

ガス2次元中性子検出器開発について

原子力機構

藤健太郎、坂佐井馨

中村龍也、曾山和彦

日本アドバンステクノロジー 山岸秀志

toh.kentaro@jaea.go.jp

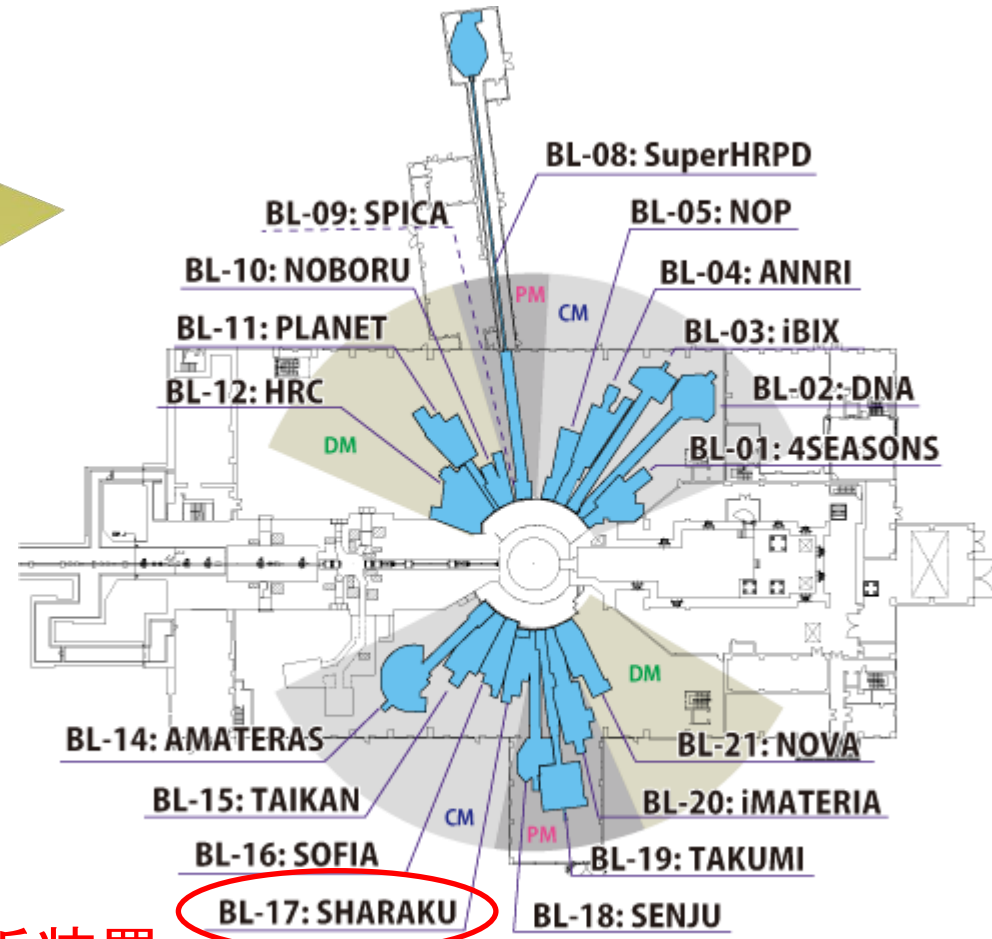
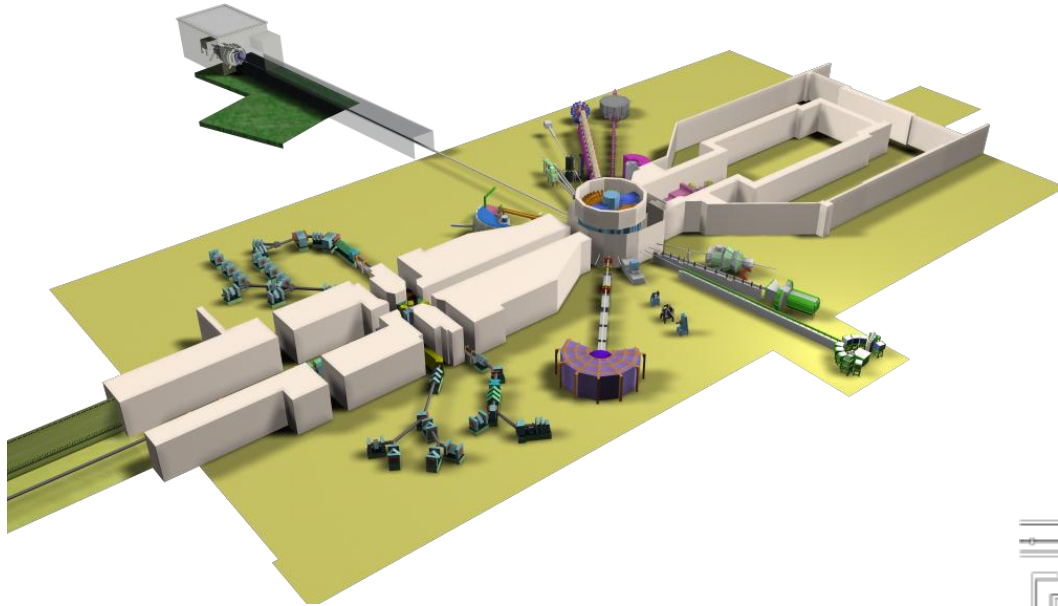
ガス2次元中性子検出器開発について

