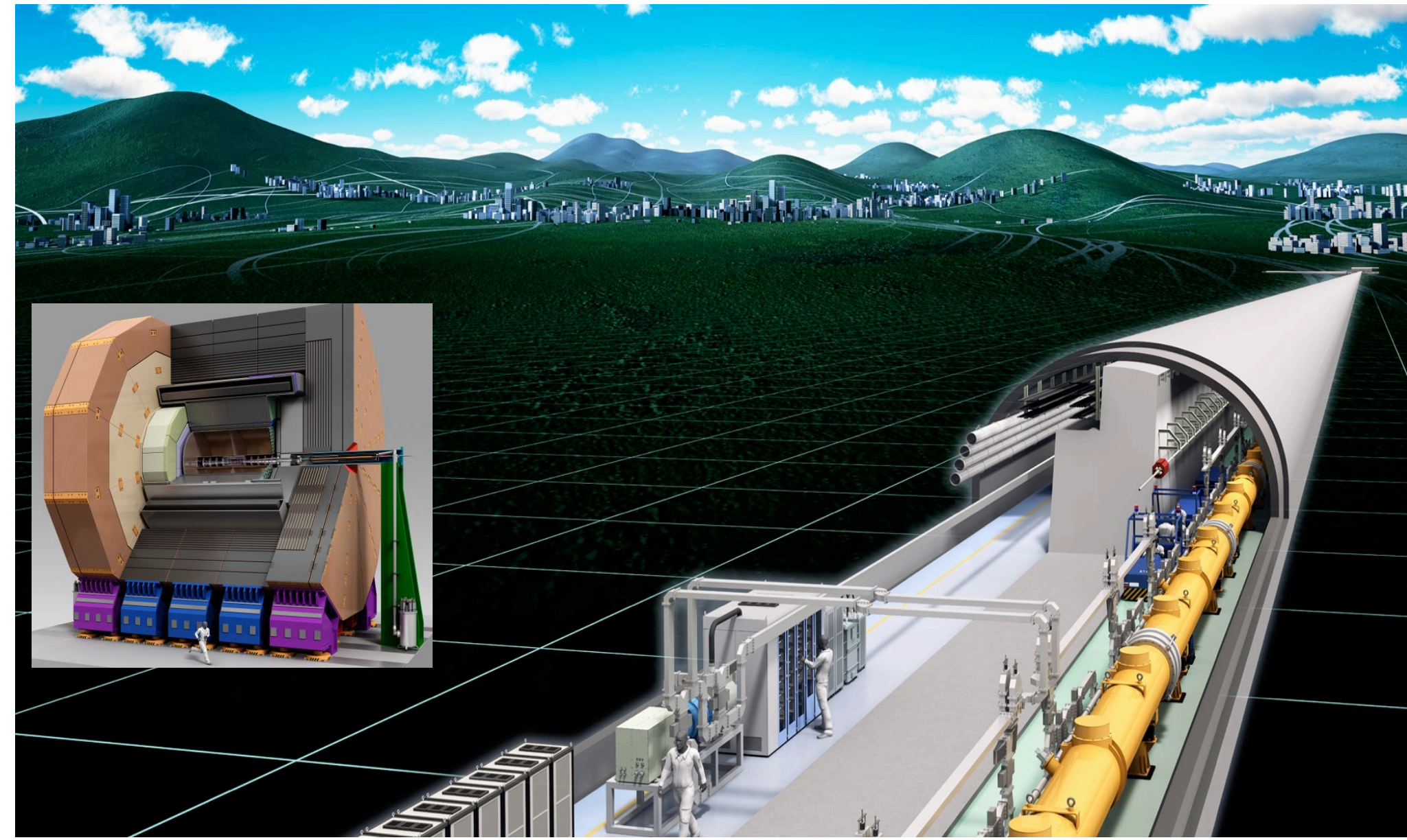


# ILC-scintillator calorimeter の実現のための開発



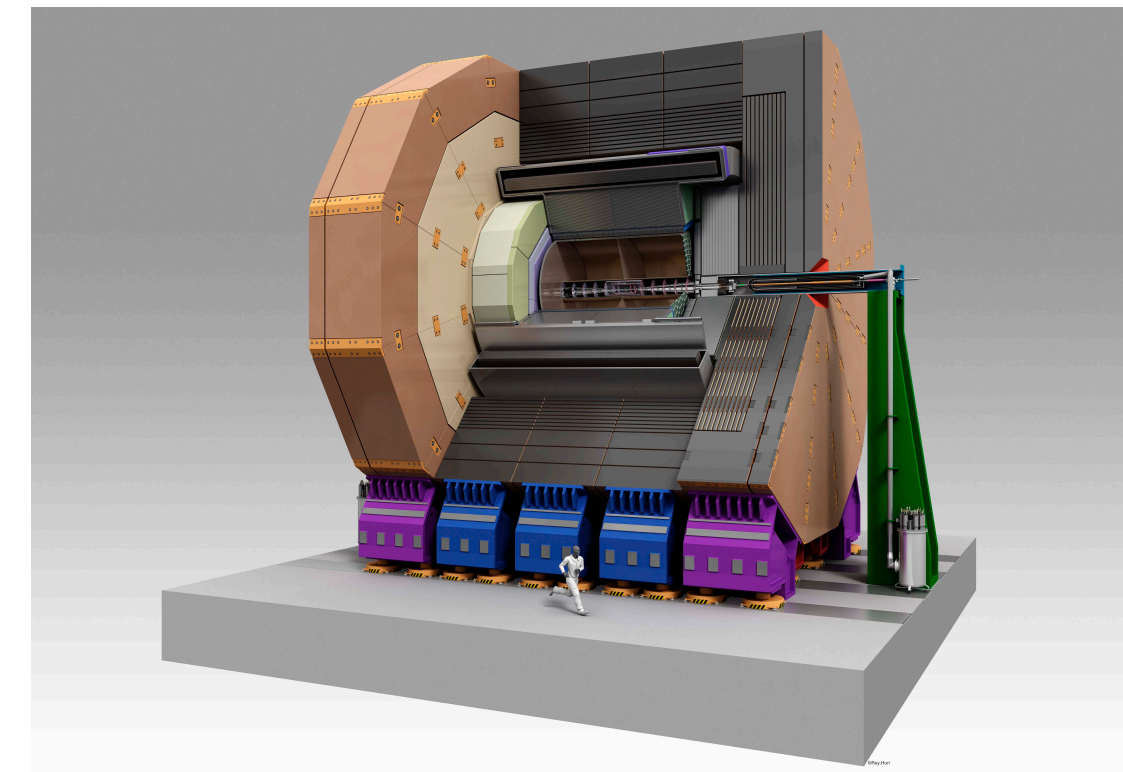
産総研との打ち合わせ  
前回の大谷さんのプレゼン++



竹下徹 (信州大学)

