

# J-PARCイメージングビームラインの 建設状況について

日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター 篠原 武尚  
甲斐 哲也  
○飯倉 寛



# 「物質情報3次元可視化装置」の建設



## 世界初のパルス中性子イメージング専用ビームライン

**コンセプト** 本格的なエネルギー分析型中性子イメージング装置  
・パルス中性子の特徴を活かして高効率・高精度の測定  
→ 観測対象の構成核種情報・結晶組織情報・温度情報・磁場情報...

### 高性能中性子ラジオグラフィ装置

- ・100mm□～300mm□のビームサイズ、広い範囲でL/D値を選択可能
- ・FOVと空間分解能に応じて検出器を選択可能
- ・高速CT再構成用計算環境を整備

## スケジュール

2010年	装置検討開始
2010年7月	パルス中性子イメージングライン研究会開催
2010年9月	実験装置提案書合格
2012年4月	共用促進法に基づき予算化・装置建設を開始(3年〇債)
2012年5月	国際アドバイザー委員会開催
2012年9月	実験装置詳細計画書合格 第2回パルス中性子イメージング研究会開催
2013年度より	機器の詳細設計・建設を開始
2014年度後期	建設完了・コミッショニング開始 順次共用課題を実施予定

要求性能	E or $\lambda$ resolution	E or $\lambda$ range	Spatial resolution	Beam size	L/D	Comments
Bragg-edge	$\Delta\lambda/\lambda < 0.2\%$	$\lambda < 7 \text{ \AA}$ Thermal & cold neutrons	$< 1\text{mm}$	$> 100 \times 100 \text{ mm}^2$	1000	Large experimental area is necessary for various sample accessories.
Resonance absorption	$\Delta\lambda/\lambda < 1\%$	$1 < E < 1000 \text{ eV}$ Fast and Epithermal neutrons	$< 1\text{mm}$	$> 100 \times 100 \text{ mm}^2$	1000	Higher energy neutrons are preferable.
Polarization	$\Delta\lambda/\lambda < 0.2\%$	$\lambda < 9 \text{ \AA}$ Thermal & cold neutrons	$< 1\text{mm}$	$50 \times 50 \text{ mm}^2$ (cross section of polarizing devices)	$> 1000$	$\lambda$ range depends on the magnitude of field integral
Conventional	none	-	$> 10 \mu\text{m}$	$300 \times 300 \text{ mm}^2$	Variable (L/D $> 100$ is at least necessary.)	Large experimental area