1. **BL17中性子検出器概略**
2. 信号処理回路評価
 テスト信号
 中性子
3. シミュレーション
4. まとめ

MLF

J-PARC/MLF

- ミュオン実験ライン
- 中性子による分析装置群



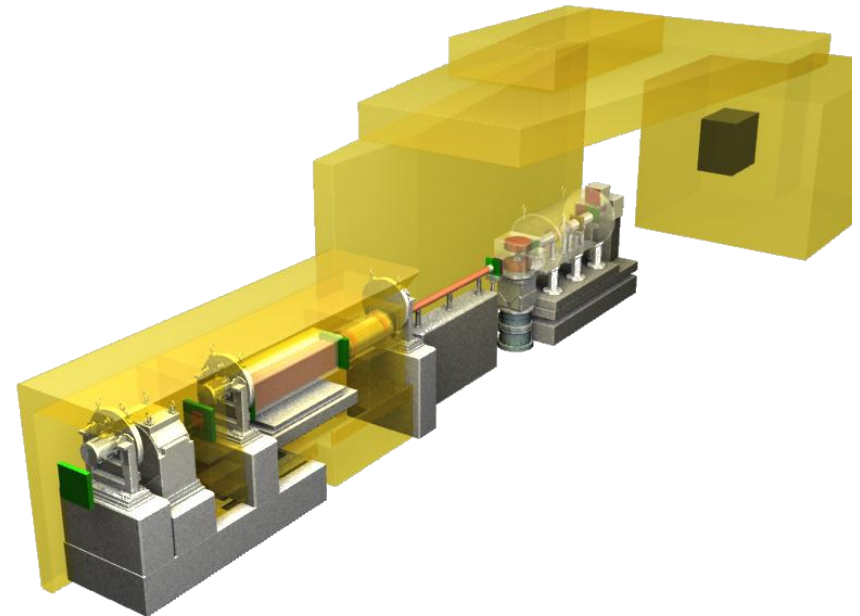
BL17 階層構造解析装置

MLF BL17 detector

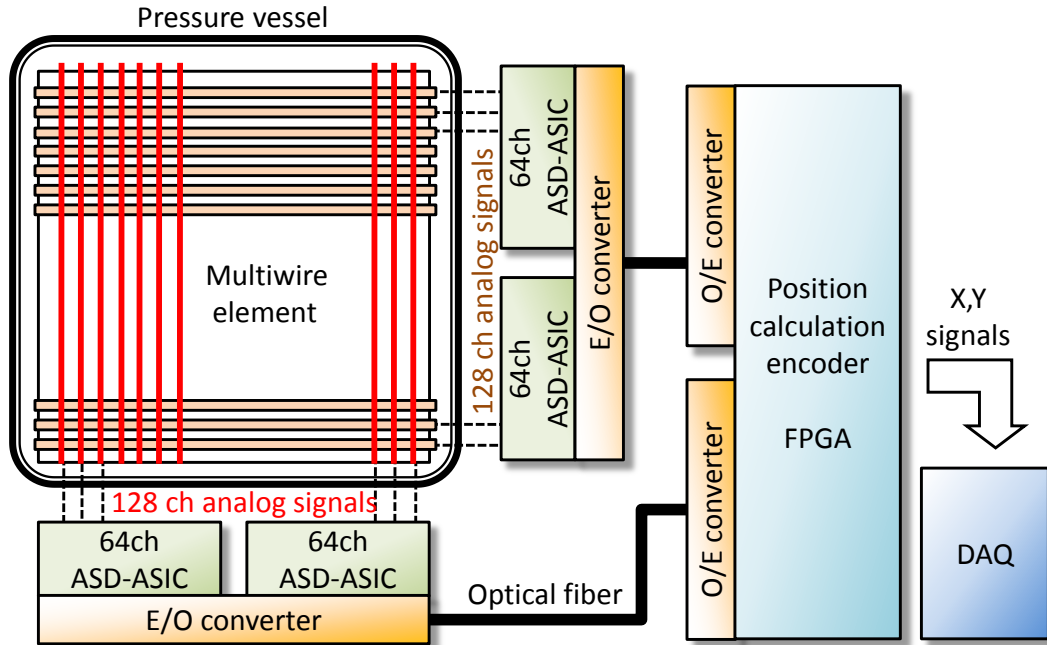
BL17 neutron detectors

- Gas-based detector
 - 0D Counter
 - **2D multiwire type**
- Scintillation-based 2D detector
 - Wavelength shifting fiber
 - Position-sensitive PMT