26july2023

ILC~30km



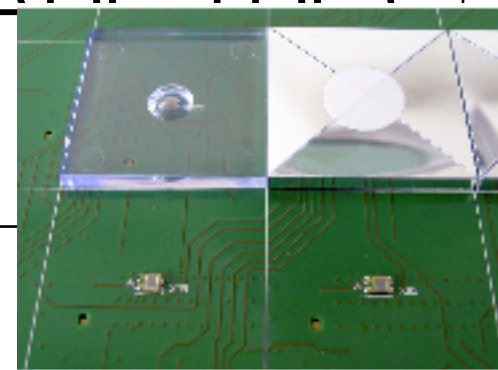
# 測定器の全体像

## シンチレーターカロリメータ (ECAL+HCAL)

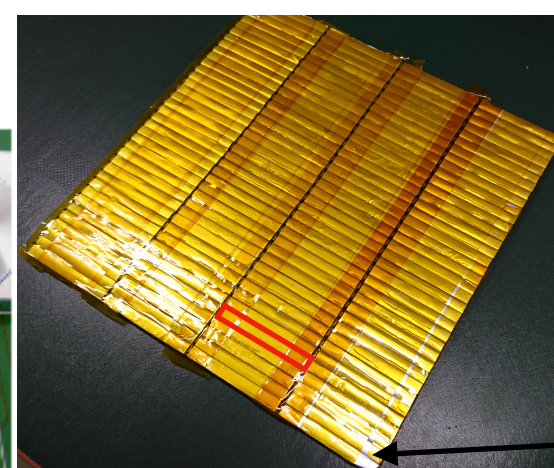
cal	scintillator (cm)	channel	AISIC
ECAL	0.5x4.5x0.2	$\sim 10^7$	SPIROC (ADC, TDC)
HCAL	3x3x0.3	$\sim 10^7$	SPIROC (ADC, TDC)

readout ON board

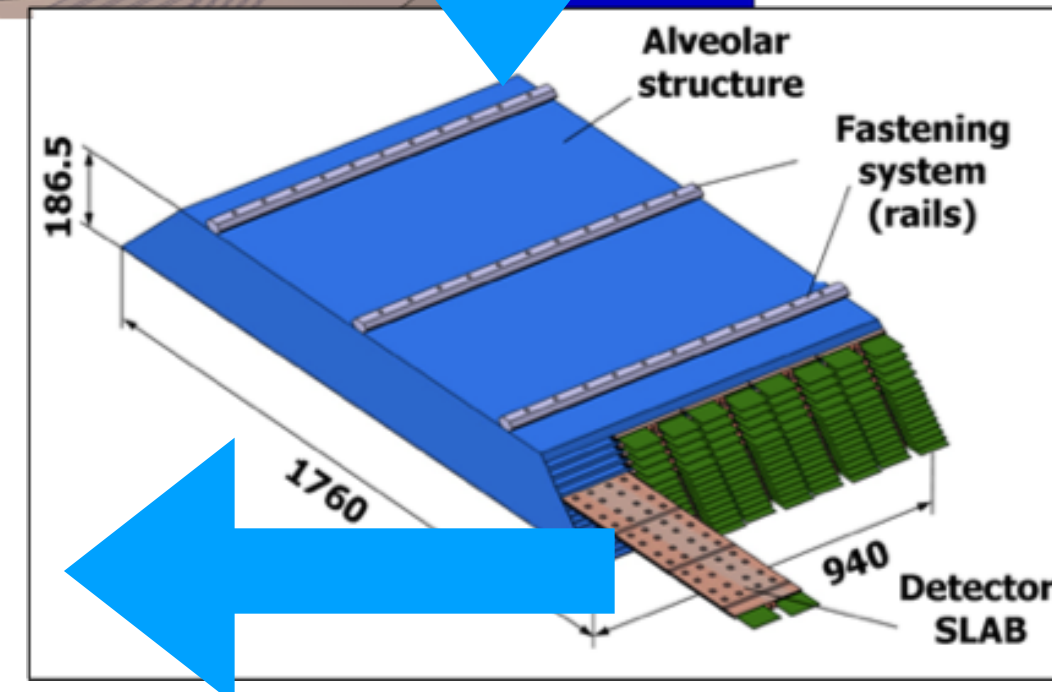
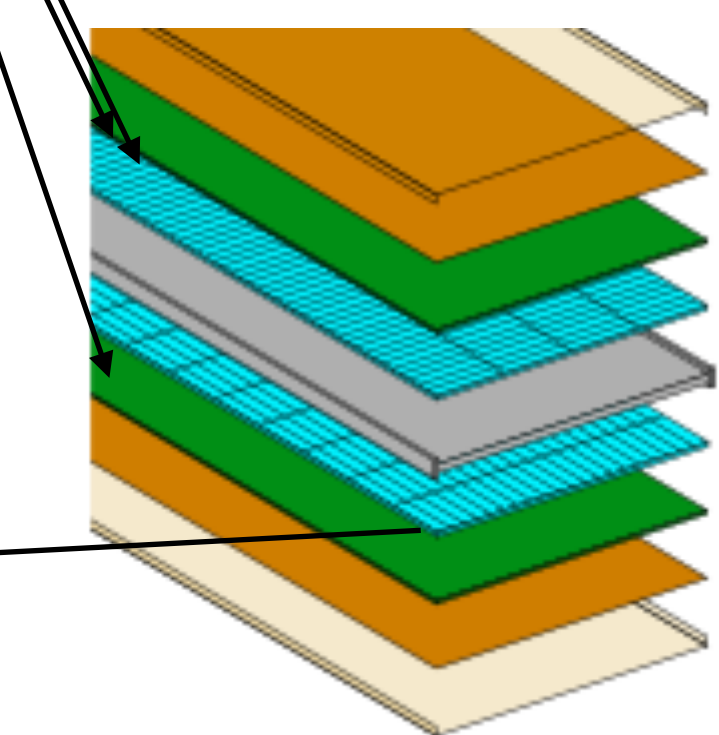
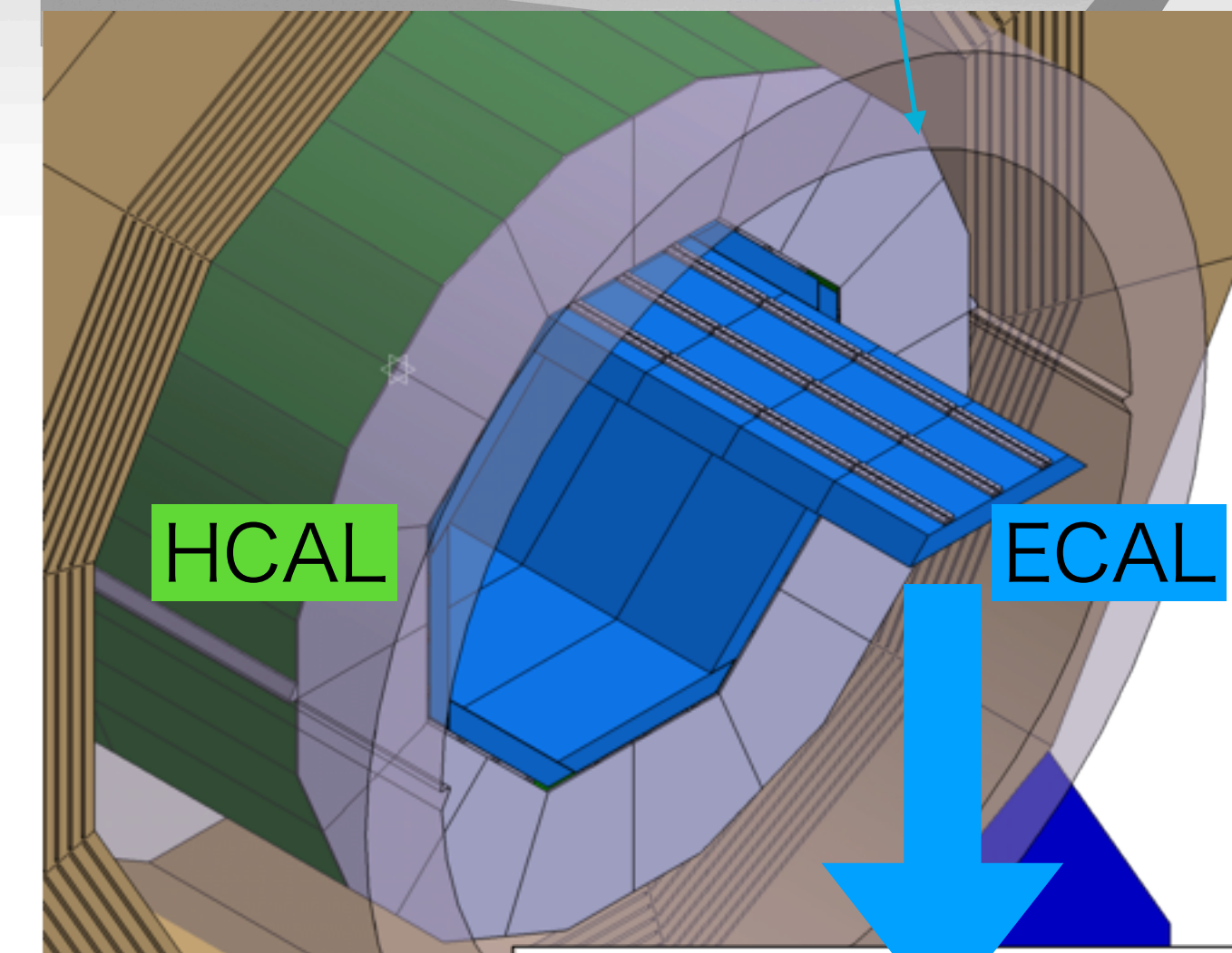
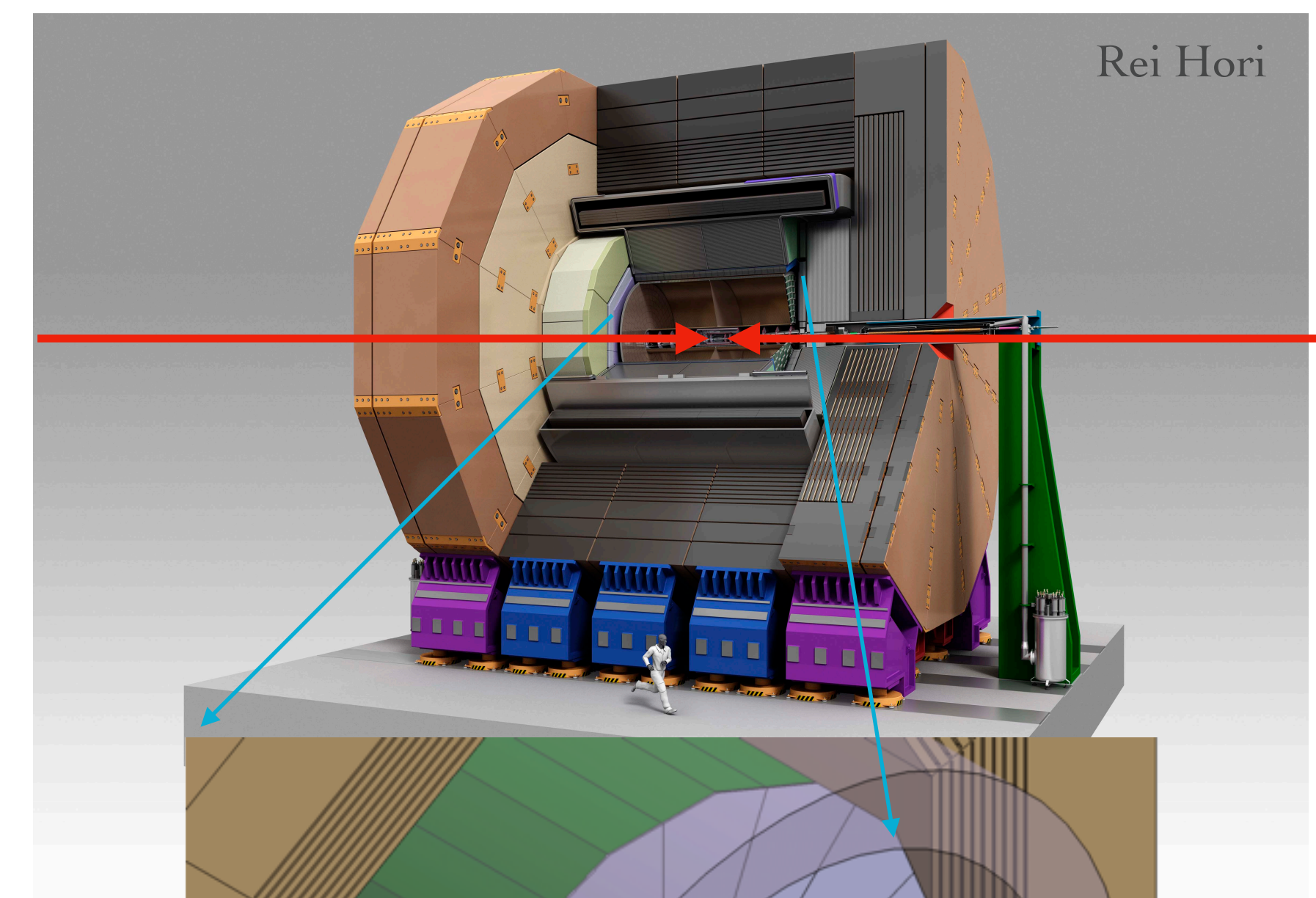
scintillator+MPPC



