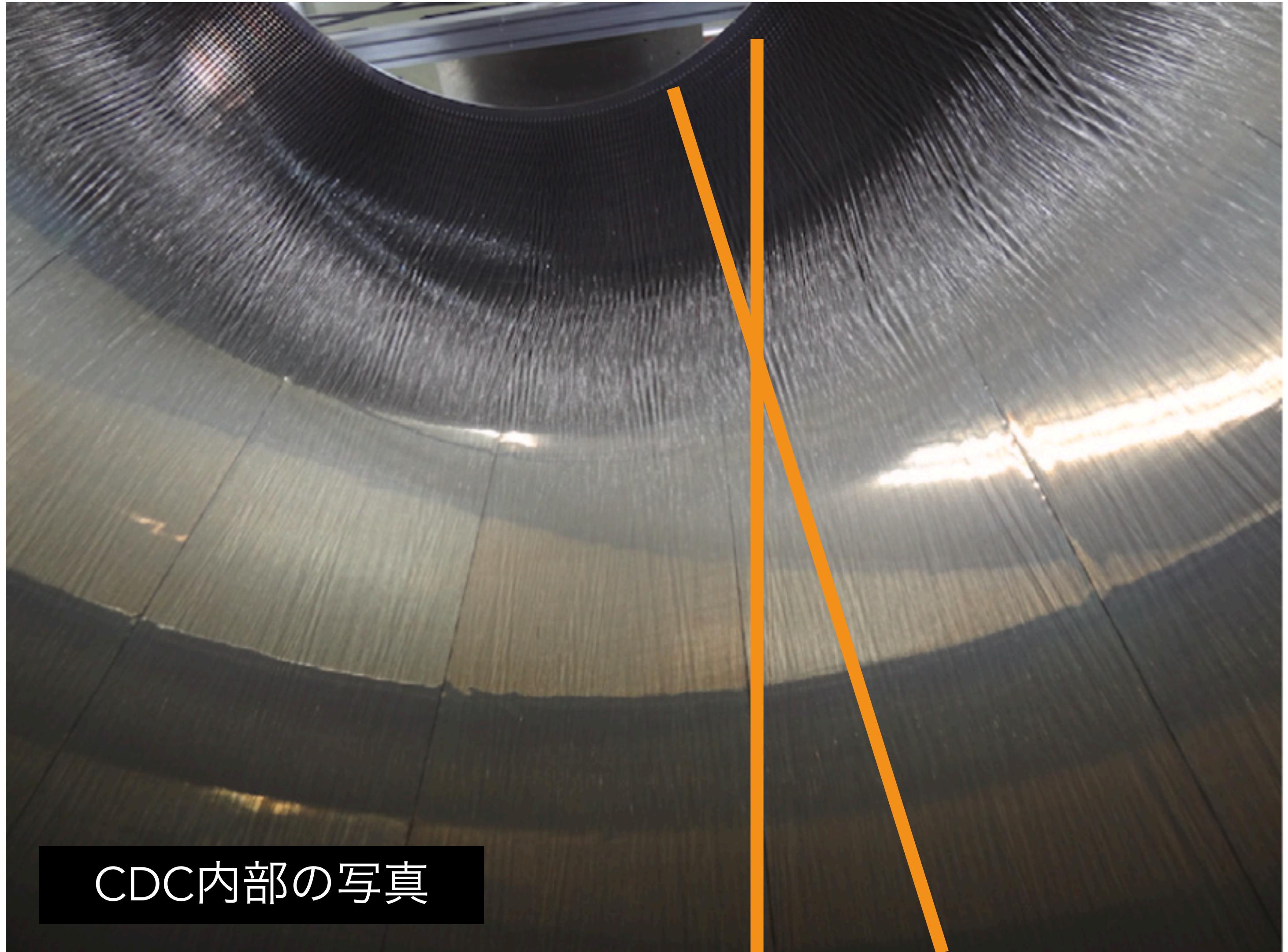
