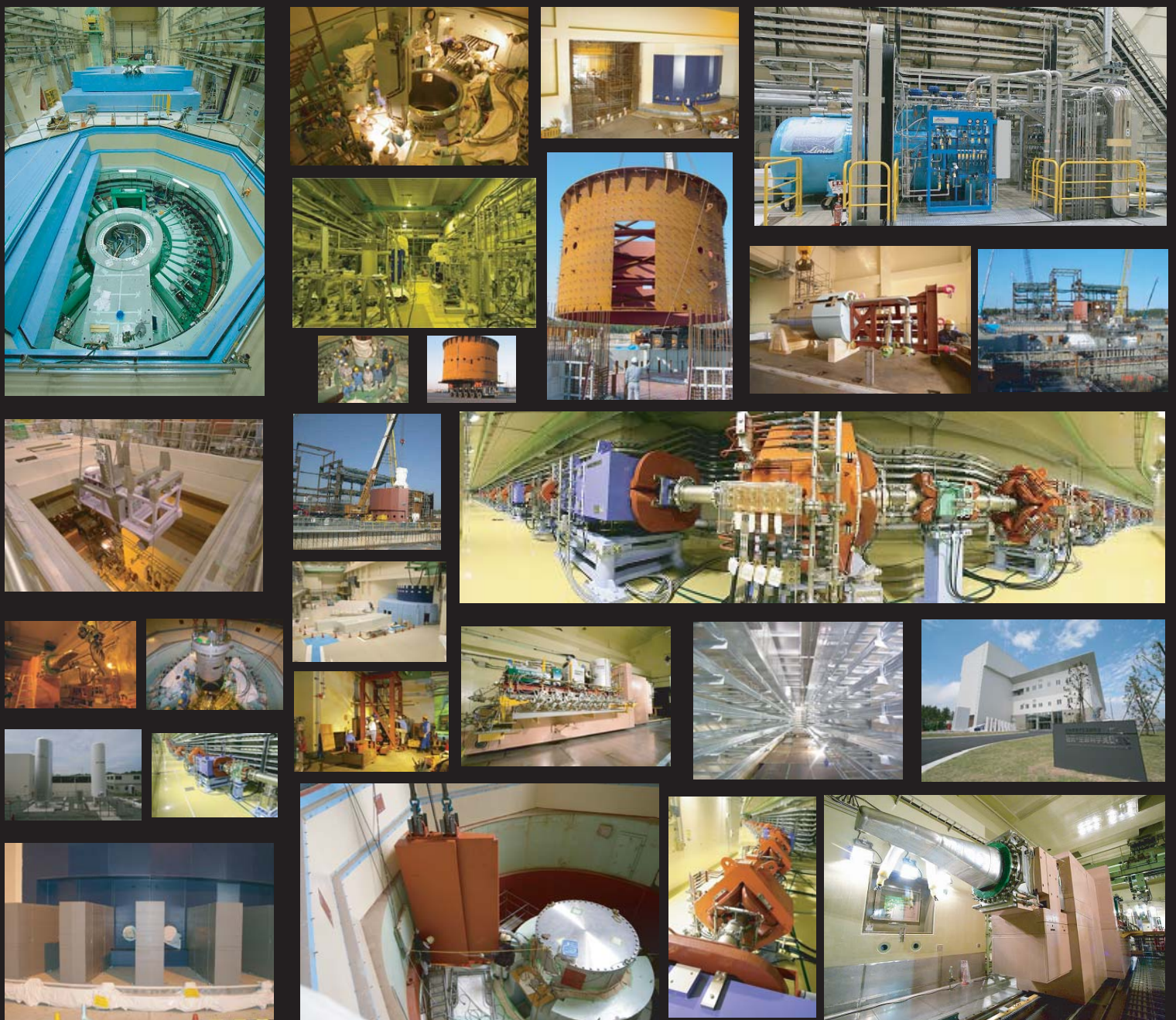


世界最高性能のパルス中性子をユーザーへ

J-PARC

1MWパルス核破砕中性子源