HCAL-tile  
3x3x0.3cm<sup>3</sup>



ECAL-strip layer  
0.5x4.5x0.2cm<sup>3</sup>



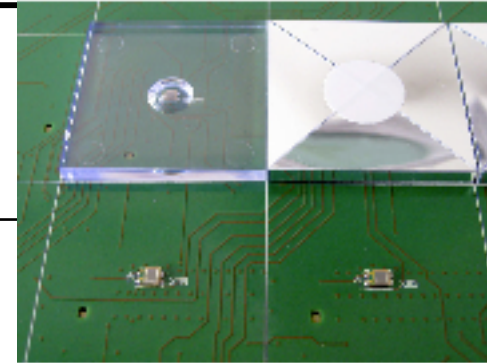
# 測定器の全体像

## シンチレータ-カロリメータ (ECAL+HCAL)

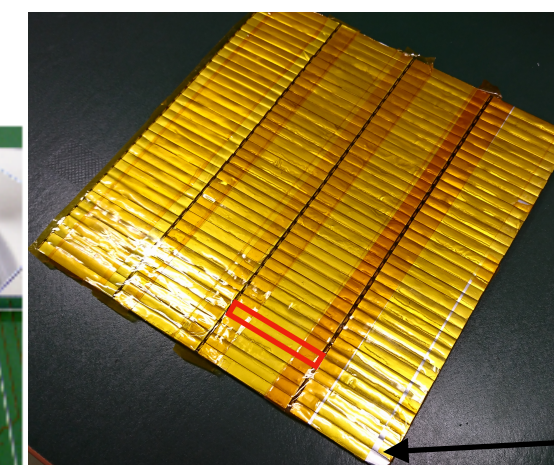
cal	scintillator (cm)	channel	AISIC
ECAL	0.5x4.5x0.2	$\sim 10^7$	SPIROC (ADC, TDC)
HCAL	3x3x0.3	$\sim 10^7$	SPIROC (ADC, TDC)