→ 強度重視の測定と分解能を必要とする測定の両立が必要

・波長分解能を実現しつつ、大強度を確保する

→ BL22 非結合型モデレータを選択

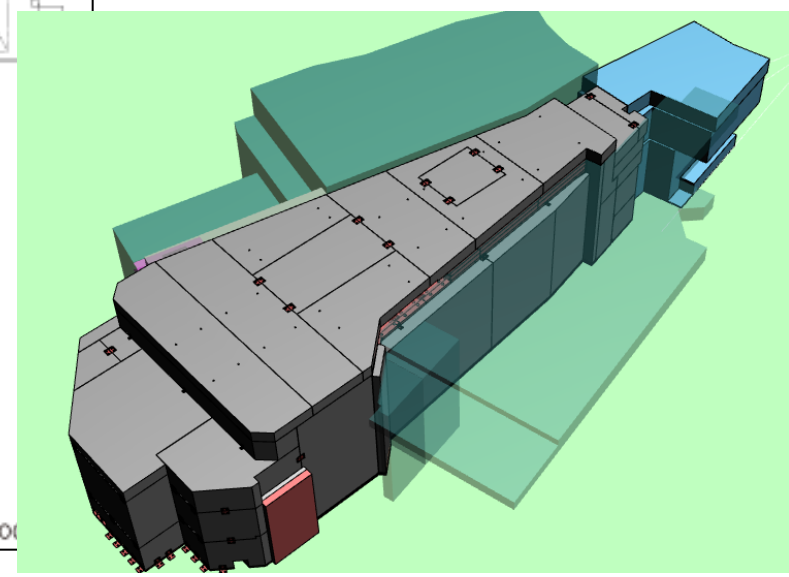
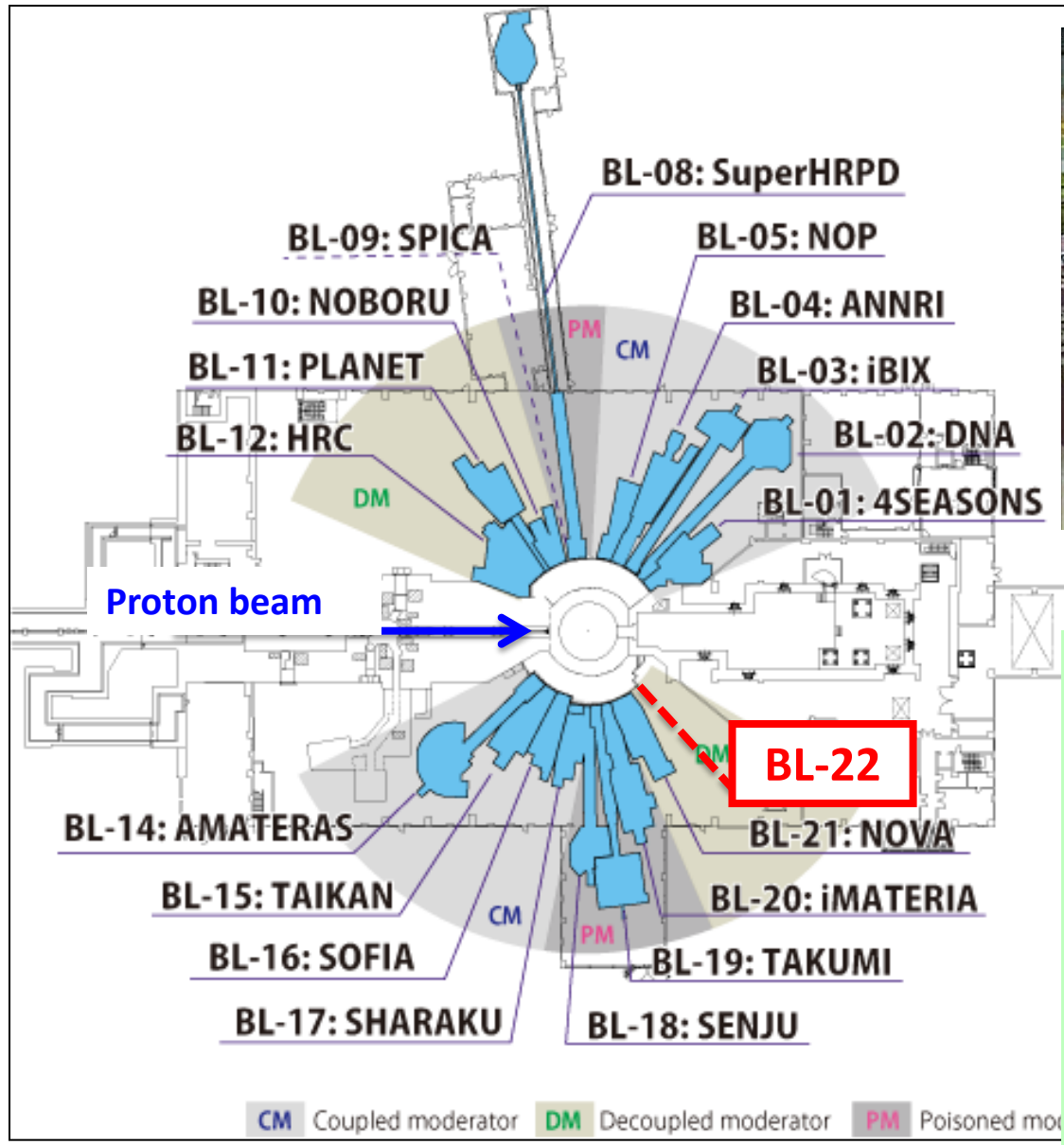
・大きなビームサイズ、高い波長分解能が欲しい・・・ 試料位置をできるだけ下流に