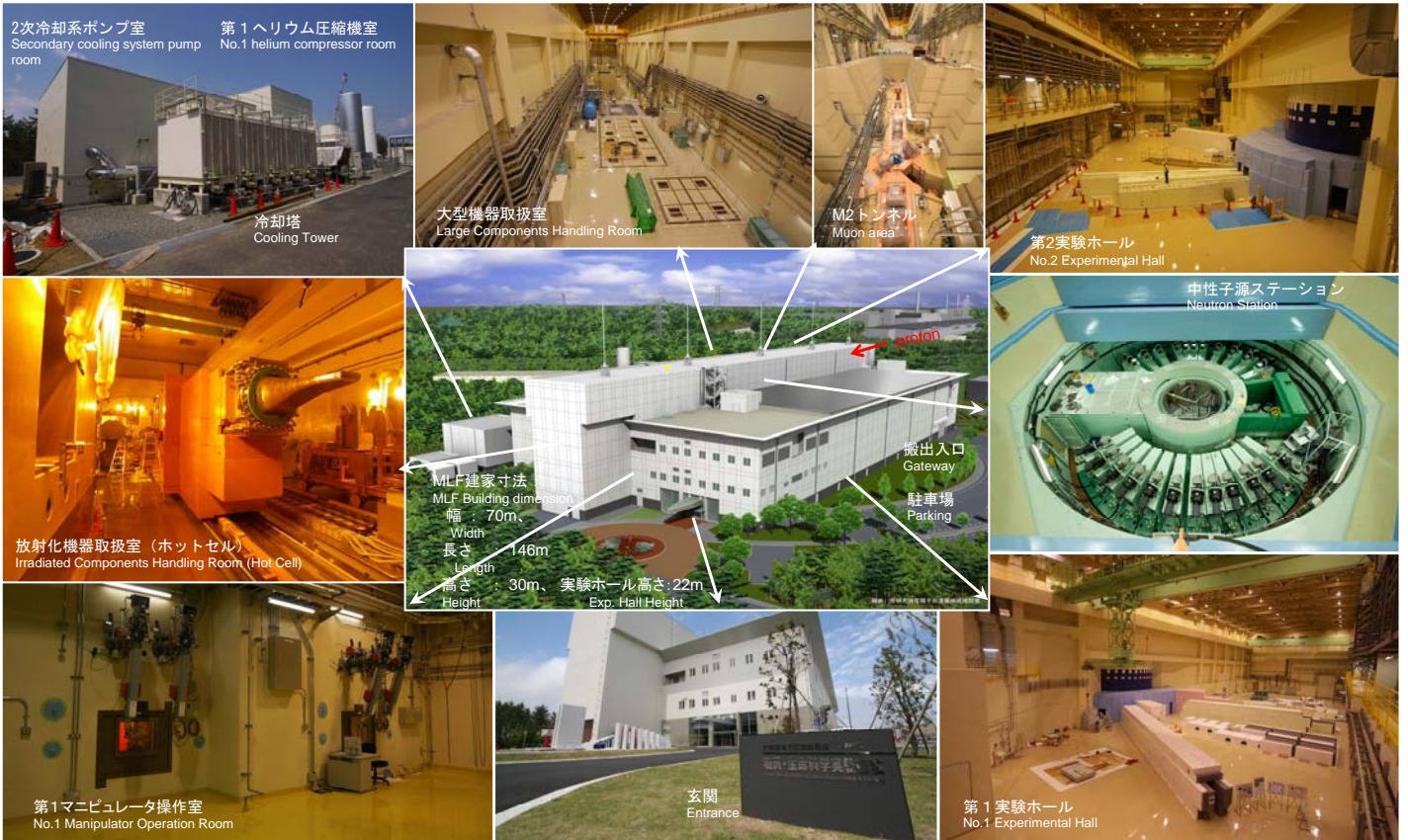
物質・生命科学実験施設 (中性子散乱 / ミュオン科学 実験施設)