readout ON board

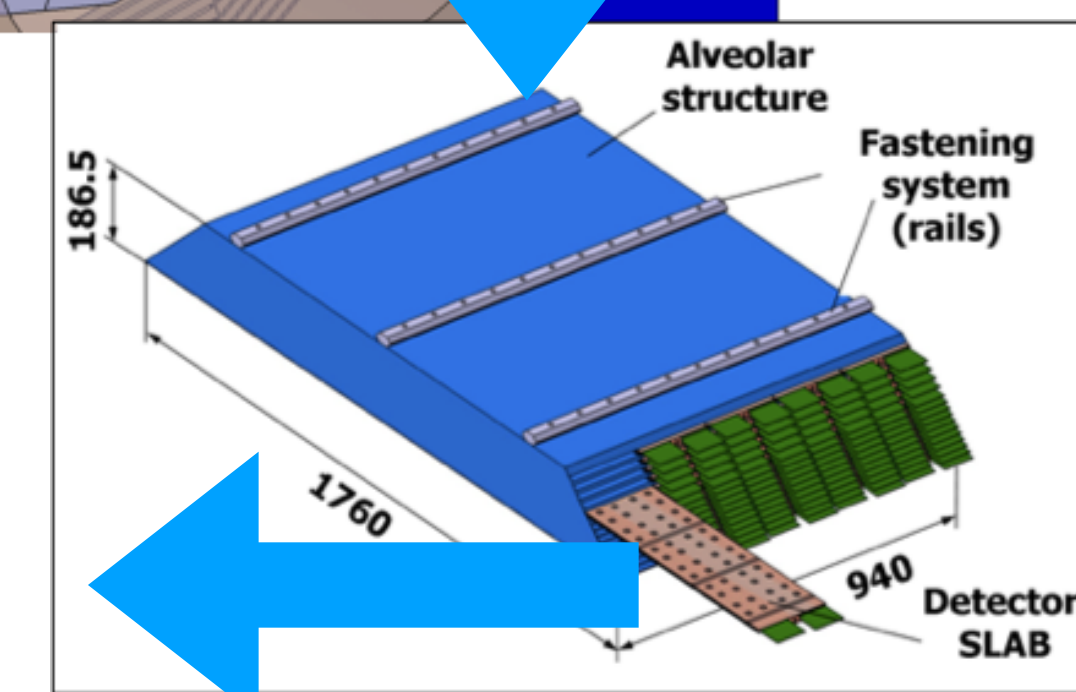
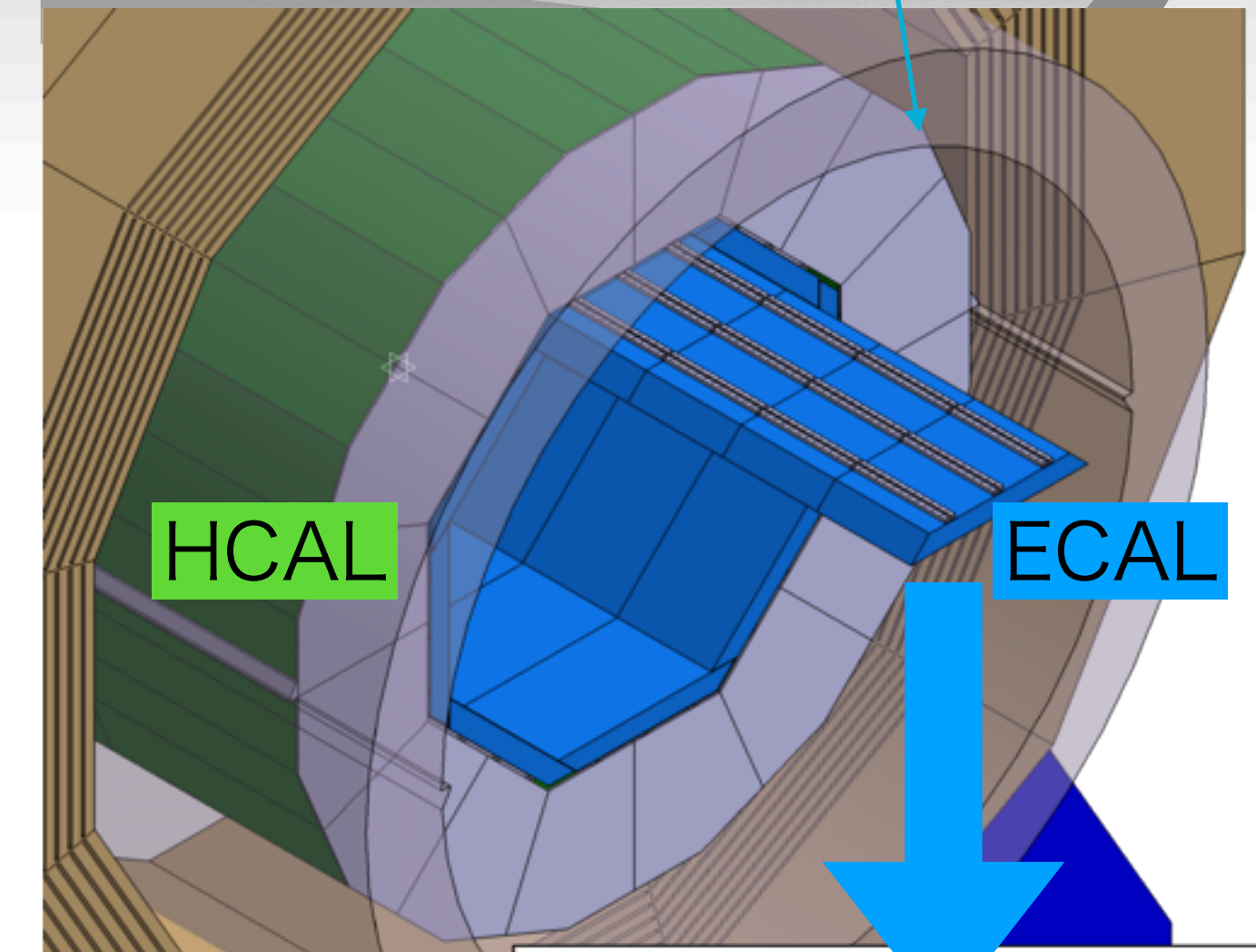
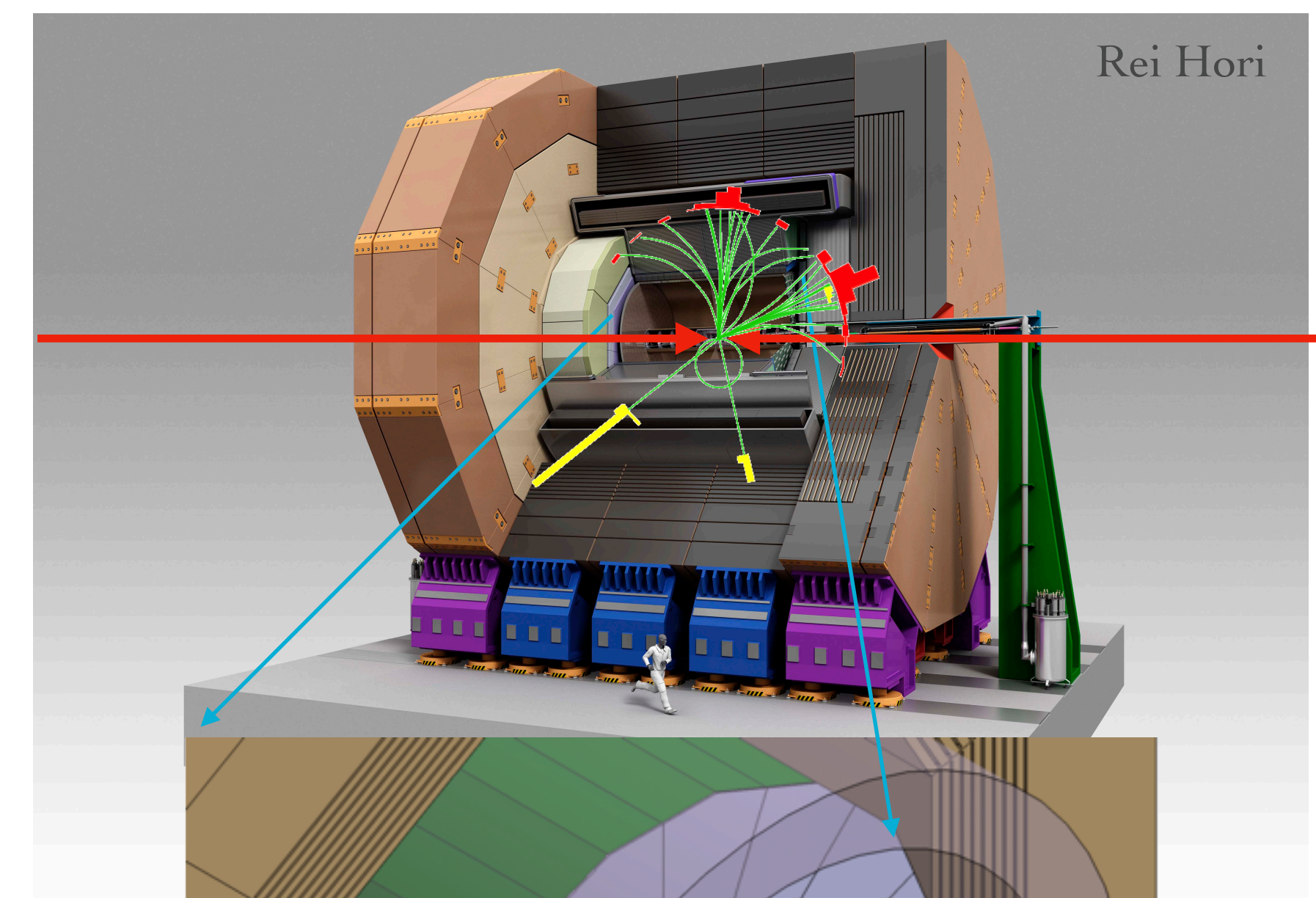
scintillator+MPPC