BL17 階層構造解析装置



MLF BL17 detector



個別読み出し

個々の信号線で増幅・波形整形・波高弁別を行う

→ 多チャンネル微小信号の高速処理

- ASIC, FPGAによる信号処理

ASIC: application specific integrated circuits

FPGA: field programmable gate array

光信号伝送

シリカコア光ファイバ用いた信号伝送

→ 検出器ヘッド部の絶縁

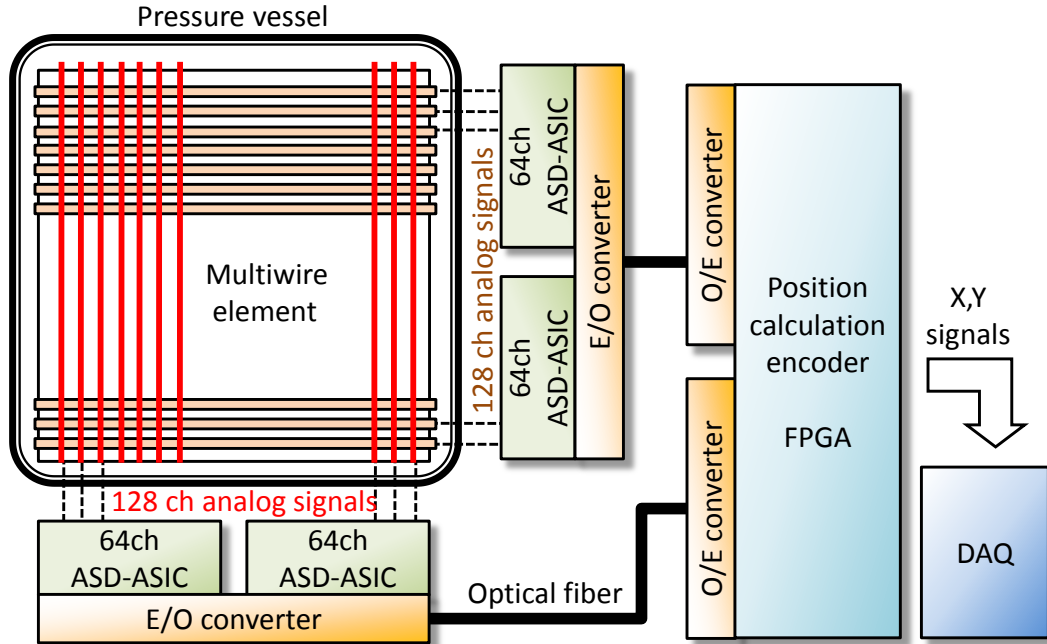
広帯域の長距離信号伝送

【Pressure vessel】 耐ガス圧：8気圧

【ASD board】 増幅・波形整形・波高弁別によりアナログ信号をデジタル信号に変換

ASD: amplifier-shaper-discriminator

MLF BL17 detector



Pressure vessel

Withstanding up to 8 atm

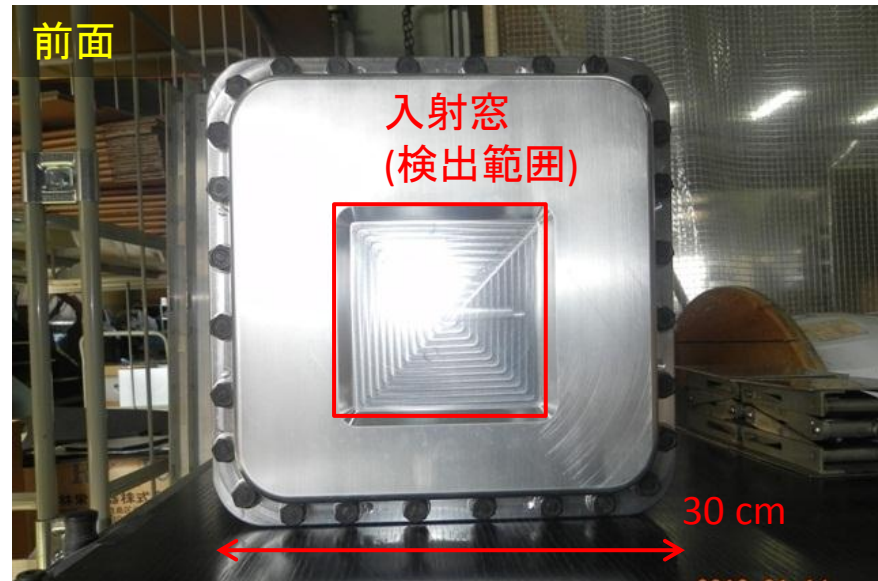
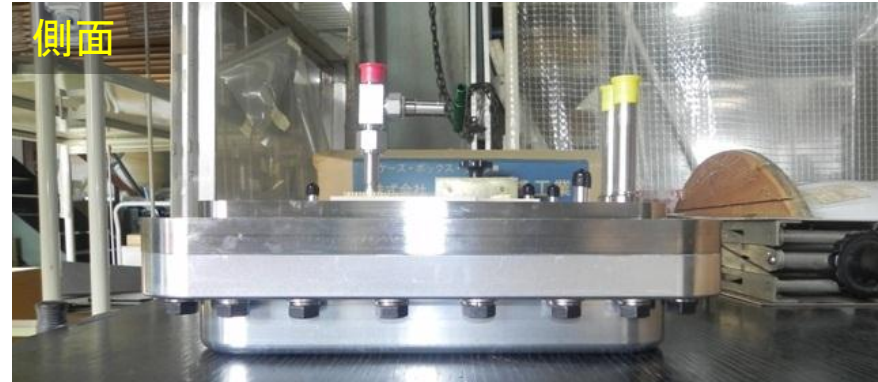
Amp.-Shaper-Discrim. ASIC