Material and Life Science Experimental Facility

Neutron Scattering / Muon Science Facility

延べ床面積 : 19,440 m²

Total amount of floor space : 19,440 m²



■平成16年1月に着工した物質・生命科学実験施設は、平成19年4月20日に竣工

■中性子源関連機器の現地設置工事は、平成16年10月に開始し平成19年8月23日にNM上部コンクリートブロック遮蔽体の設置で完了

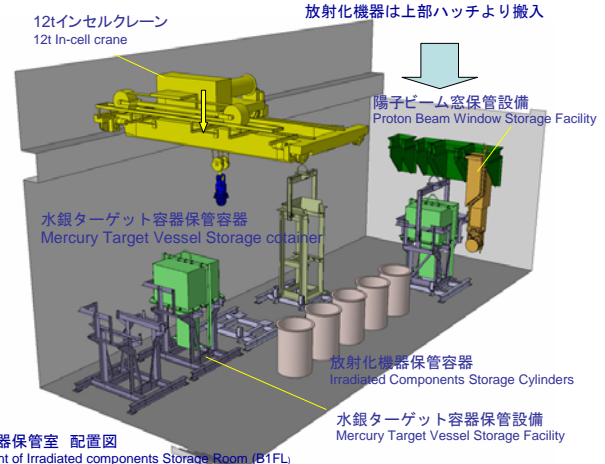
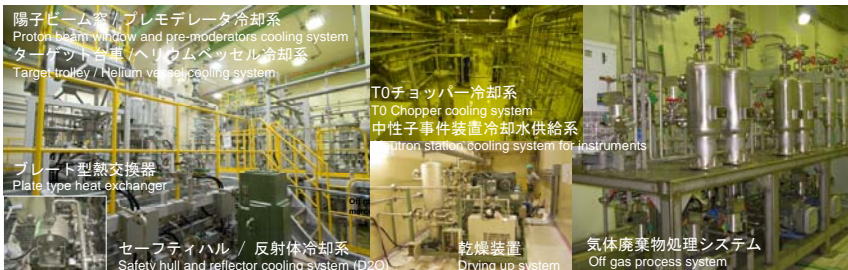
中性子源附帯設備 (遠隔操作設備、放射化機器保管設備、1次/2次冷却系他)

Neutron Source Ancillary Systems

Remote-handling System, Irradiated Components Storage System, Primary/Secondary Cooling Systems etc.



■水銀ターゲット容器、反射体、モデレータ、陽子ビーム窓等は、ホットセル内でPM、MSM等の遠隔操作機器により取り扱う。取り外したモデレータ配管等は切断装置により切断・減容する。



■物質・生命科学実験施設では、6系統の水冷却系と1系統の空気循環系により発生した熱を除去する。

1.セーフティハル/反射体冷却系 (重水)	266 kW
2.陽子ビーム窓 / プレモデレータ冷却系 (軽水)	27 kW
3.ターゲット台車 / ヘリウムベッセル冷却系 (軽水)	169 kW
4.T0 チョッパー冷却系	226 kW
5.中性子実験装置冷却水供給系	1142 kW
6.2次冷却系	2487 kW
7.生体遮へい体空気循環系	13.5 kW
■ T0チョッパー冷却系と中性子実験装置冷却水循環供給系はユーザー用	

■水銀循環系の除熱約600kWに加えて、周辺機器や中性子分光器関連機器等の除熱も含め約2.5MWの熱を2次冷却系から大気放散する。

■使用済のターゲット容器、反射体、モデレータ、陽子ビーム窓等は、放射化機器保管室(B1F)で一時的保管する。

水銀ターゲットシステム



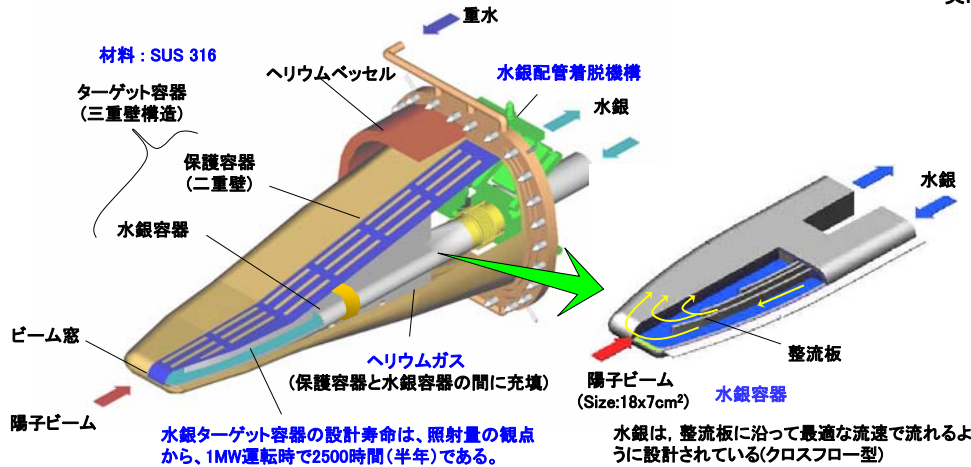
J-PARC

Materials and Life Science Facility

Japan Proton Accelerator Research Complex

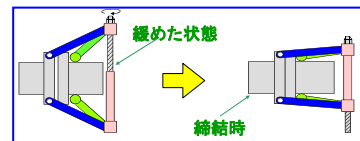
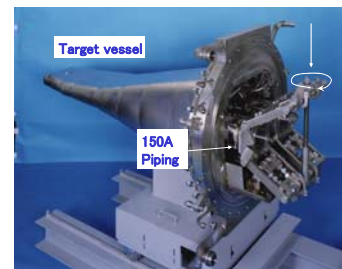
水銀ターゲット容器