HCAL-tile  
3x3x0.3cm<sup>3</sup>



ECAL-strip layer  
0.5x4.5x0.2cm<sup>3</sup>



# 大量生産工程

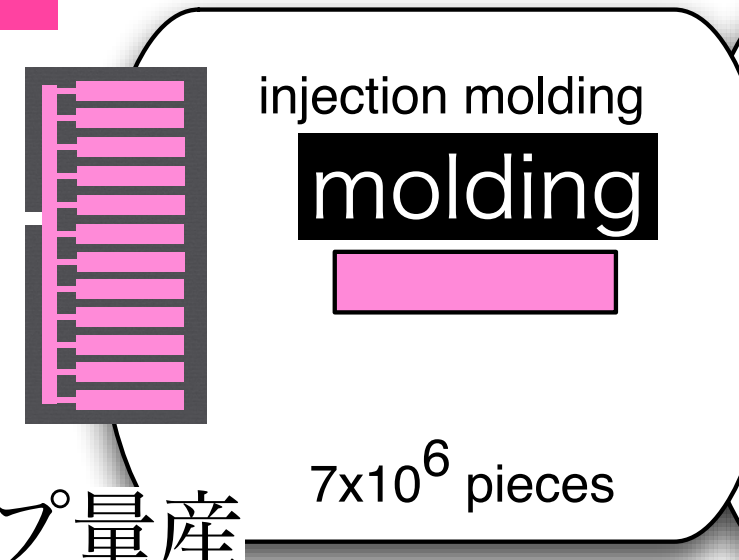
## scintillator ECALの場合

シンチレータ

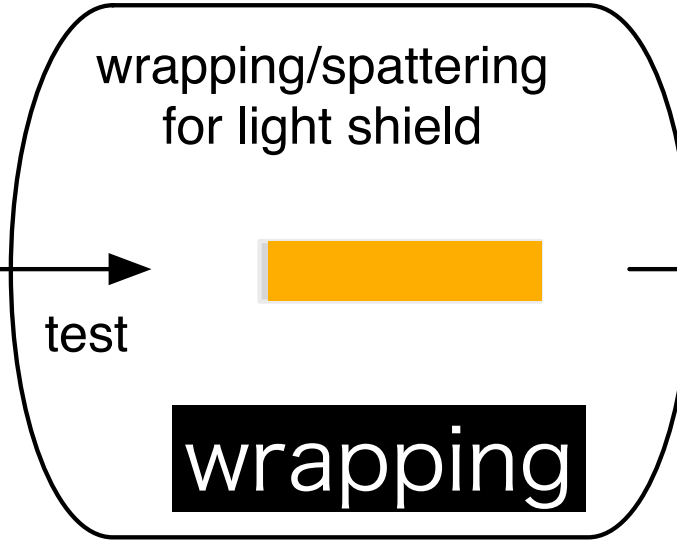
ScECAL factory 2014 with numbers in barrel

- 射出成形によるシンチレータストリップ量産
- シンチレータストリップテスト開発
- 購入したSiPMのテストシステムの開発
- 反射材(ESR)の大量加工(外形加工、SiPM用窓)  
自動ラッピング装置
- 検出器基板へのladdering装置
- 読み出し基盤テスト
- シンチを乗せて基盤テスト
- スラブに並べてシステムテスト
- モジュールテスト