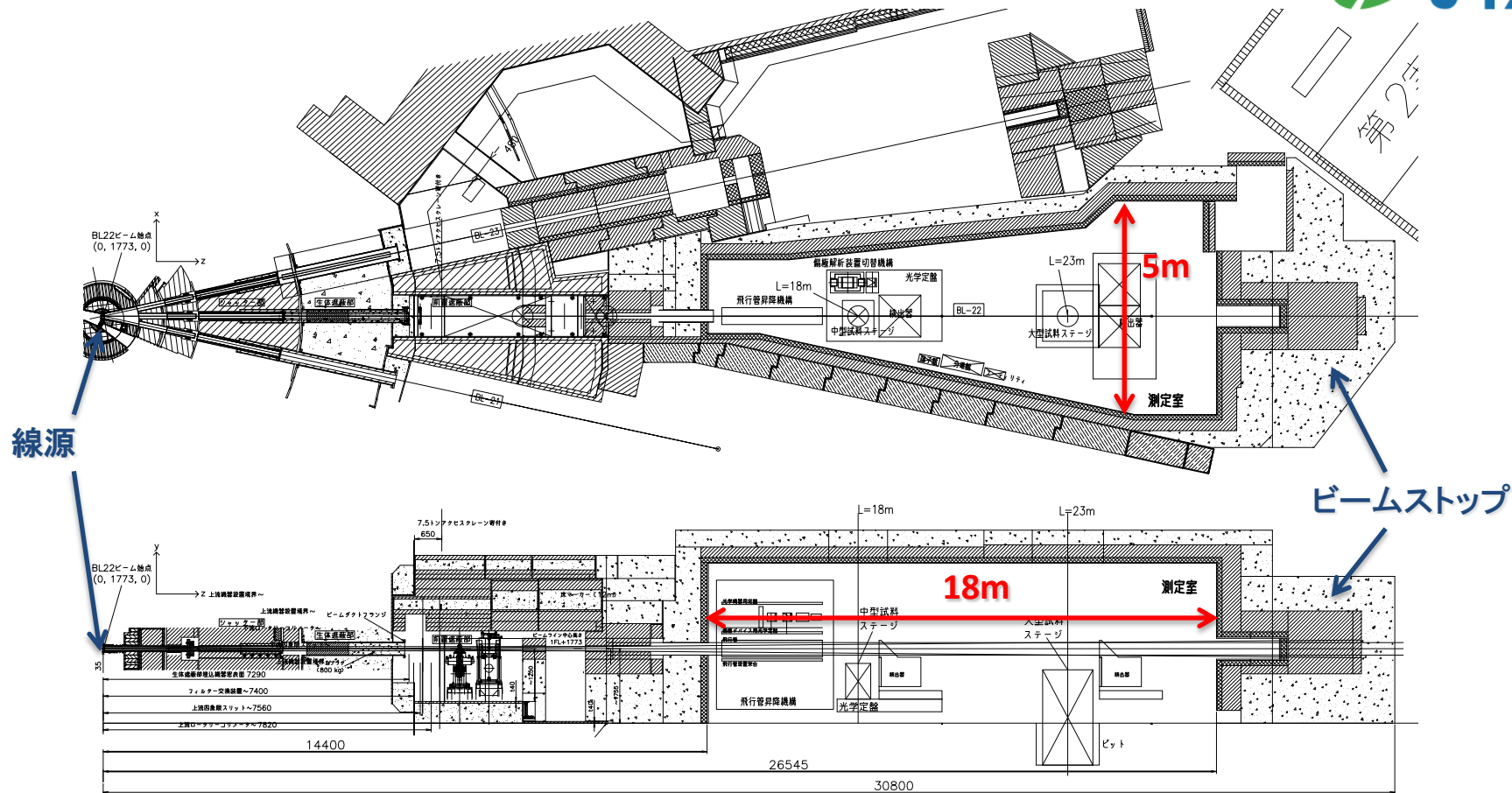
・大きな中性子束、広い波長範囲を利用したい・・・ 試料位置をできるだけ上流に

→ 複数の試料位置が必要

・実験条件、試料サイズに適したビームサイズと空間分解能が必要

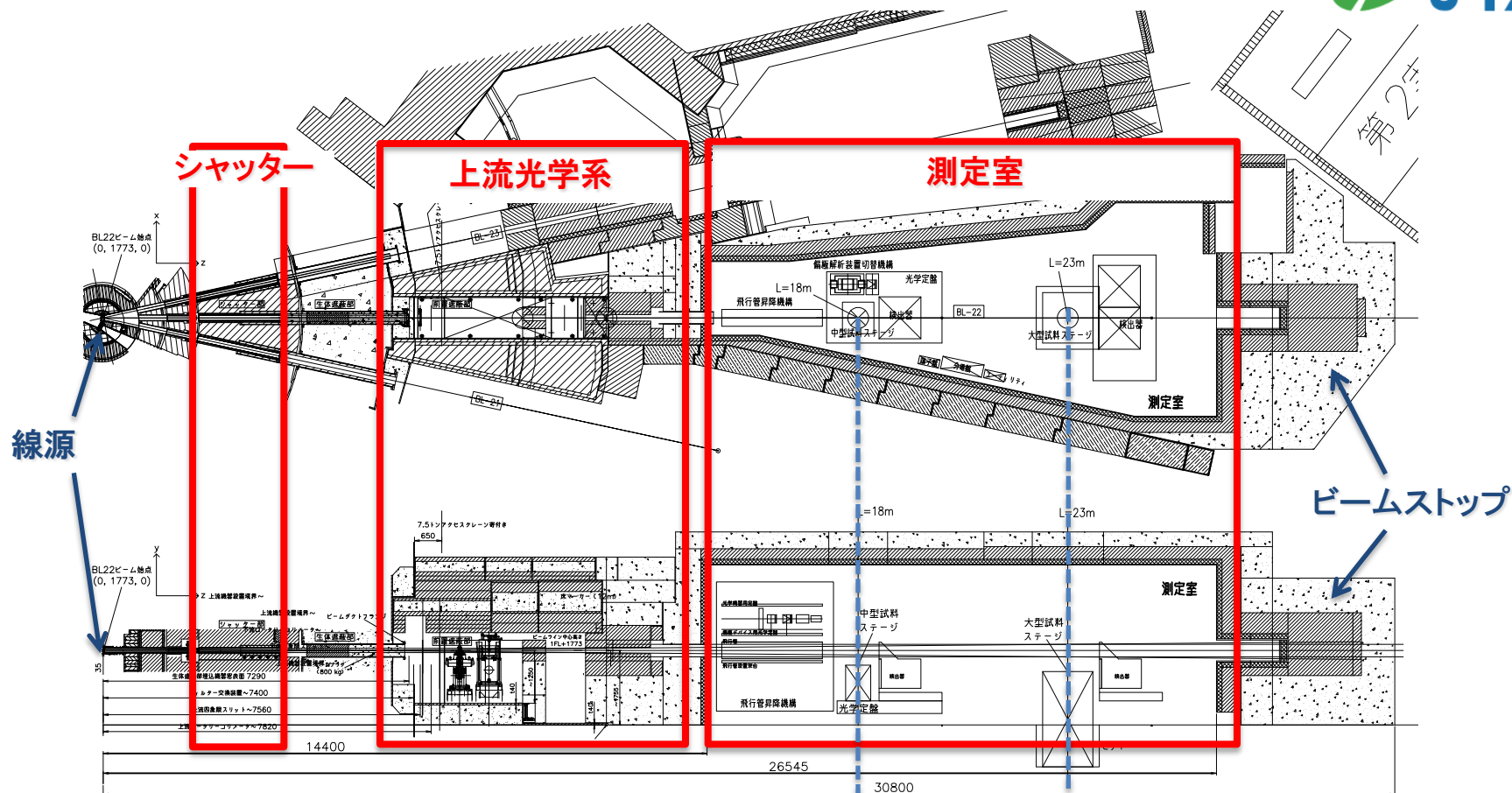
→ 広い測定空間の確保、適切なコリメータを選択可能





L=18m: 波長範囲: $\lambda < 8.8 \text{ \AA}$ 、波長分解能: $\Delta\lambda/\lambda = 0.26\%$   
 中性子強度: $9.8 \times 10^7 \text{ n/sec/cm}^2$  (L/D=180)

L=23m: 波長範囲: $\lambda < 6.9 \text{ \AA}$ 、波長分解能: $\Delta\lambda/\lambda = 0.20\%$   
 中性子強度: $5.8 \times 10^7 \text{ n/sec/cm}^2$  (L/D=230)