64 ch / 1 chip

E/O-O/E devices

Clock for FPGA: 100 MHz

Fused silica core optical fiber

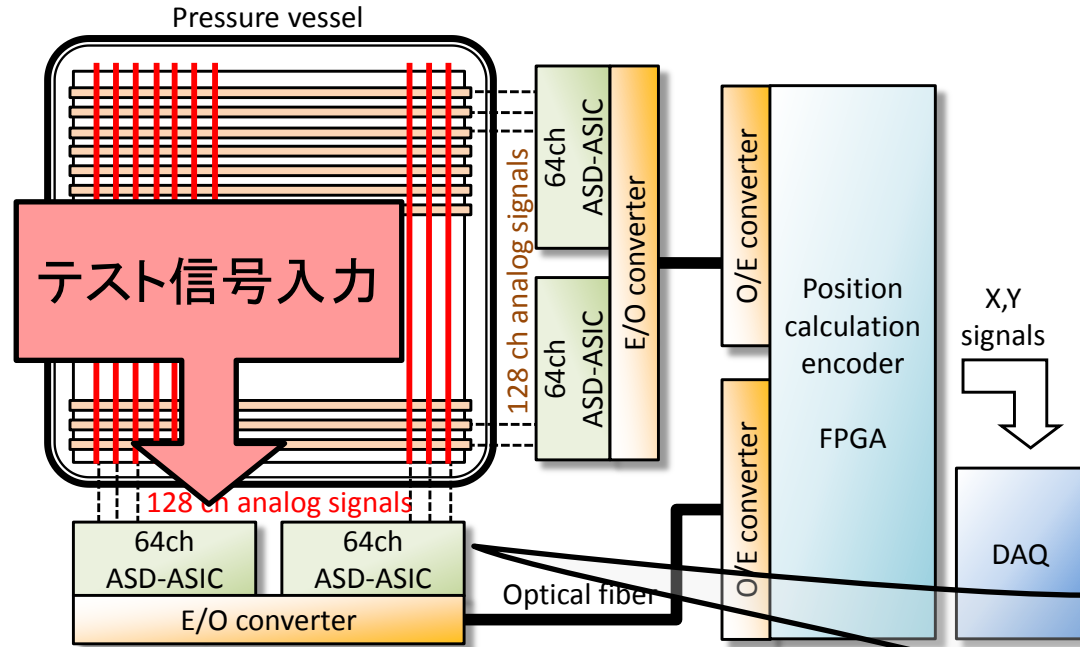


System

ガス2次元中性子検出器開発について

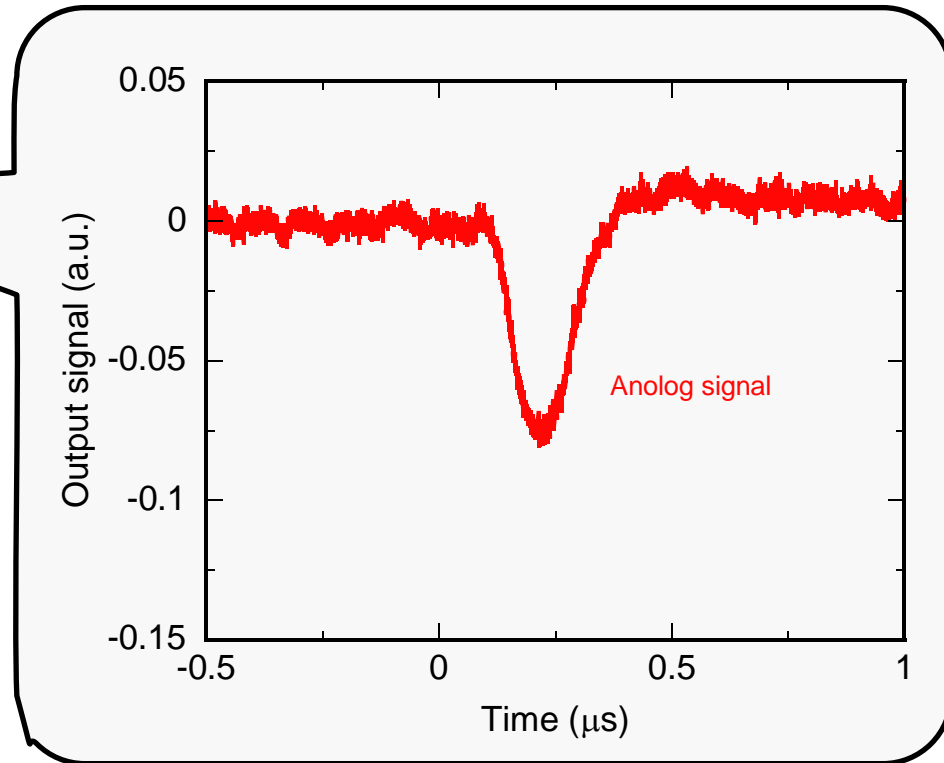
1. BL17中性子検出器概略
2. 信号処理回路評価
テスト信号
中性子
3. シミュレーション
4. まとめ