水銀容器が破損した場合でも水銀をターゲット容器内に閉じこめることができるように、水銀容器を保護容器(2重壁構造)で覆う構造である。



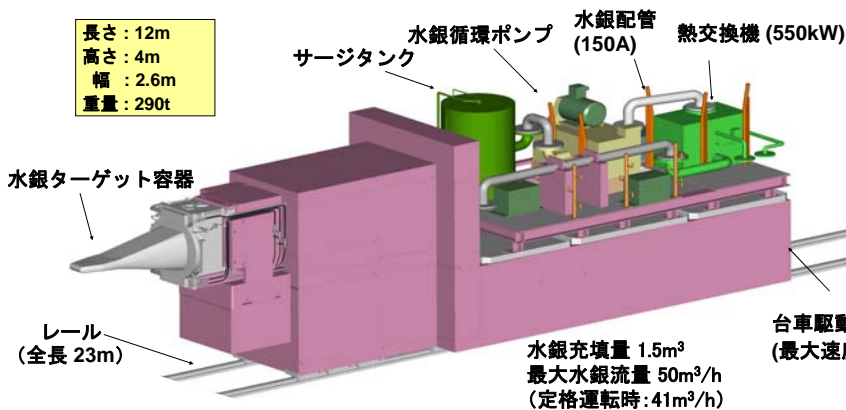
水銀配管着脱機構

遠隔操作による水銀配管着脱の容易性の観点から、1本のボルトを回すだけで2本の水銀配管を、同時に確実に接続できる構造である。



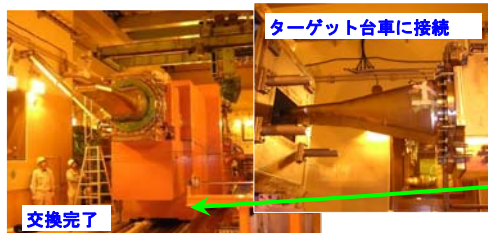
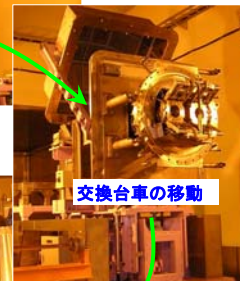
ターゲット台車と水銀循環設備

長さ: 12m
高さ: 4m
幅: 2.6m
重量: 290t

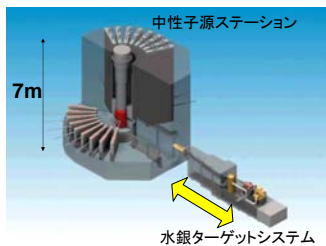


ターゲット容器遠隔交換プロセス

交換頻度 2回/1年(1MW運転時)
ターゲット容器重量 1.4 t



交換完了 (Exchange completed)

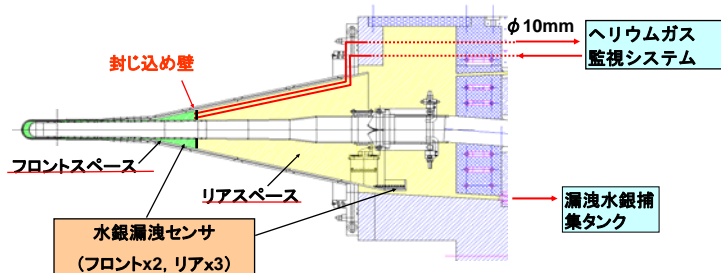


水銀漏洩検知システム

機器の破損に伴う水銀漏洩を即座に検知するために、水銀漏洩検知システムを各機器に導入すると共に、水銀漏洩の拡散を最小限に抑える構造としている。

水銀ターゲット容器

- ・5つの水銀漏洩センサを独立して設置し信頼性を高める。
- ・水銀に含まれる放射性希ガスを監視することで水銀漏洩を検知する。
- ・封じ込め壁により、先端部の破損に伴う水銀漏洩の拡散を防止する。