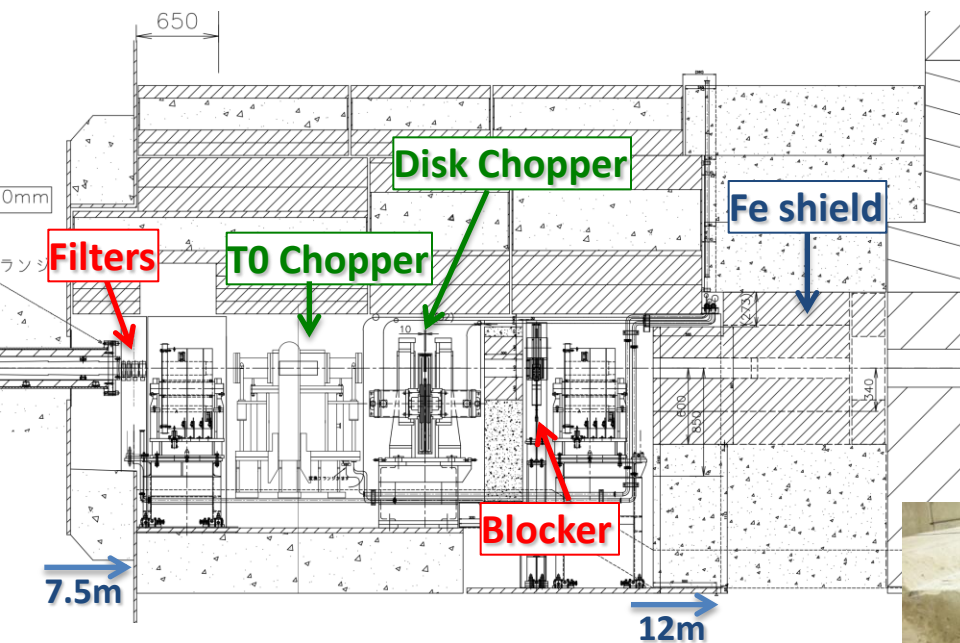


1st Sample Position (L=18m)

2nd Sample Position (L=23m)

L=18m: 波長範囲:  $\lambda < 8.8 \text{ \AA}$ 、波長分解能:  $\Delta\lambda/\lambda = 0.26\%$   
 中性子強度:  $9.8 \times 10^7 \text{ n/sec/cm}^2$  (L/D=180)

L=23m: 波長範囲:  $\lambda < 6.9 \text{ \AA}$ 、波長分解能:  $\Delta\lambda/\lambda = 0.20\%$   
 中性子強度:  $5.8 \times 10^7 \text{ n/sec/cm}^2$  (L/D=230)



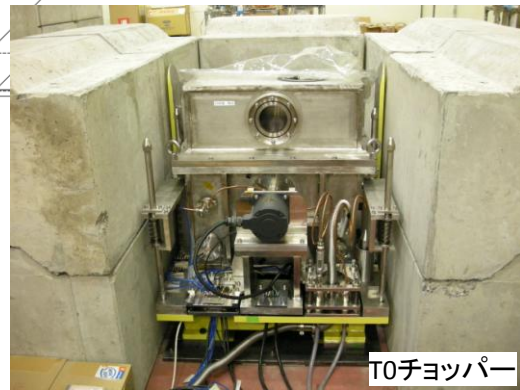
## ✓チョッパー機器

ダブルディスクチョッパー → 波長範囲を規定  
25/12.5Hz

T0 チョッパー  
→ 高速中性子を除去  
25/50Hz



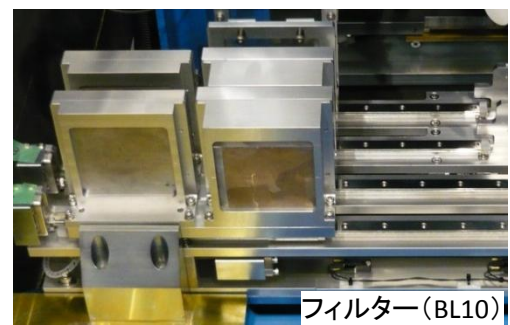
低速チョッパー



T0チョッパー



ロータリーコリメータ(BL10)