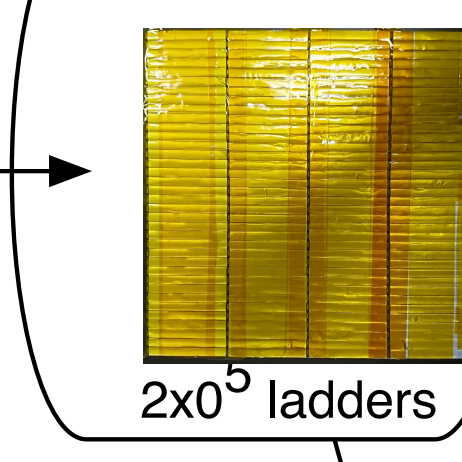
scintillator strip production



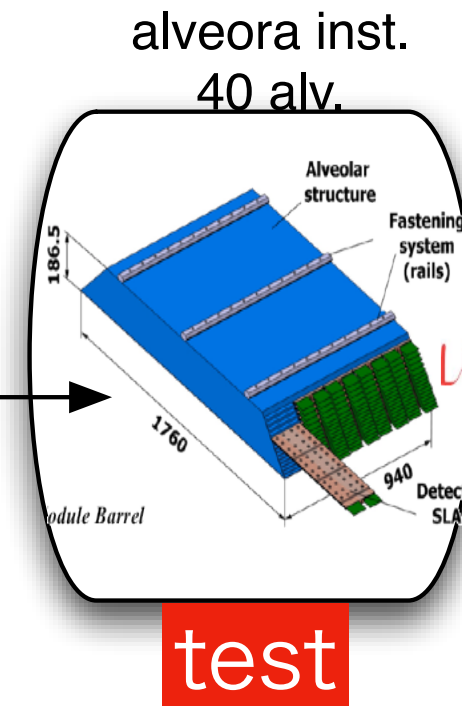
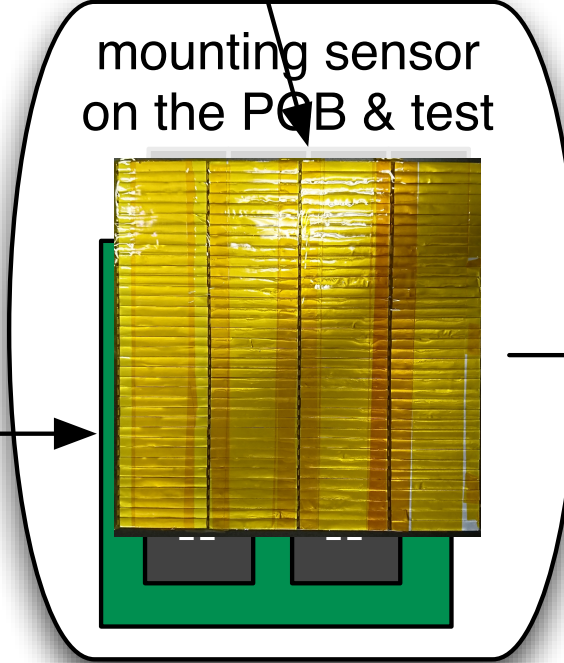
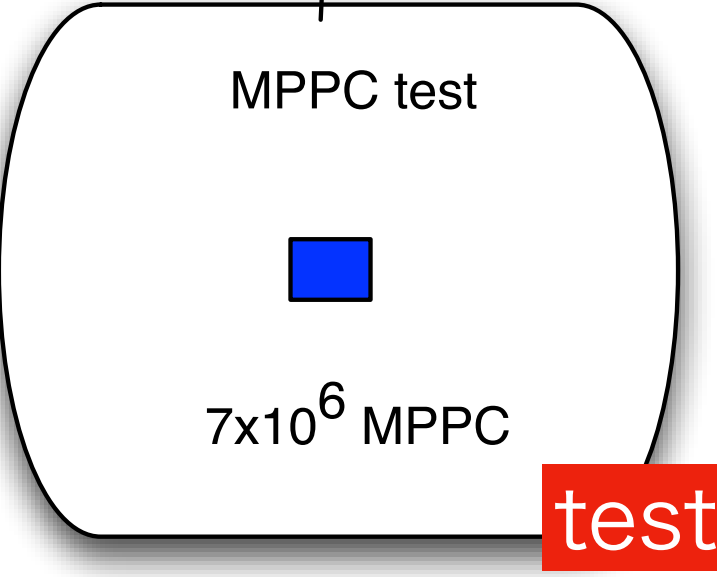
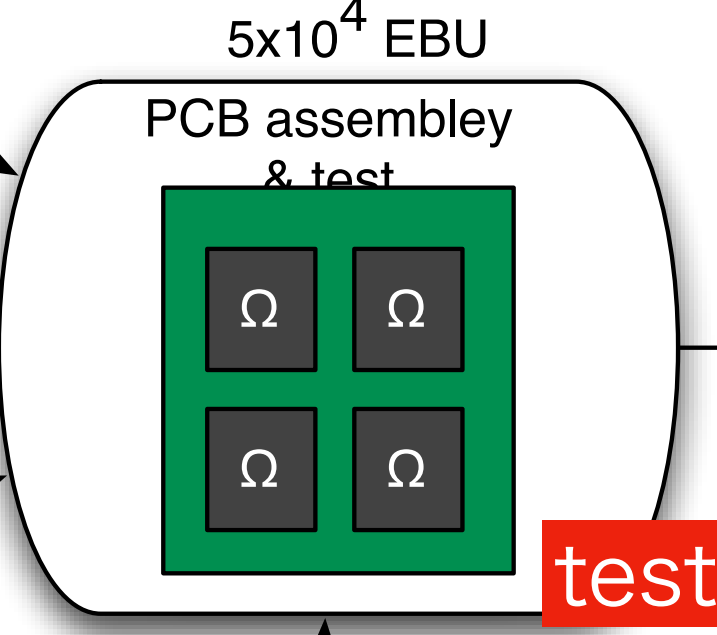
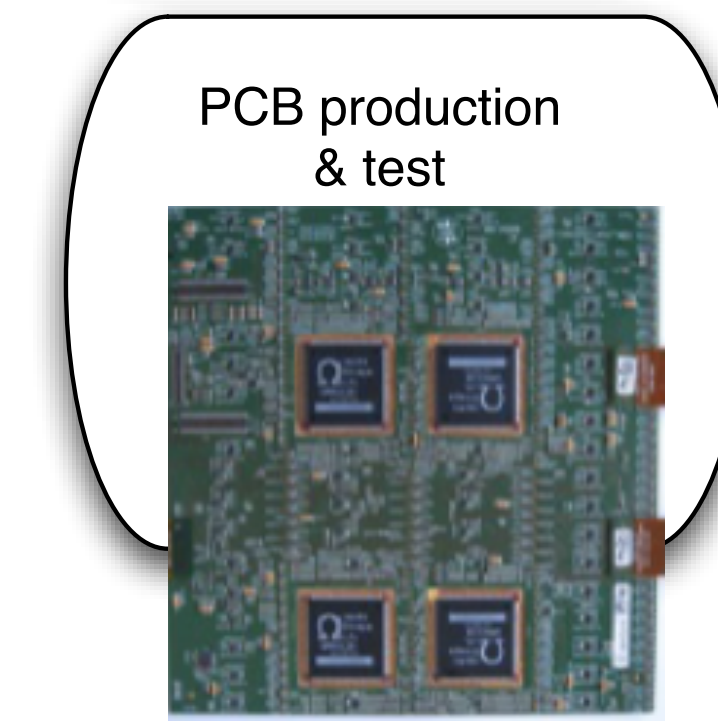
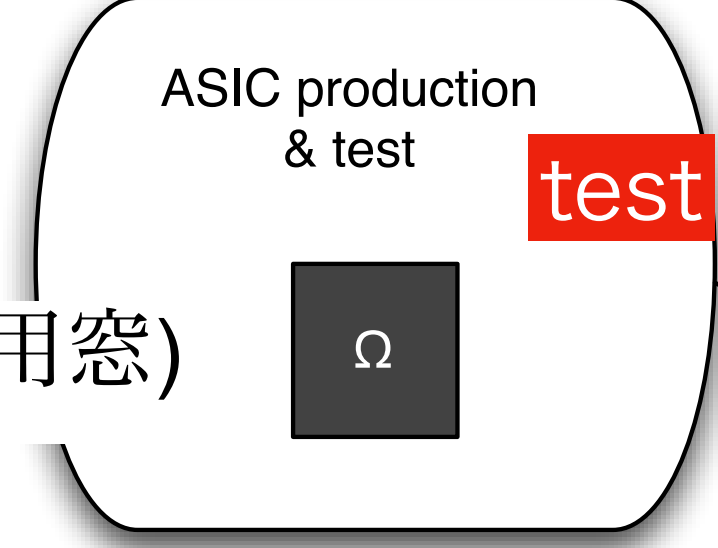
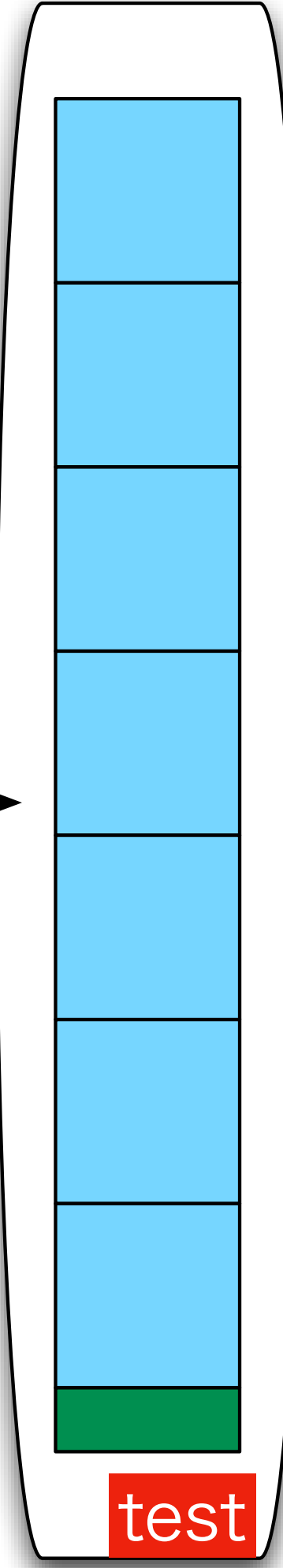
robot



laddering



slab prod. 6x10<sup>3</sup> slb.