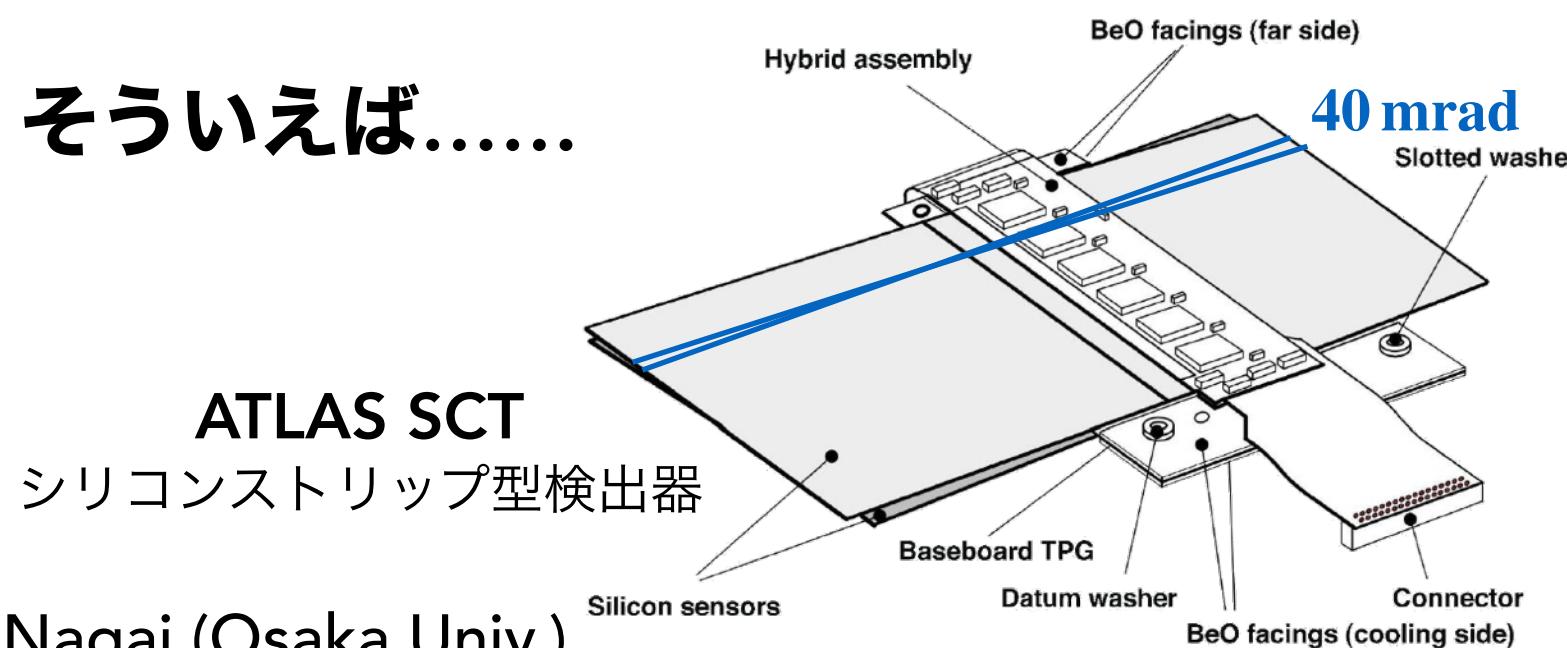
# ワイヤ