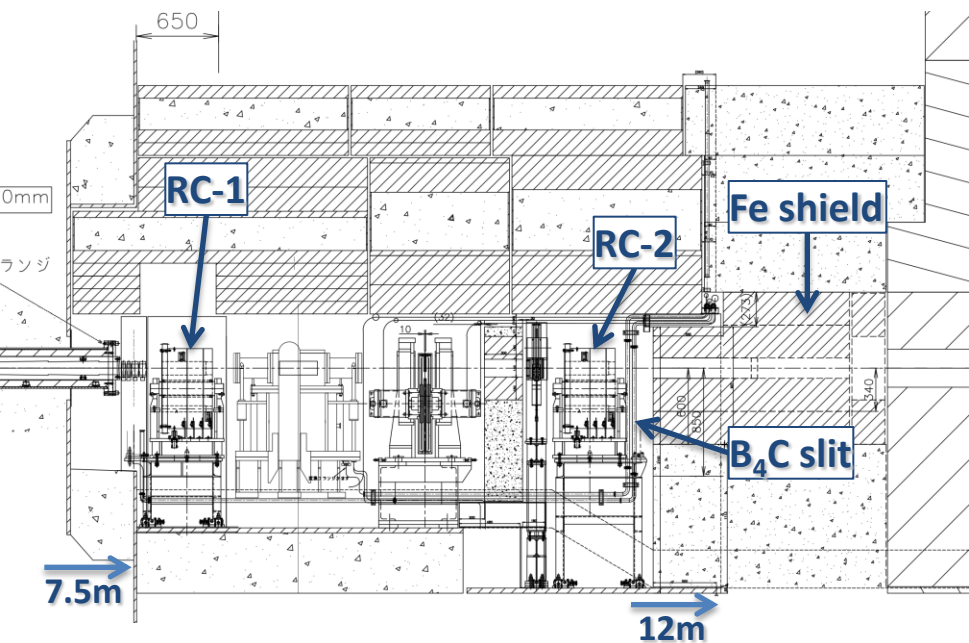
フィルター(BL10)

## ✓フィルター

- Pb : ガンマ線除去
- Cd : 低エネルギー中性子除去
- ポリエチレン : 中性子強度減衰

## ✓中性子ブロッカー(高速シャッター)

不要なビーム照射による放射化を防ぐ



- ✓シャッター内コリメータ (L=3m, 4.3m)  
250~300mm角の大面積ビーム
- ✓ロータリーコリメータ-1 (L=8m)  
4種類の大きさのコリメータを選択可能
- ✓ロータリーコリメータ-2 (L=8m)、B<sub>4</sub>Cスリット  
入射ビームサイズの調整

試料-検出器間距離が100mmとすると...  
 $100/(L/D \text{ 値}) = \text{空間分解能 (mm)}$

## 選択可能なL/D値とビームサイズ

	Collimator	100x100	Shutter section		Rotary Collimator		
			50.1mmφ at 3.1m	26.4mmφ at 4.3m	15mmφ at 8m	5mmφ at 8m	2mmφ at 8m
L=18m	L/D	180	298	520	667	2000	5000
	Beam Size	100 mm	173 mm	221 mm	91 mm	113 mm	120 mm
L=23m	L/D	230	398	720	1000	3000	7500
	Beam Size	100 mm	250 mm	300 mm	144 mm	173 mm	181 mm
Relative Flux		100	30	9.6	5.3	0.59	0.09



## ・試料ステージ → 3種類のステージを整備

大型試料ステージ:L=23m位置

駆動軸:θ( $\pm 173^\circ$ )、X、Y、Z( $\pm 300\text{mm}$ )

耐荷重:約1.0t テーブルサイズ:700mm-φ/1.2×1.2m<sup>2</sup>

中型試料ステージ:L=18m位置付近に設置

駆動軸:θ、X、Y、Z、スィベル(2軸)

耐荷重:600kg テーブルサイズ:700mm-φ/300mm-φ

小型試料ステージ:CT用、中型・大型試料ステージ上に設置

駆動軸:θ、スィベル(2軸)

耐荷重:10kg テーブルサイズ:100mm-φ

## ・恒温チェンバー

内寸600mmW×600mmT×900mmH程度

回転ステージ

恒温・恒湿チェンバー:室温付近で温度および湿度を調整可能(植物等を対象)