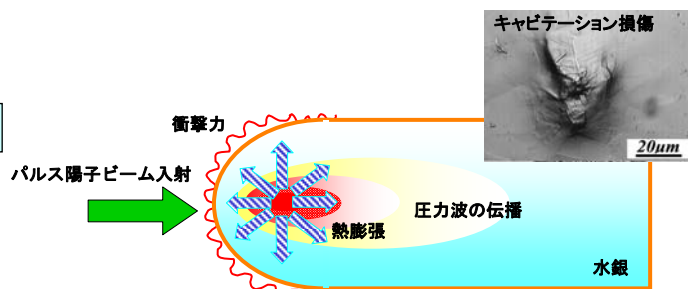


ターゲット台車と水銀循環設備

- ・6つの漏洩センサーを設置して漏洩箇所の特定を容易にする。
- ・キャッチパンと漏洩水銀用配管により漏洩水銀を局在化して捕集する。

高出力化への課題

- ・水銀容器内部では、陽子ビーム入射に伴い水銀の熱膨張に起因する圧力波が発生し、容器へと伝播する。
- ・水銀容器内壁には、キャビテーションによる損傷が形成される。



- ・キャビテーション損傷は容器の構造強度を著しく劣化させる。
- ・水銀ターゲット容器の高寿命化、高出力化に向けて、マイクロバブル注入及び表面改質により、圧力波、キャビテーション損傷を抑制するための技術開発。

中性子源ステーション

“世界最高性能”の
中性子パルスを、ユーザーへ！

水銀ターゲット

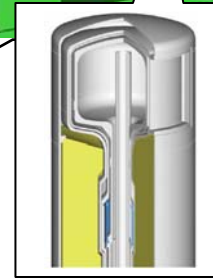
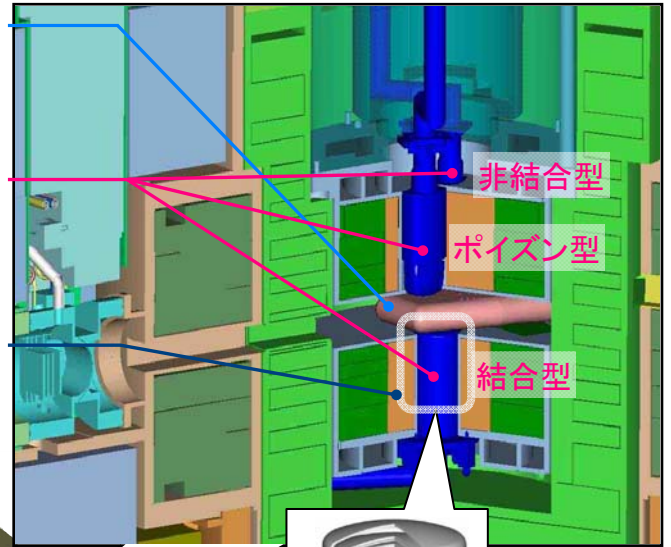
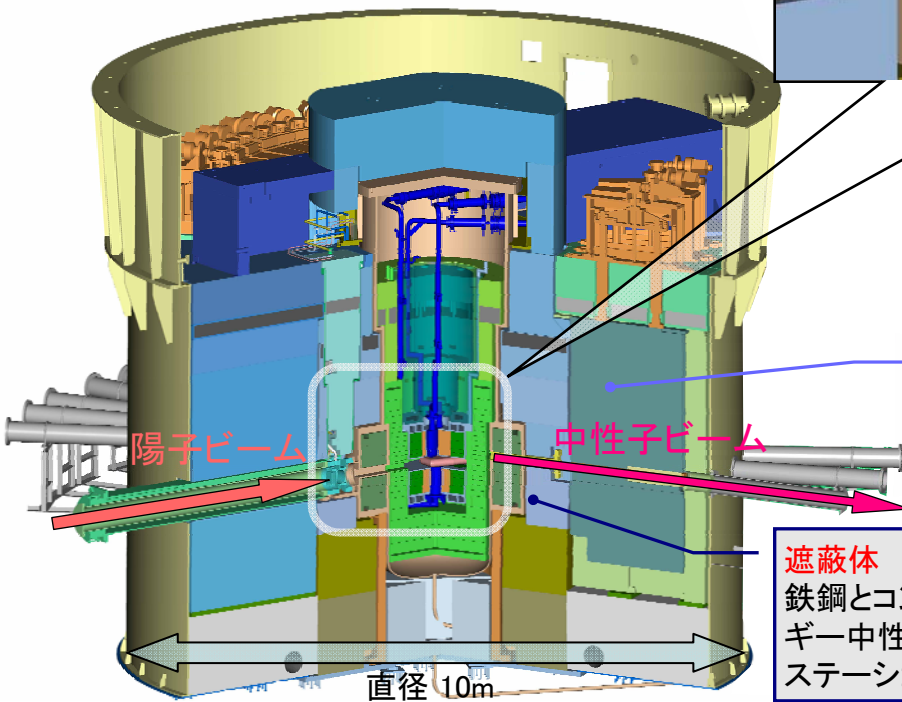
3GeV陽子1個から約80個、1MW時毎秒 10^{17} 個の中性子を生成.