## ステレオ角構造

- 片読みでもZ座標を特定できるように、ワイヤは角度を持って設置

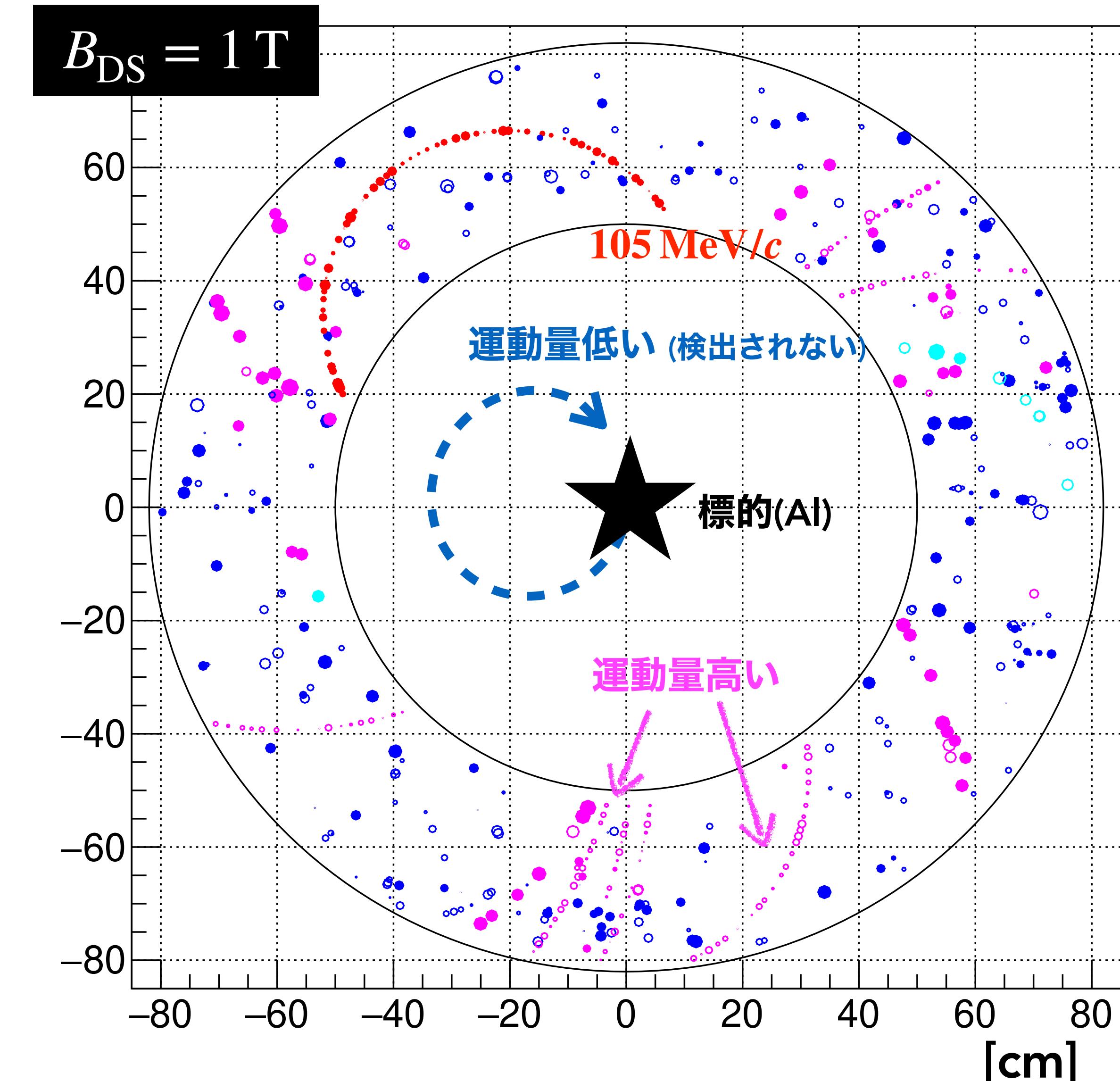
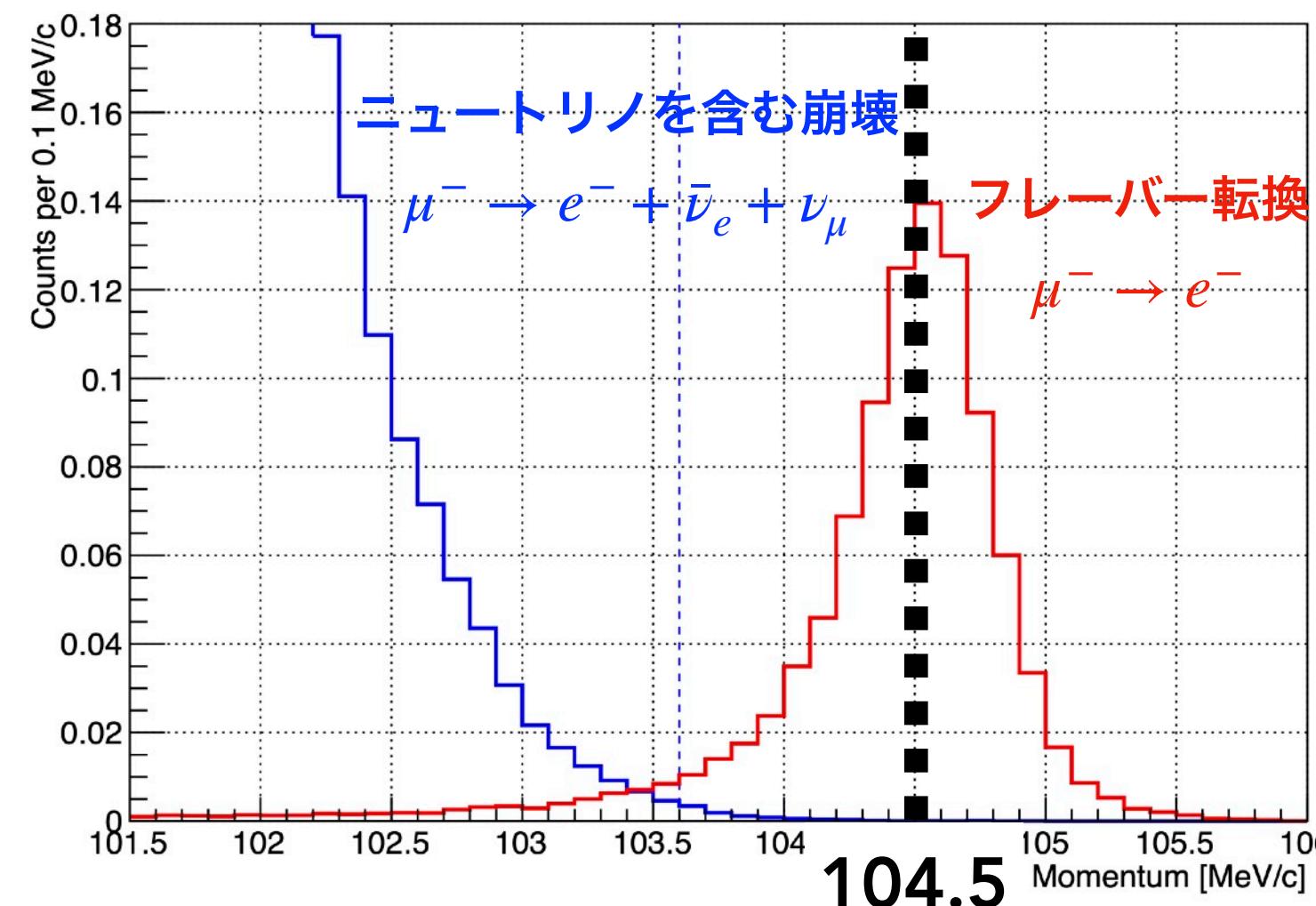