Operation test of signal processing

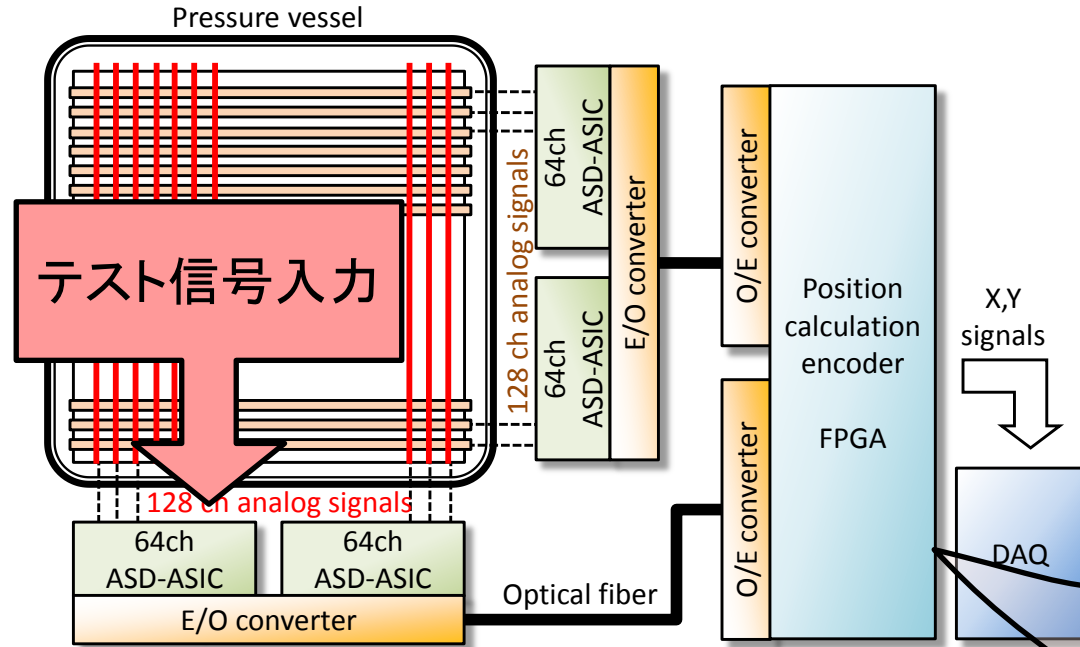


ASD-ASICから出力されるアナログ波形

- FWHM: 180 ns
- 十分なS/N

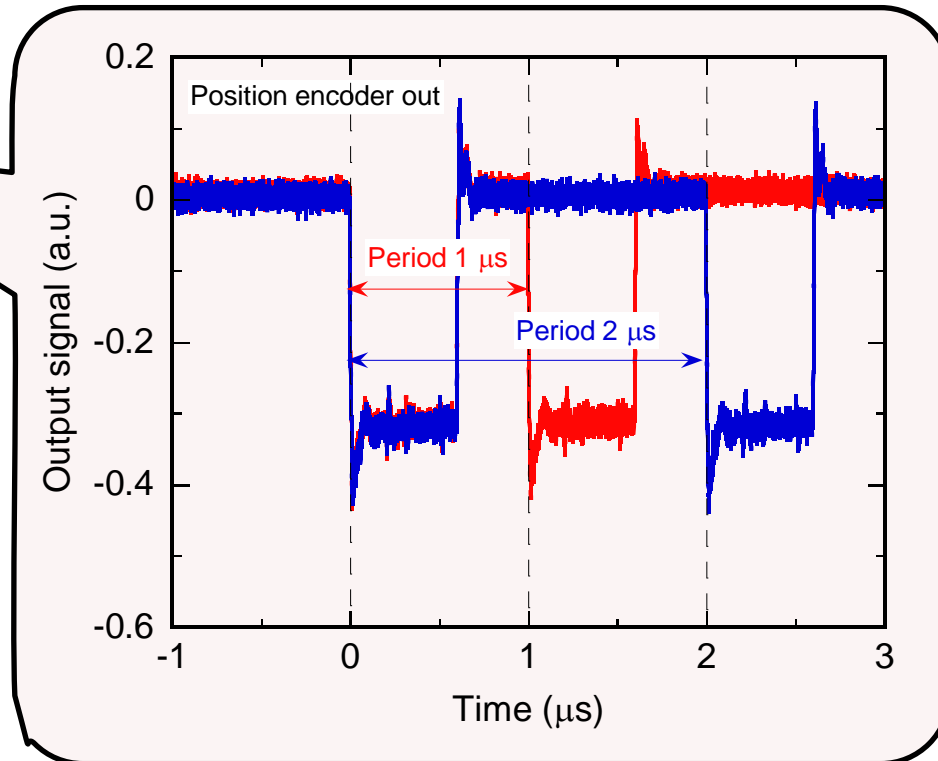


Operation test of signal processing

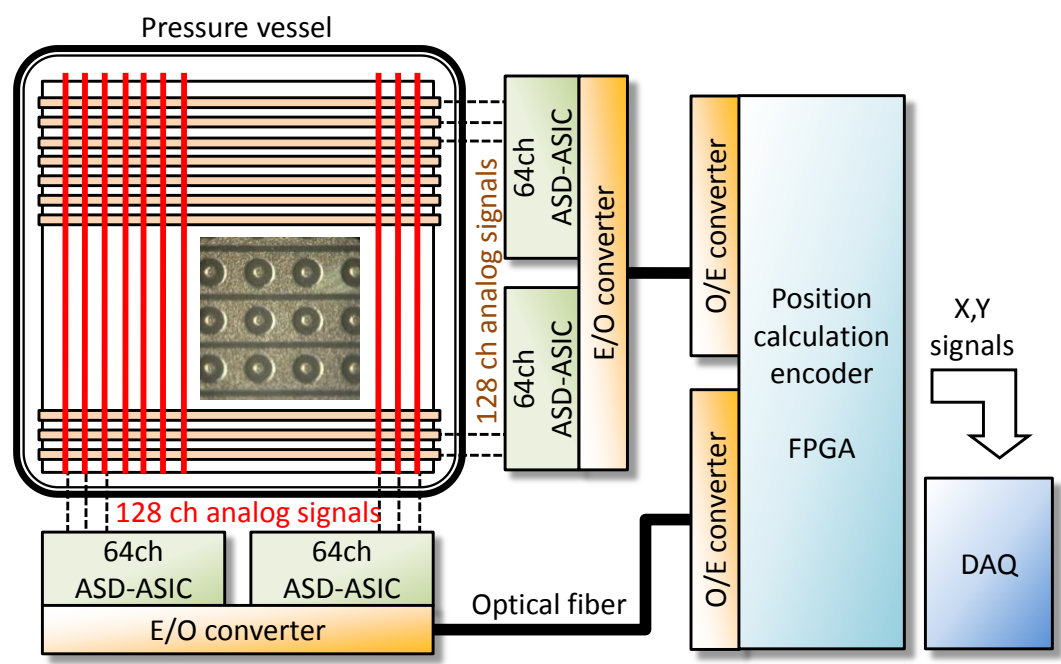


エンコーダから出力されるデジタル波形