モデレータ (3台)

1.5MPa, 20K(-253°C)の超臨界水素を循環, ターゲットで生成した中性子のエネルギーを10桁近く落とす.

反射体 (1mφ × 1m)

ベリリウム(内側)及び鉄(外側)製ブロックで, 中性子の散逸を防ぎ, 中性子強度を高める.



6重管構造

シャッター

厚さ2mの鉄遮蔽体を上下駆動させることにより中性子ビームの通過/遮断を制御.

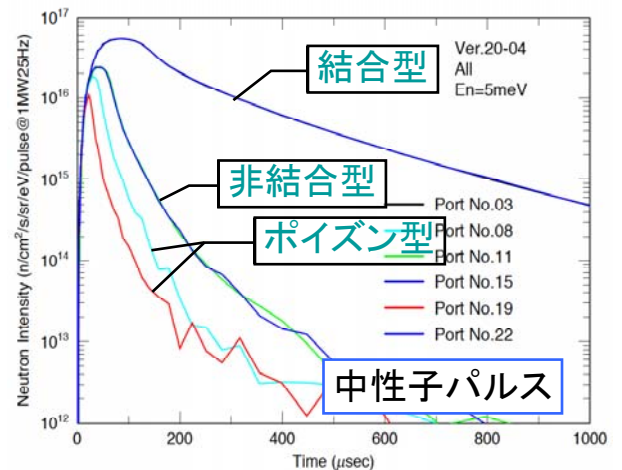
遮蔽体

鉄鋼とコンクリートを主要材料とし, 高エネルギー中性子を遮蔽.
ステーション全体で約4,000トンの鉄鋼材料.

モデレータの性能 (1MW定格運転時)

モデレータタイプ	ビームポート数	時間積分中性子束 [n/s·cm ²] [#]	ピーク中性子束(@10 meV) [n/eV·s·cm ²] [#]	パルス幅(@10 meV) [μs]
結合型	11	4.6×10^8	6.0×10^{12}	92
非結合型	6	0.95×10^8	3.0×10^{12}	33
ポイズン型(厚い側)	3	0.65×10^8	2.4×10^{12}	22
ポイズン型(薄い側)	3	0.38×10^8	1.4×10^{12}	14

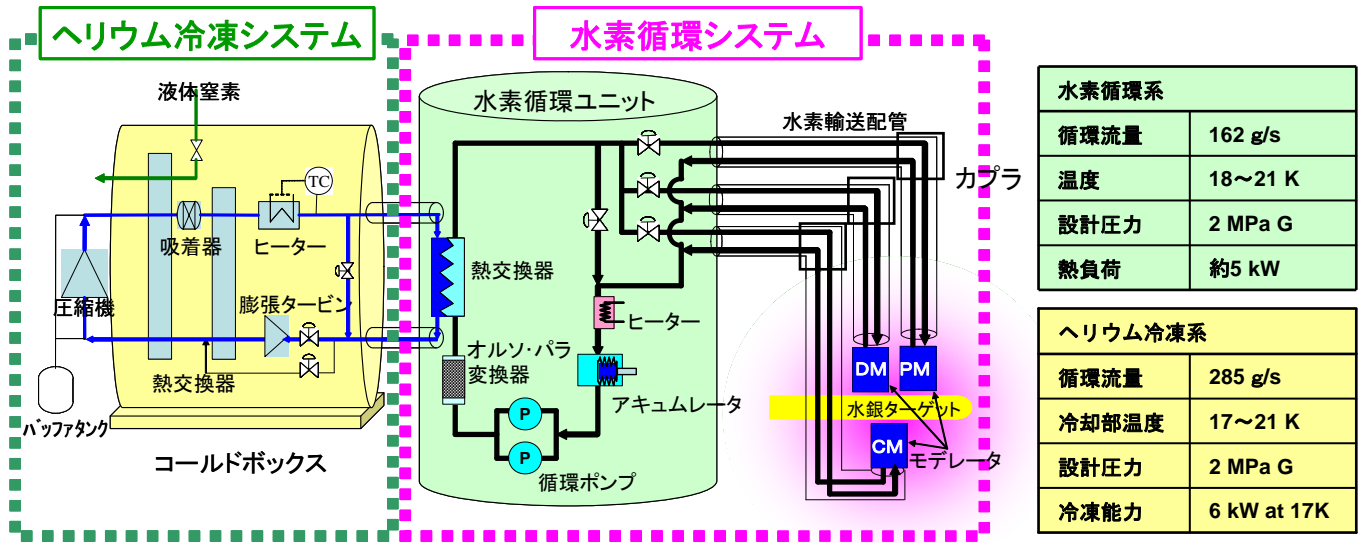
[#] モデレータから10m離れた位置での値.