といえば.....

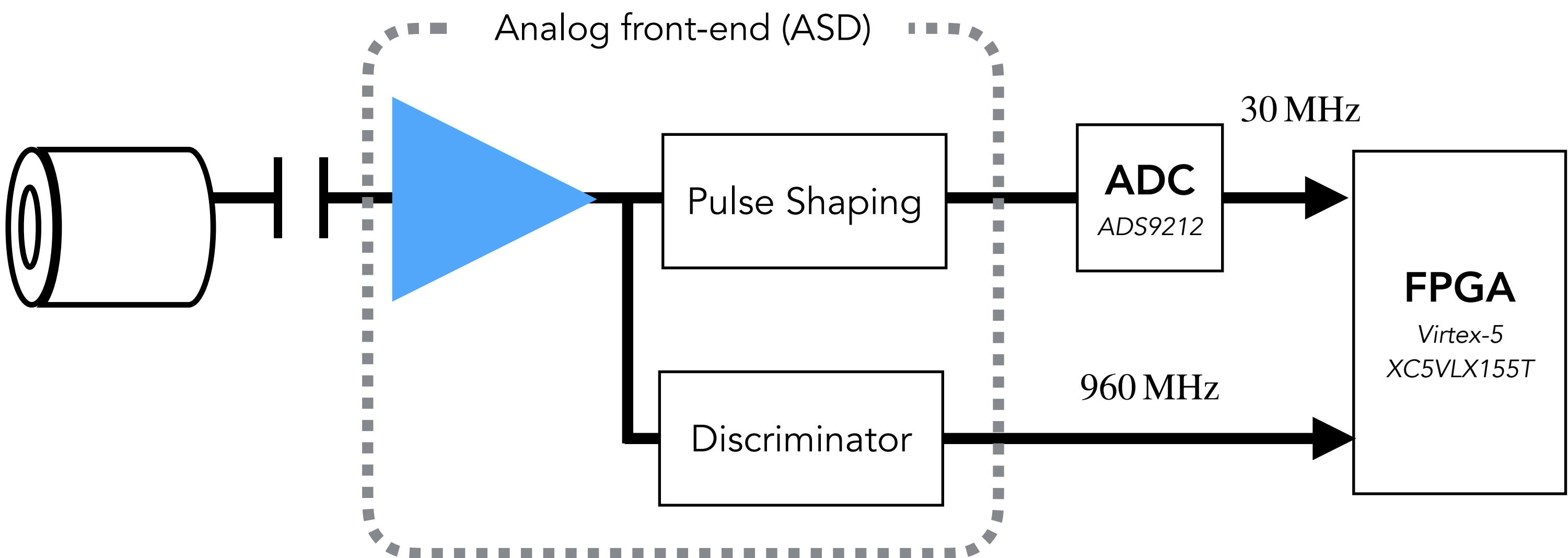


# ドリフトチャンバーの形・大きさ

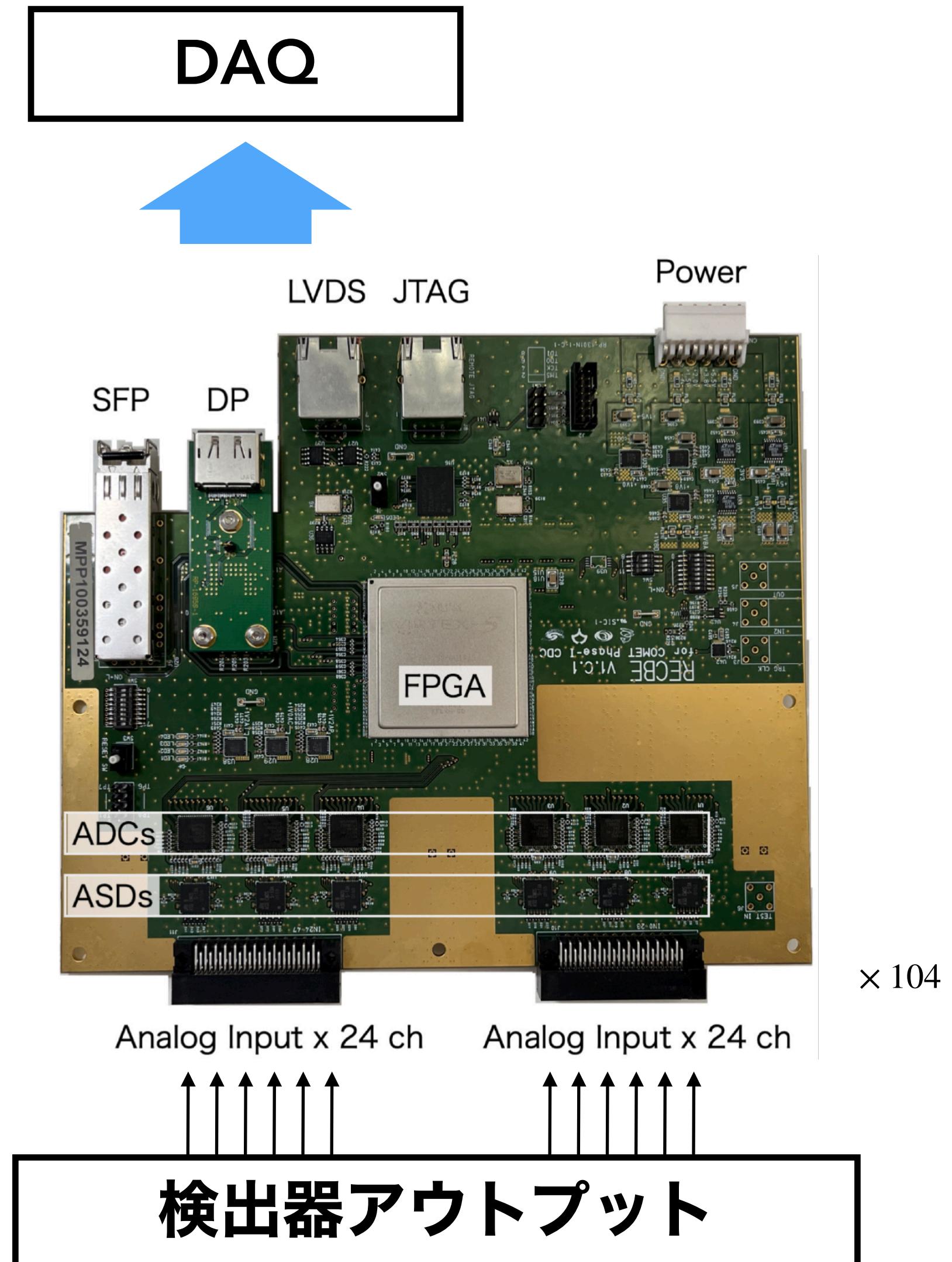
- AI 標的を中心に格納, 周囲に出てくる電子を満遍なく記録する → 真ん中に穴の空いた円筒型
- 運動量測定 — ローレンツ力を使用
  - 磁場の大きさからCDCの大きさが決定
  - (副次的結果として) 低運動量 ( $< 60 \text{ MeV}/c$ ) は排除
- ✓ 筐体が大きいほど磁場小でよく,  
エネルギー分解能も稼げそうだがコスト増 (兼ね合い)