- 1イベントの信号処理時間
< $1 \mu\text{s}$

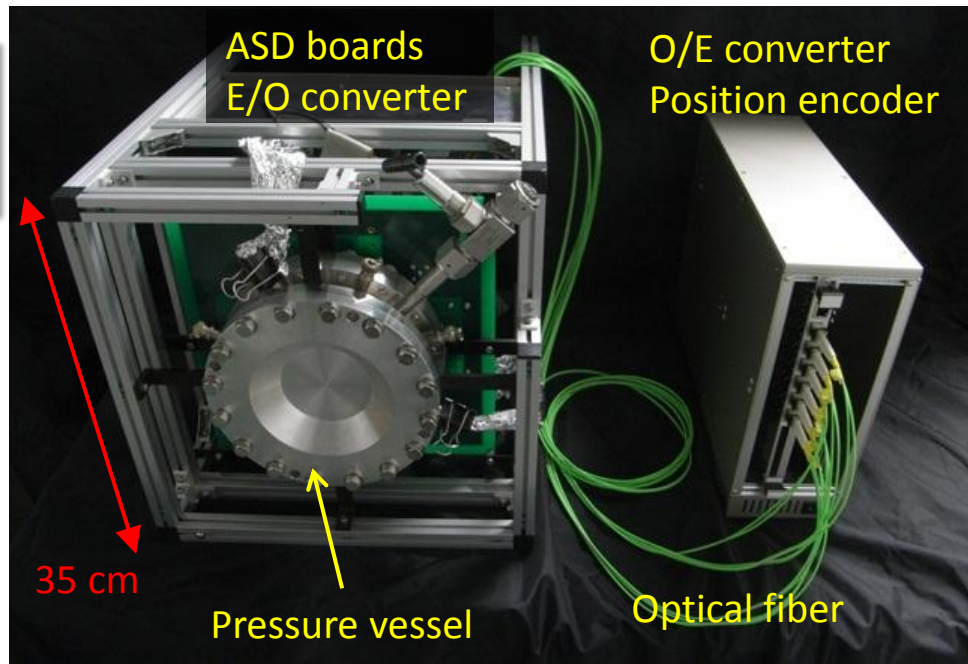


Operation test of signal processing



Transmission loss: < 1 dB/km

信号処理回路による位置エンコード等の動作試験

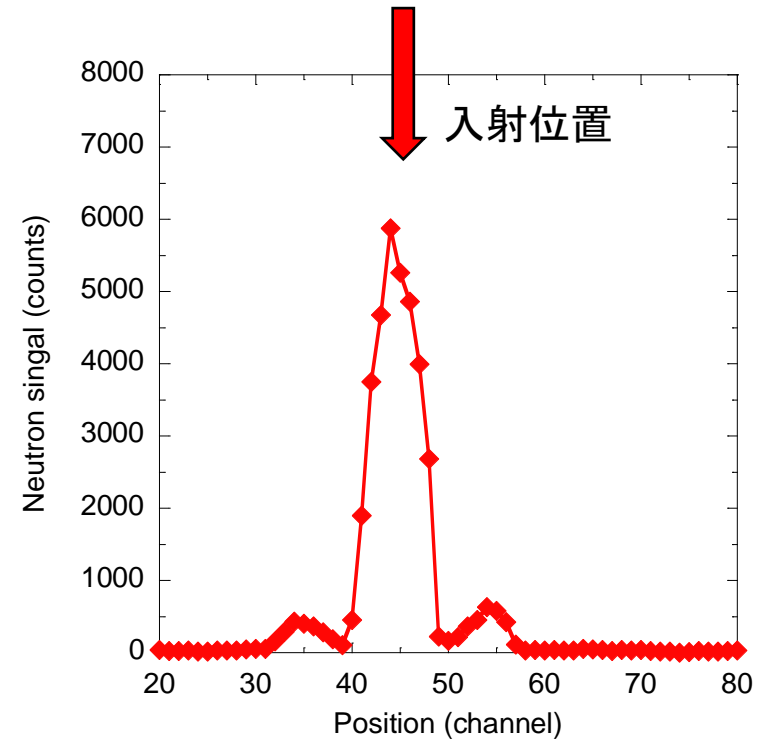
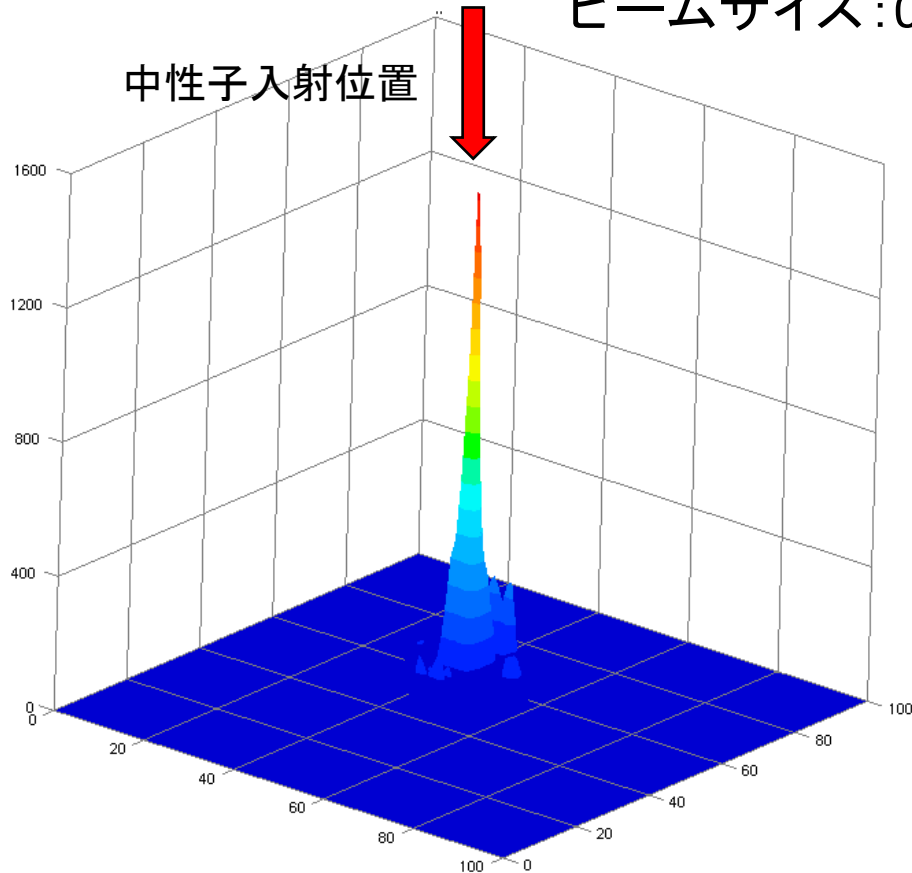