結合型モデレータ: パルスピーク強度、1パルスの時間積分強度で、**世界最高**
 非結合型モデレータ: 短パルス幅のエネルギー上限を、**世界最高の1eV**まで拡張
 ポイズン型モデレータ: より鋭いパルスを目指して

中性子源用モデレータ冷却システム

モデレータに超臨界水素を循環させる
日本初のヘリウム-水素冷凍システム



主な特徴

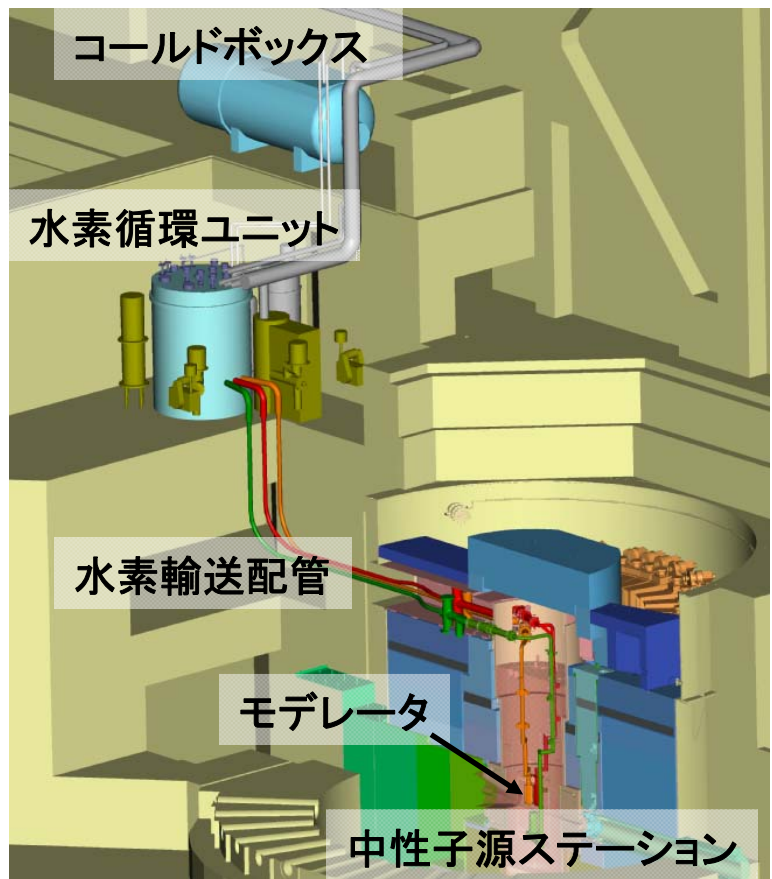
- 水素保有量を少なくするため、水素容積を250リットルまで低減
- 効率よく冷中性子を生成するため、パラ水素99%以上の超臨界水素(約20K, 1.5MPa)を採用
- 水素ループの圧力変動を調整するため、ヒータとアキュムレータによる調整機構を採用
- 水素循環系の安全を確保するため、水素配管等に不活性ガスのブランケット構造を採用