# 読み出し基板 (RECBE)

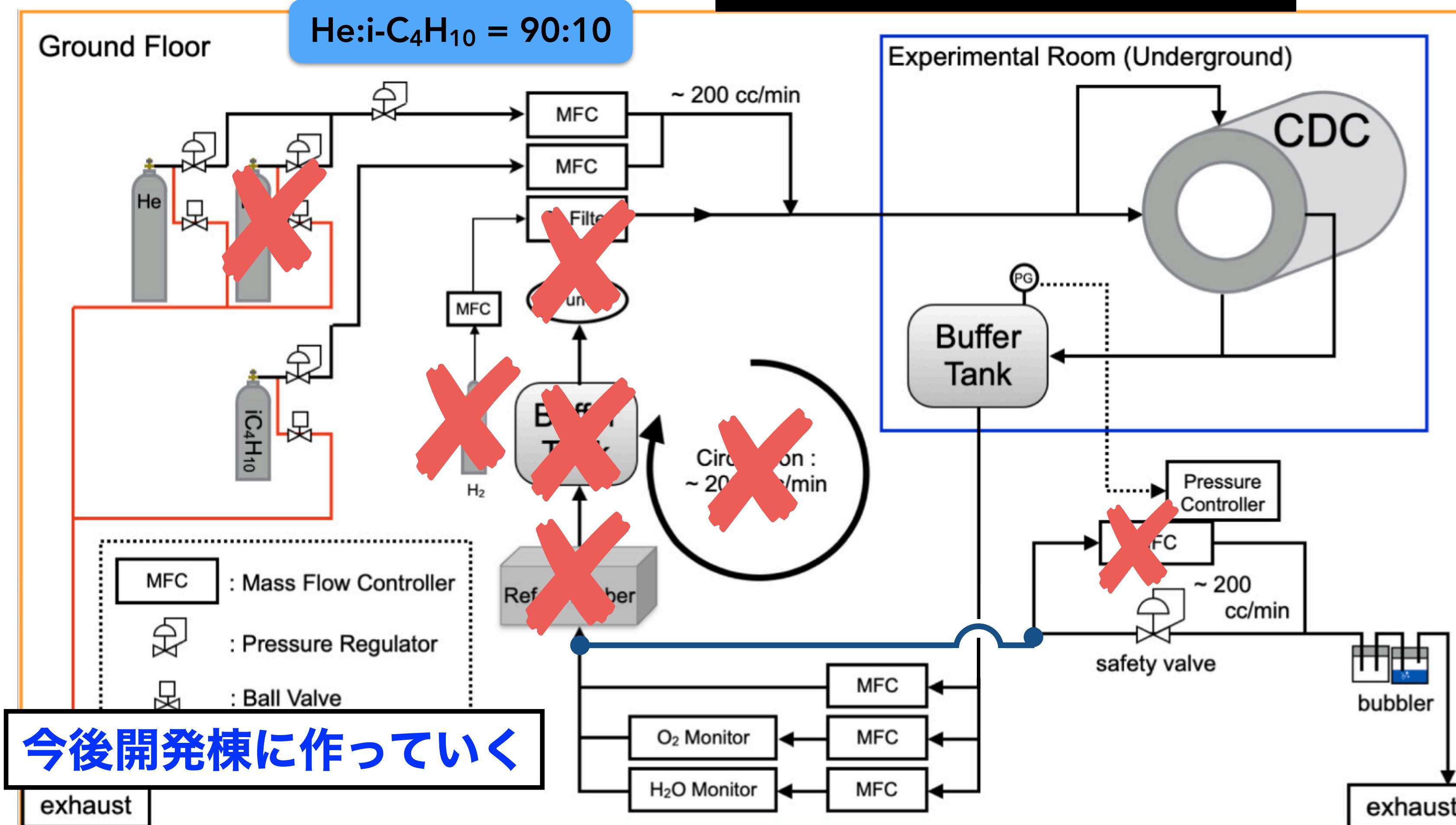


- 読み出しあは極めて標準的・一般的な構成
  - ADC → 波形
  - TDC → タイミング測定
- Analog front-end が Belle 独自開発 ASD なのは特徴的(かな?)
- 今後問題になるとすれば, FPGA Virtex-5 は既に極めて古い
- 発熱するので別途水冷管を用意し, 稼働中に高温にならないようにする