電子回路

# さらなる開発項目

## 時間分解能の向上

	高時間分解能	
・	高精度時間測定を導入でSc-ECAL技術のさらなる性能	向上
・	粒子種同定性能改善( $\pi$ /K/p)	
・	PFA性能改善	
・	遅い中性子事象の削減	
・	オフタイミング背景事象の削減	
・	高時間分解能検出器開発方針	
・	時間測定専用層の導入	
・	シンチレータタイル(高光量が期待)+SiPM	
・	チェレンコフ検出器(チェレンコフ放射層+高速ガスPMT)	
・	目標時間分解能:20ピコ秒以下	

## 現状システムの改善

- シンチレータ
- 光センサー
- 電子回路 (ASIC)

## 新システム導入 専用層

- RPC
- gasPM
- 電子回路

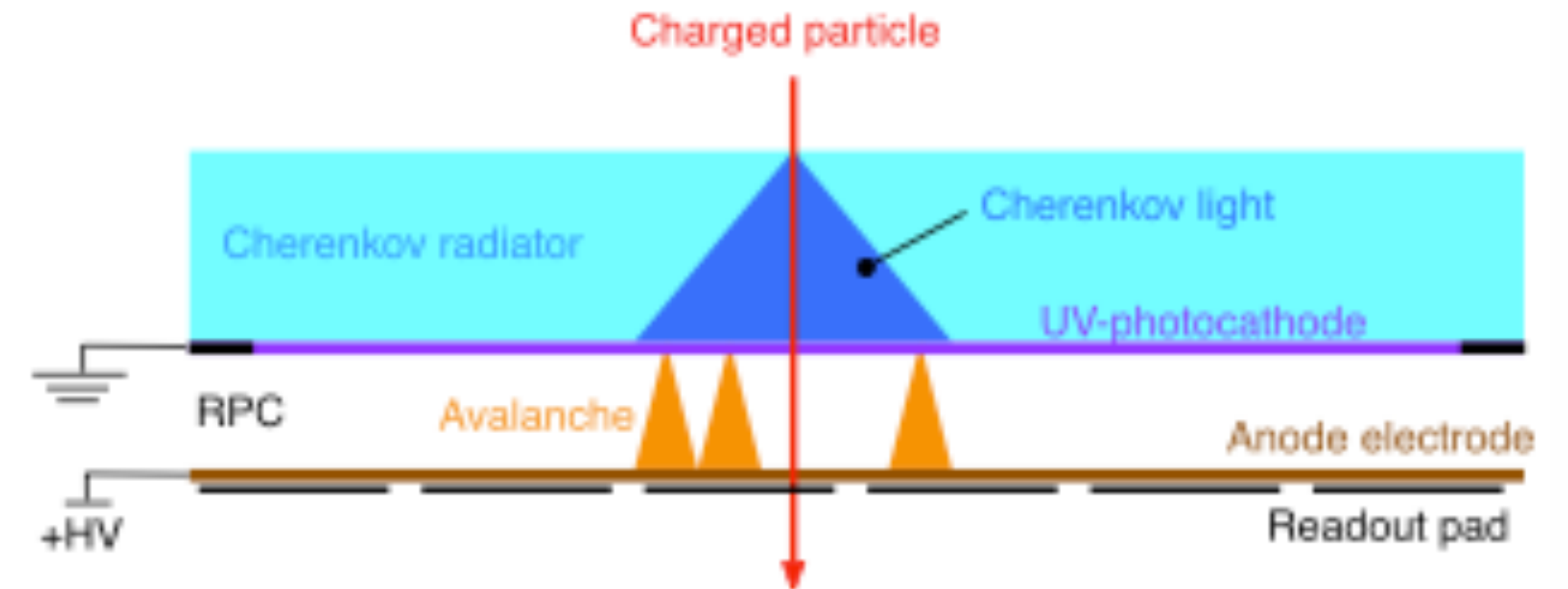
## 時間分解能専用層:新システム

# チェレンコフ光+RPC+GASPM

開発課題:高量子効率・長寿命フォトカソード素材の開発

- 要求性能
- チェレンコフ光(紫外光)に対する高量子効率
- イオンバックフローに対する耐性
- 空気中でも取り扱い可能
- 可視光にも有感(光センサーとしての波及効果を期待)
- 候補素材
- CsI+保護層(MgF<sub>2</sub>、グラフェン)・DLC (Diamond-like Carbon)
- 金属
- ...

チェレンコフ検出器



# ASIC (ADC+TDC)

SPIROC : Omega  $\Omega$  (France)

preamp : low-gain/ high-gain

slow shaper : peak hold ADC

fast shaper (15ns) > TDC :

1ns resolution

(self trigger)

channel memories (15 multi-

hit capability )

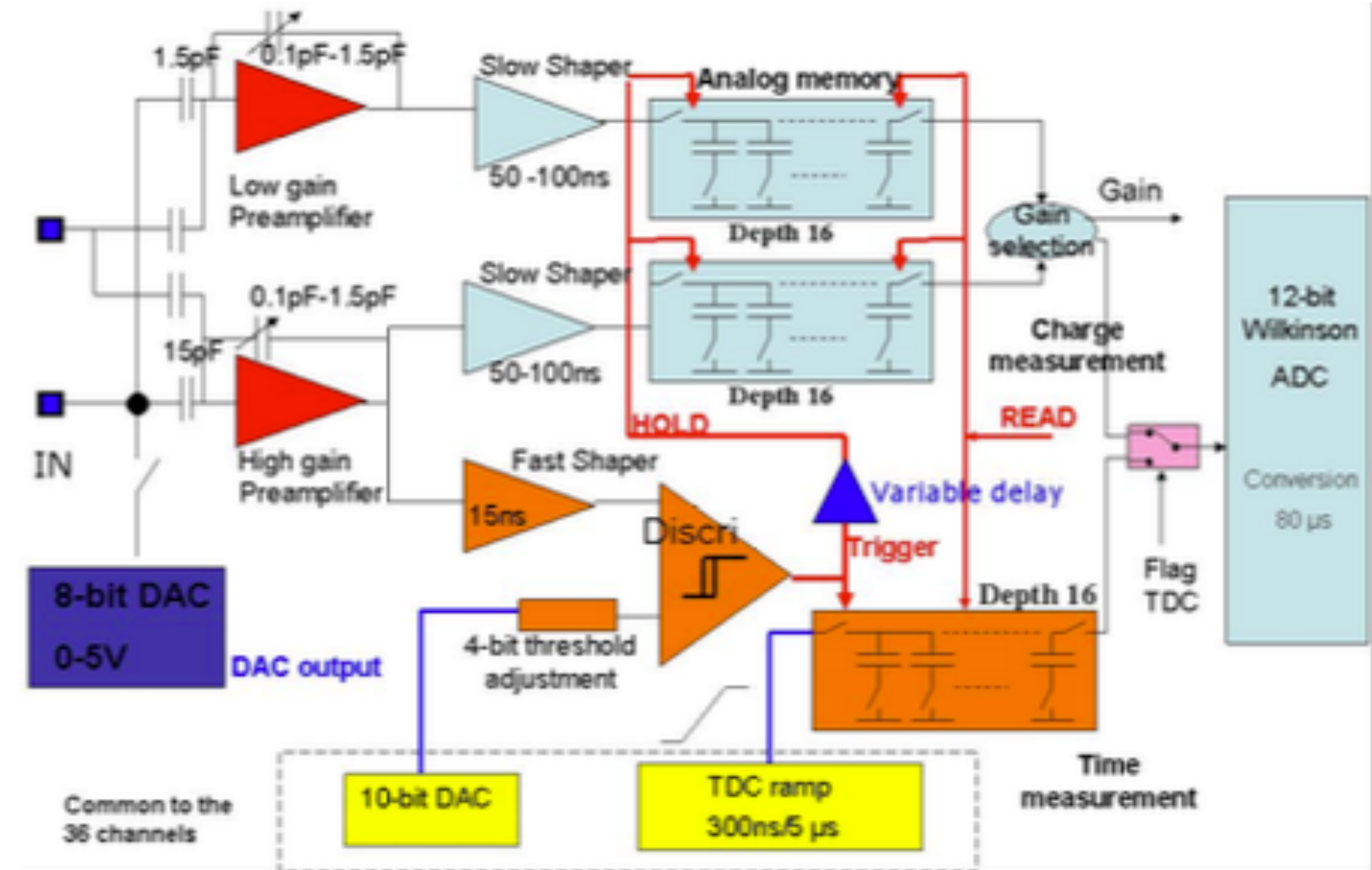


Figure 53. Schematic diagram of one channel of SPIROC2.