Detector system

Operation test of signal processing

コリメートされた中性子を用いた
イメージング試験

JAEA JRR-3
ビームサイズ: 0.3 mm ϕ



- 入射位置に対応した位置応答
→ 正常なエンコード

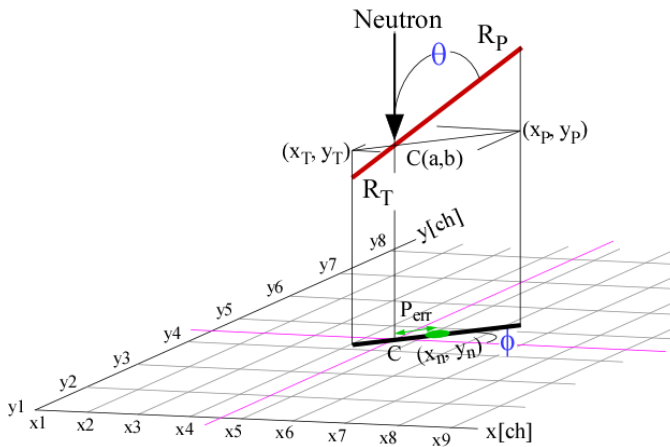
ガス2次元中性子検出器開発について

1. BL17中性子検出器概略
2. 信号処理回路評価
テスト信号
中性子
3. シミュレーション
4. まとめ

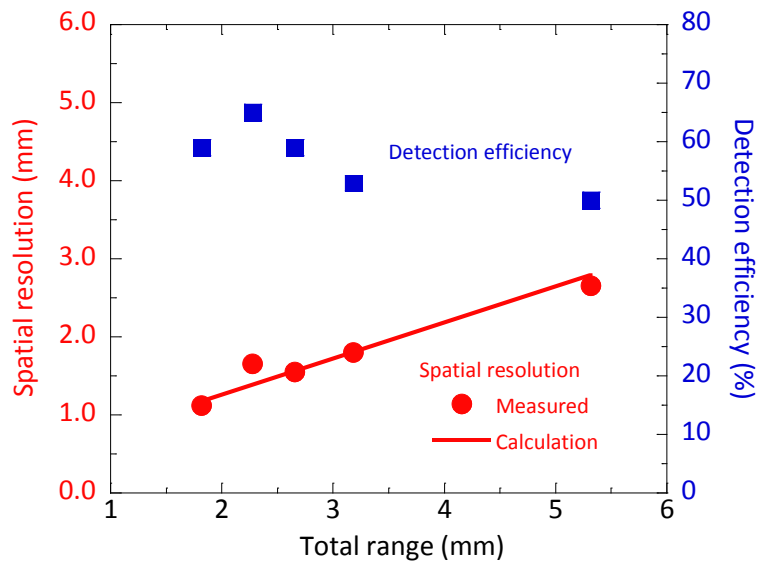
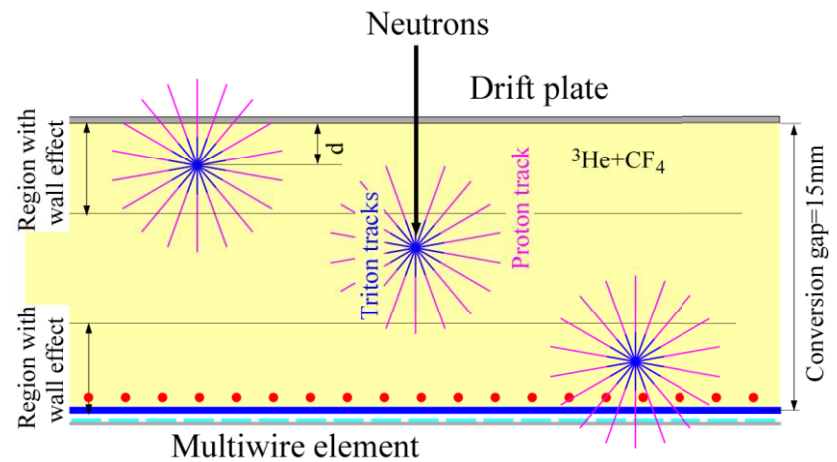
Simulation for BL17 detector