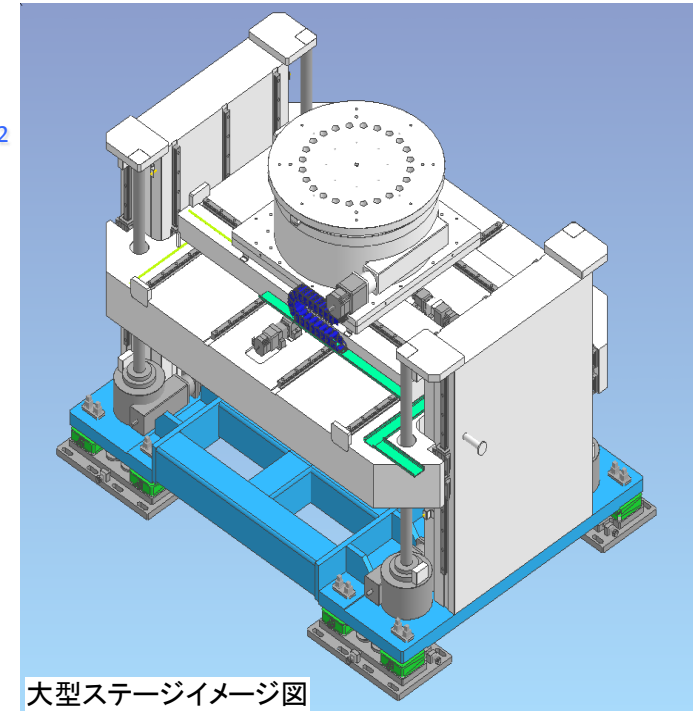
特殊環境チェンバー:-30~80°Cまでの範囲で温度調整可能。希ガス置換可能

## ・光学定盤(L=17~20m)

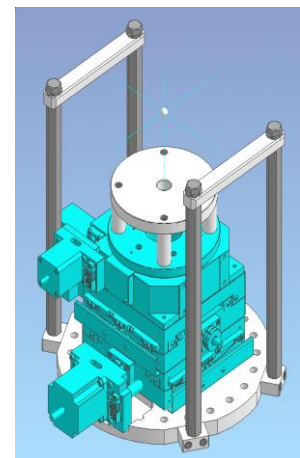
L=18m付近に設置。中型ステージでの実験、偏極実験用。

## ・ビームパス切替機構(L=15~17m)

昇降機構により、偏極用機器/ヘリウムビームパス/他の光学機器を切替え。



大型ステージイメージ図

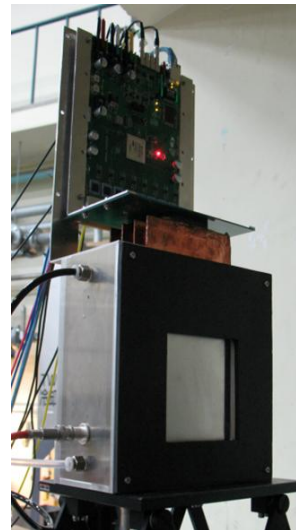
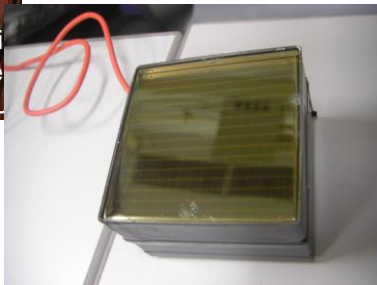
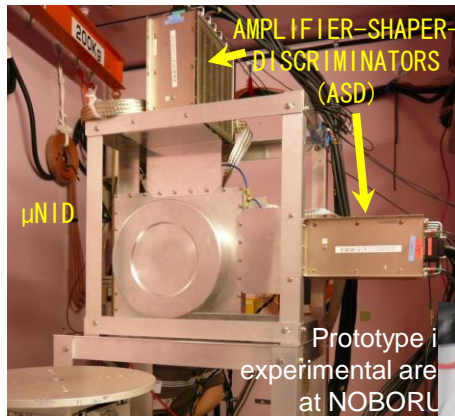


小型ステージイメージ図

## 計数型2次元検出器とカメラ型検出器を複数整備し、実験目的に応じて選択

- ・計数型検出器 ... **高時間分解能(10nsec)**
  - ピクセル検出器 (検出面サイズ: 50mm × 50mm 空間分解能: 3mm)
  - GEM検出器 (検出面サイズ: 100mm × 100mm 空間分解能: 1mm程度)
  - μPIC検出器 (検出面サイズ: 100mm × 100mm 空間分解能: 0.2mm程度)
- ・カメラ型検出器 ... **高空間分解能(> 10μm)**
  - 高速度カメラ(信号積算型) → パルスに同期して信号を積算  
画素数480 × 480pix、時間チャンネル: 84 or 168、時間分解能: 1usec以上
  - 高精細カメラ → 通常のラジオグラフィ用 (単色/白色での撮像)  
画素数2k × 2kピクセルの冷却型CCD

中性子-光変換: 中性子イメージンテンシファイア、シンチレータをそれぞれ整備





利用相談をお待ちしております