# まとめ ILCカロリメータ

加速器＋測定器の大枠：国際共同研究

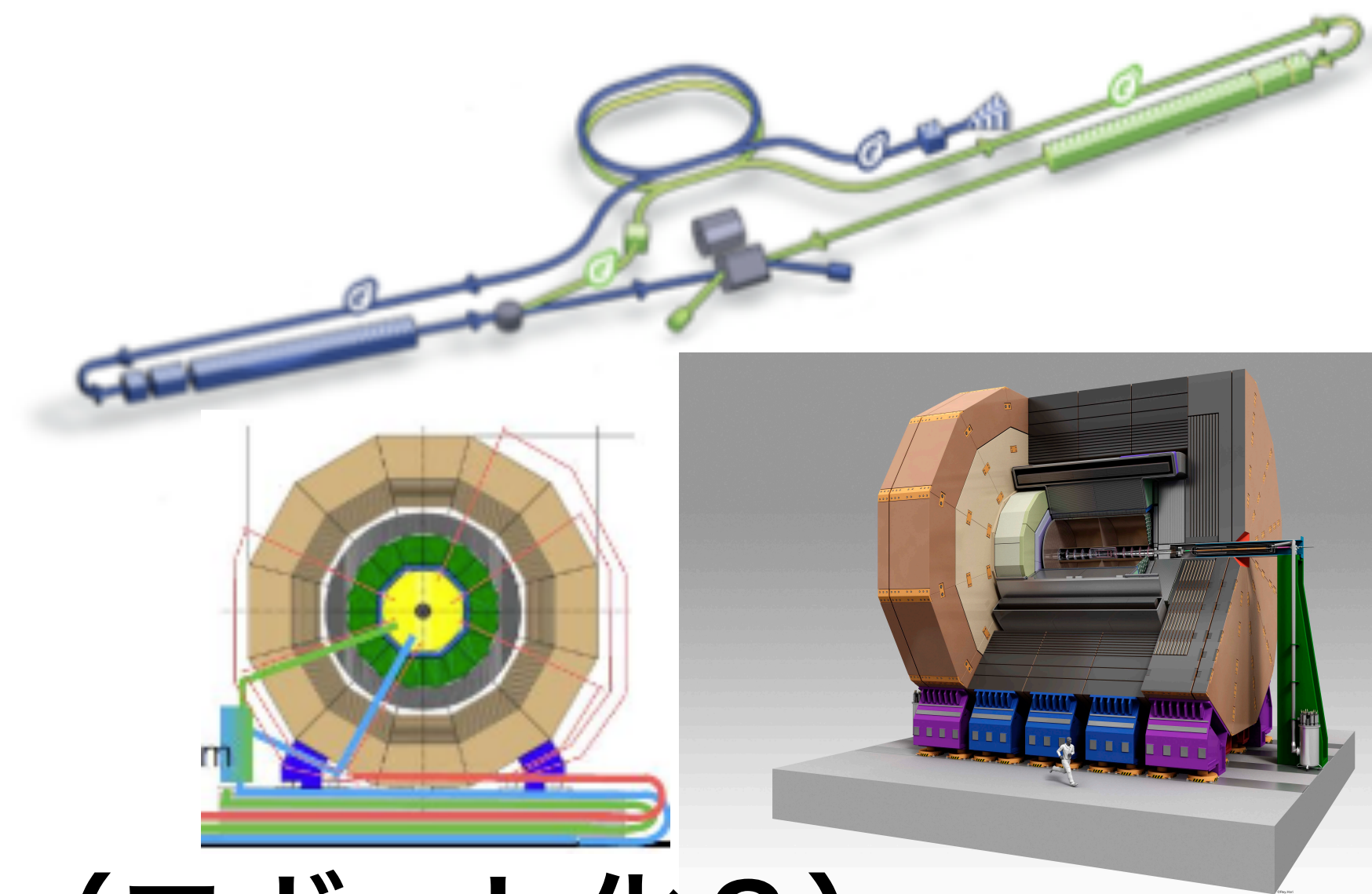
実測定器のための大量生産システムの開発（ロボット化？）

部分の測定器テストシステムの構築

さらなる性能向上のための開発研究

現状の改善 (scintillator, photo-sensor, TDC)

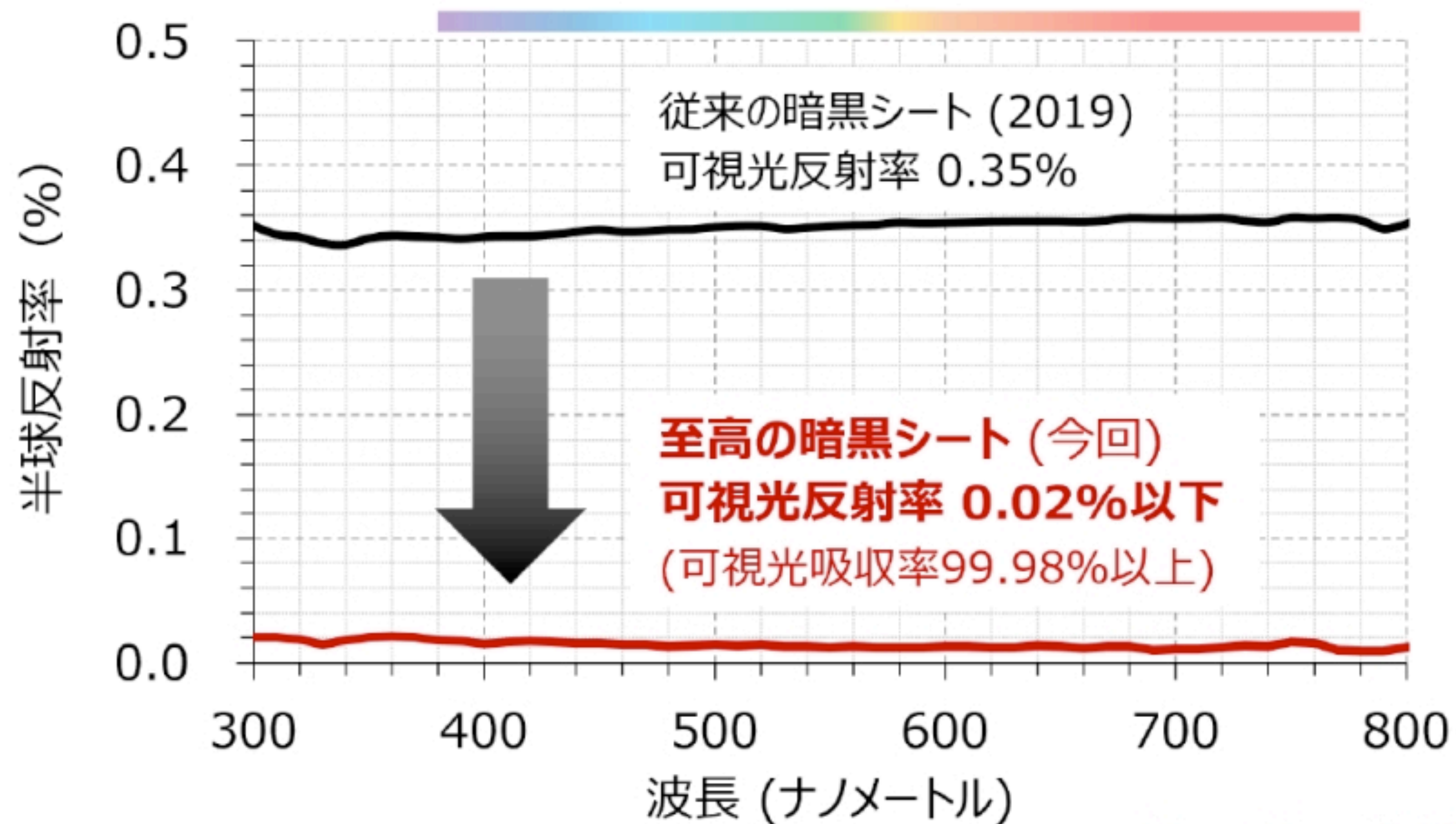
新技術導入 (RPC/GEM/ $\mu$ megas+gasPM)





# 産総研の光関連開発研究例

## 至高の暗黒シートの可視光反射率



※Science Advances誌に掲載された図を改変。  
クリエイティブ・コモンズ・ライセンス (表示4.0国際)