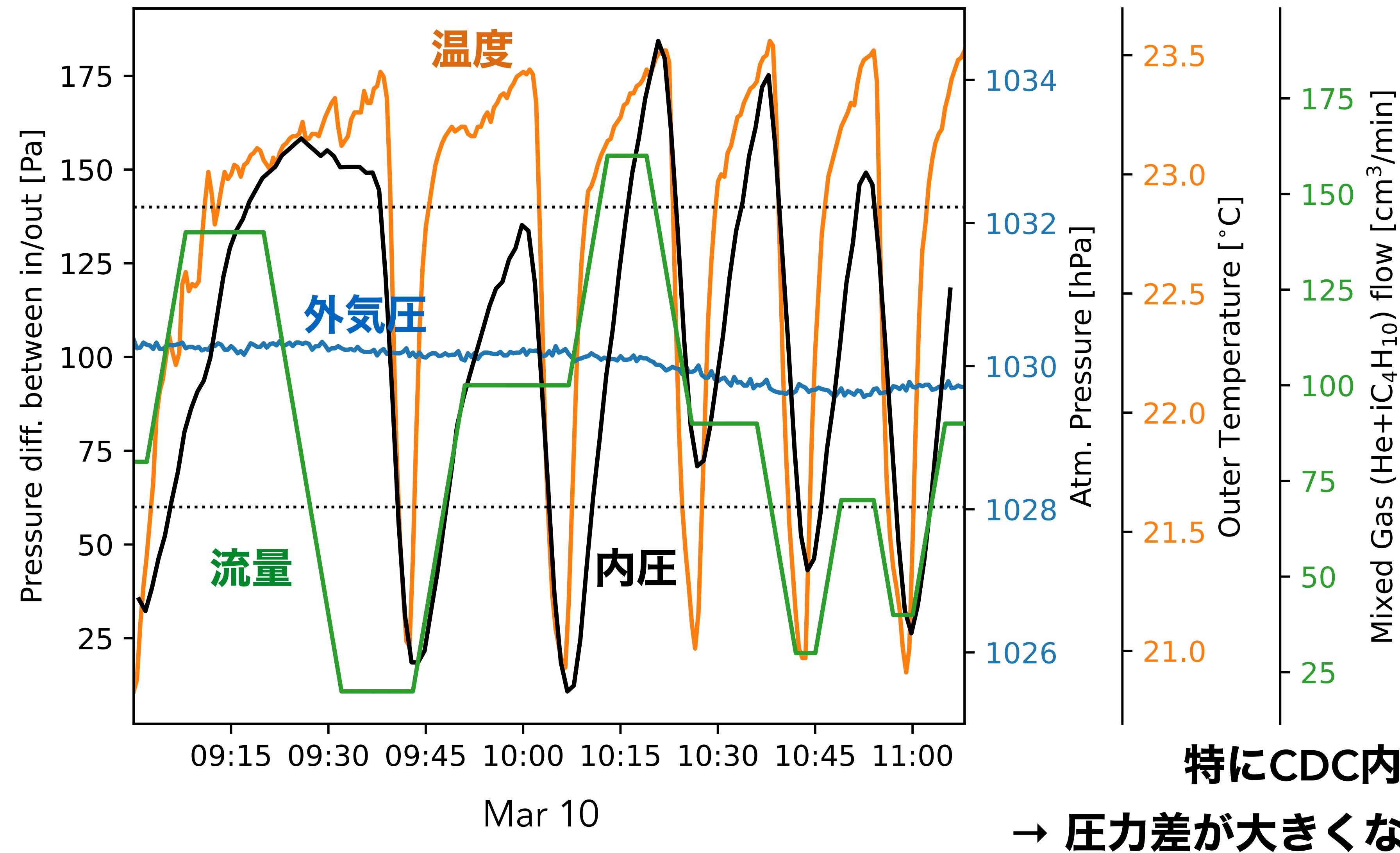
# ガス循環システム

Fig. Designed Gas Circulation System  
ハドロン実験準備棟の現状



- ガスは入れたら入れっぱなし、  
ではない → 流す
  - 放射線により劣化したガスがワ  
イヤに“まとわりつく”
  - 連続したヒット検出に難がある
- ワイヤエイジング
  - ワイヤ周りの化学的組成変化  
→ 水などの添加物をガスに混入し  
抑えることは可能
- + ガスをガンガン流し続けて  
浪費するわけにはいかない  
→ 循環させよう