検出器の動作を模擬するシミュレーションプログラムを製作

- 任意のガス条件で検出器の二次元応答分布を計算

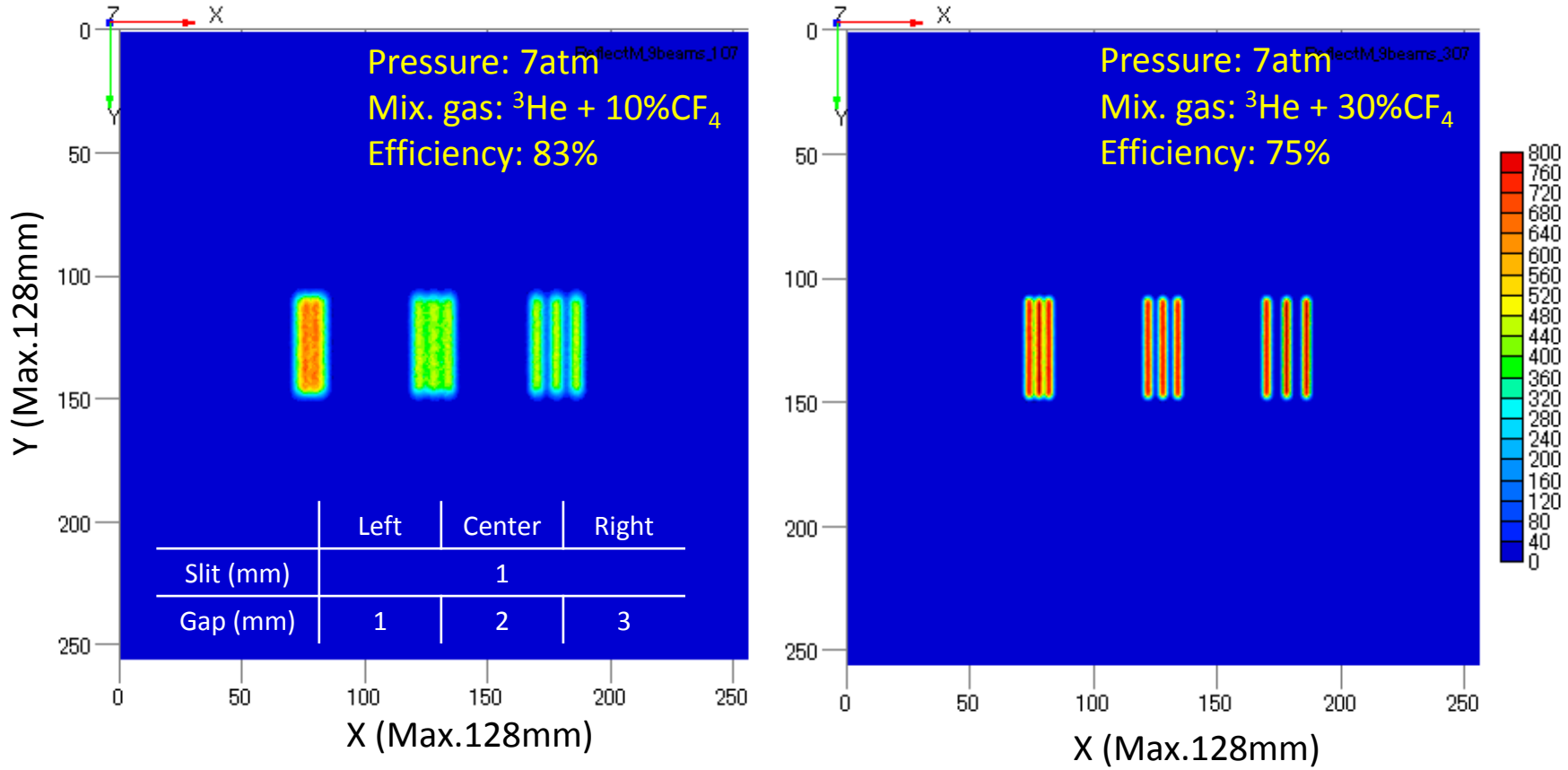


Gas condition		Range of secondary particles (mm)	Simulation results		Experimental Spatial resolution (mm FWHM)
Total (atm)	CF ₄ (%)		Detection efficiency (%)	Spatial resolution (mm FWHM)	
4	20	5.32	50	2.80	2.65
5	30	3.19	53	1.79	1.80
6	30	2.66	59	1.56	1.55
7	30	2.28	65	1.37	1.65
7	40	1.82	59	1.19	1.12



Simulation for BL17 detector

検出器の動作を模擬するシミュレーションプログラムを製作



ガス条件により検出器性能は大きく変化

開発したプログラムにより、検出器構造、ガス条件を導出

Summary

- マルチワイヤ素子を用いた個別読み出し型ガス二次元中性子検出器システムを製作中、今年度末にBL17に納入予定
- 信号処理システムの正常動作を確認
- シミュレーションプログラムによりガス条件を決定