# ガス制御

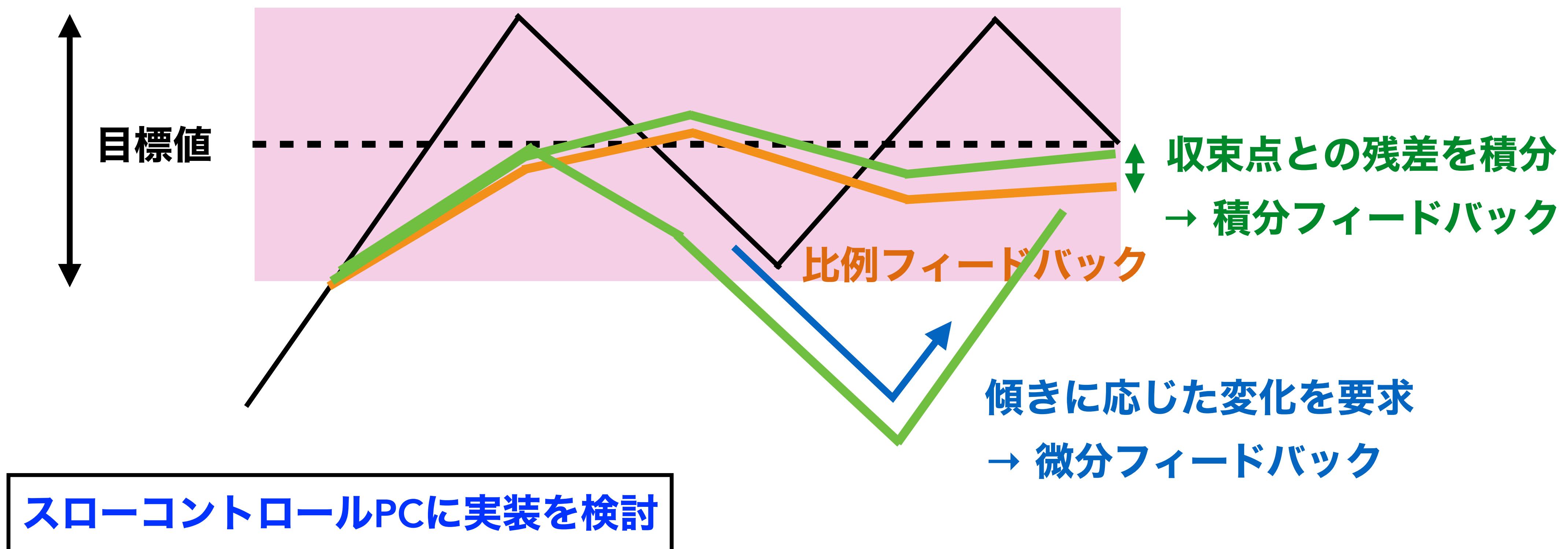


- ガス圧は一定に保ちたいものの、**外部環境に左右される**
  - 特に、外気温の影響が大きい(今のところは)  
→ 常にモニタして必要に応じてフィードバックをかける
    - 内圧 減 → 流量 増
    - 内圧 増 → 流量 減

# PID制御

- Proportional-Integral-Derivative (比例-積分-微分)

ある程度のゆとり幅



- ***Not many major updates from CM44***
    - mainly the CDC was used for trigger tests
      - The Elog transition and onsite manual documentation are keeping ongoing
      - Somehow, gas flow feedback has *not worked well* since the He cylinder was changed in February 2025
        - resolved by replacing the script (see following pages)
  - ***Gas circulation system***
    - Construction (and test w/o CDC) will begin *next month* at the new R&D building in J-PARC
  - ***Remaining issues***
    - Additional noise reduction of RECBE is needed
    - The DAQ machine comet-cdc-daq01 needs to be updated (for renewing JLAN)
    - Management of the dry air for protecting HV/RECBE
    - HV rearrangement — ch7 of HV module has been inactive due to the HV trip from the last CR test (?)
    - Room rearrangement — some shelves and boxes will be moved to the new R&D building
- ***We plan to carry out the performance tests w/ cosmic rays in FY2025***

# Design Paper

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 1069 (2024) 169926



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

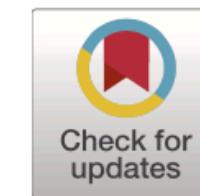
## Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/nima](http://www.elsevier.com/locate/nima)



Full Length Article

## Design and construction of the cylindrical drift chamber for the COMET Phase-I experiment



A. Sato <sup>a</sup>\*, H. Yoshida <sup>a,b</sup>, M. Moritsu <sup>c</sup>, X. Jiang <sup>d,e</sup>, Y. Kuno <sup>a,b</sup>, H.-B. Li <sup>d,e</sup>, W.-G. Li <sup>d,e,1</sup>, Y. Matsuda <sup>a</sup>, H. Miao <sup>d,e</sup>, Y. Nakamura <sup>a</sup>, Y. Nakatsugawa <sup>g</sup>, Y. Nakazawa <sup>h</sup>, S. Ohta <sup>a</sup>, K. Okinaka <sup>a</sup>, H. Sakamoto <sup>a</sup>, M.L. Wong <sup>a</sup>, T.S. Wong <sup>a</sup>, C. Wu <sup>d,f</sup>, T.-Y. Xing <sup>d,e</sup>, T. Yamane <sup>a</sup>, Y. Yuan <sup>d,e</sup>, J. Zhang <sup>d</sup>, Y. Zhang <sup>d</sup>, Z.-K. Zhang <sup>d,e</sup>

<sup>a</sup> Department of Physics, Osaka University, 1-1 Machikaneyama, Toyonaka, 560-0043, Osaka, Japan

<sup>b</sup> Research Center for Nuclear Physics, Osaka University, 10-1 Mihogaoka, Suita, 567-0047, Osaka, Japan

<sup>c</sup> Department of Physics, Kyushu University, 744 Motooka, Nishi-ku, 819-0395, Fukuoka, Japan

<sup>d</sup> Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, 100049, Beijing, China

<sup>e</sup> University of Chinese Academy of Sciences, 100049, Beijing, China

<sup>f</sup> Spallation Neutron Source Science Center, 523808, Dongguan, China

<sup>g</sup> Wakayama Medical University, 811-1 Kimiidera, Wakayama, 641-8509, Wakayama, Japan

<sup>h</sup> KEK, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Ibaraki, Japan

# まとめ

- ガス検出器の一種であるドリフトチェンバーは、位置検出器として高エネルギー実験で広く使われる
- COMET CDC は Belle CDC を運動量  $105 \text{ MeV}/c$  の電子を検出できるように最適化されたものである
- (ご存知のように)  
ハドロン実験準備棟に鎮座し、ある程度の動作は確認しているが、まだまだやることはたくさんある.....
  - ガス系、ノイズ(詳しく言及しなかったが)、キャリブレーションどうするのか  
→ アイディアあればいつでも歓迎します。お手伝いも歓迎します。