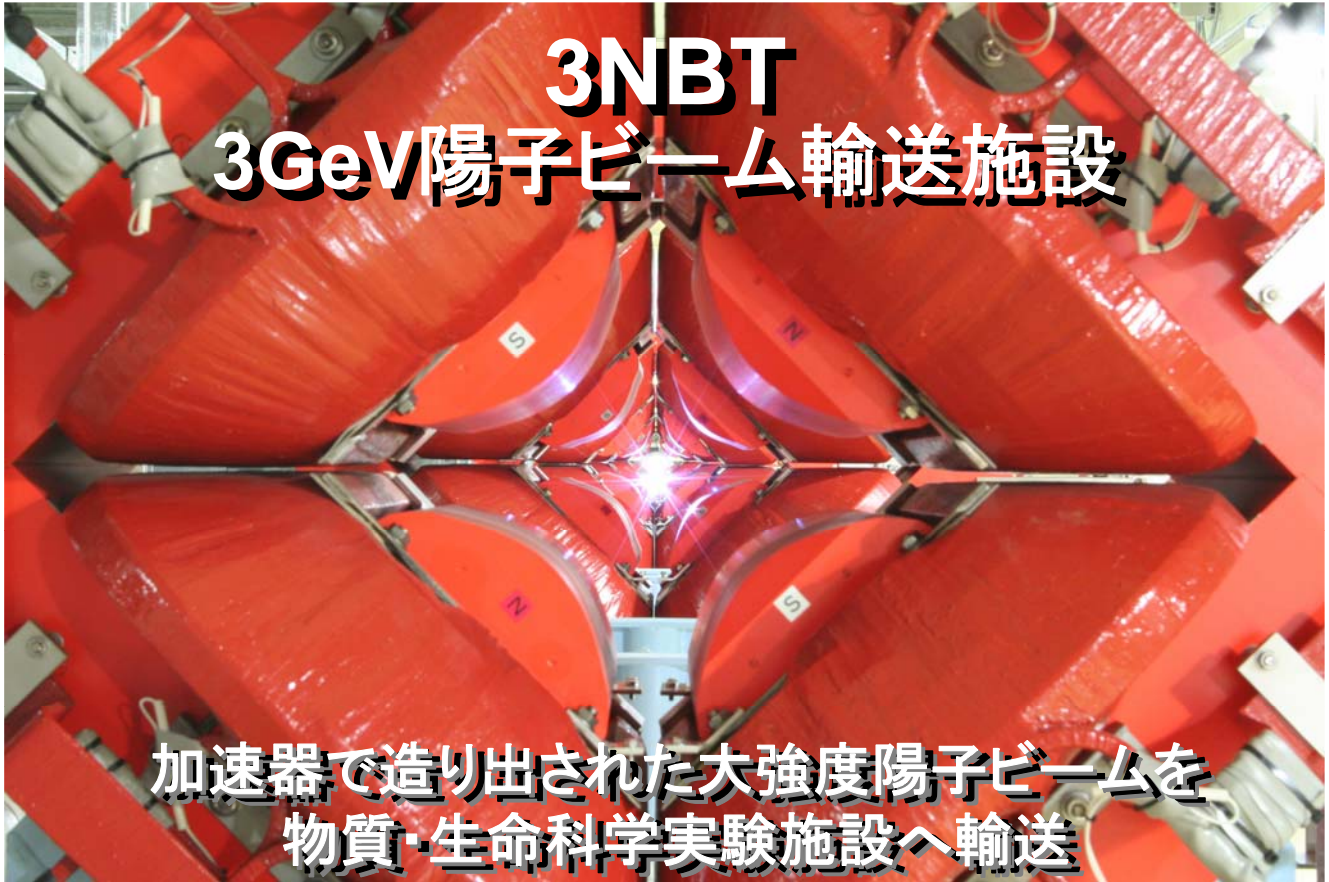


コールドボックス外観



水素循環ユニット外観



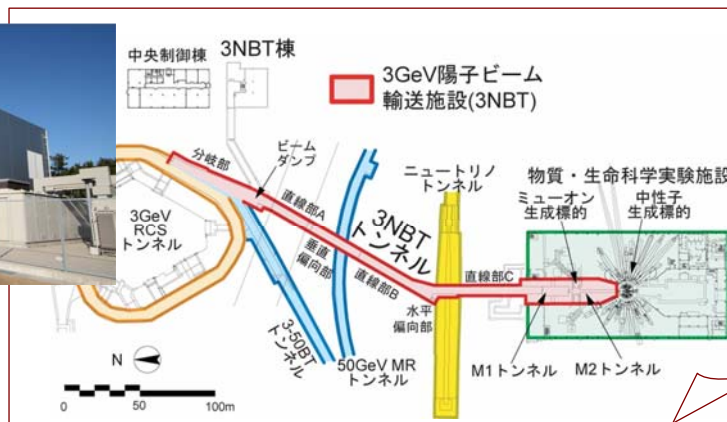


- 均一な磁場分布をもつ高性能電磁石 108台が、300m余の長さのビームライントンネル内に100 μ mの高精度で設置

- 安定性に優れた直流電源により、ビームライン電磁石を励磁
- 超純水による強力な機器冷却システム



3NBT棟



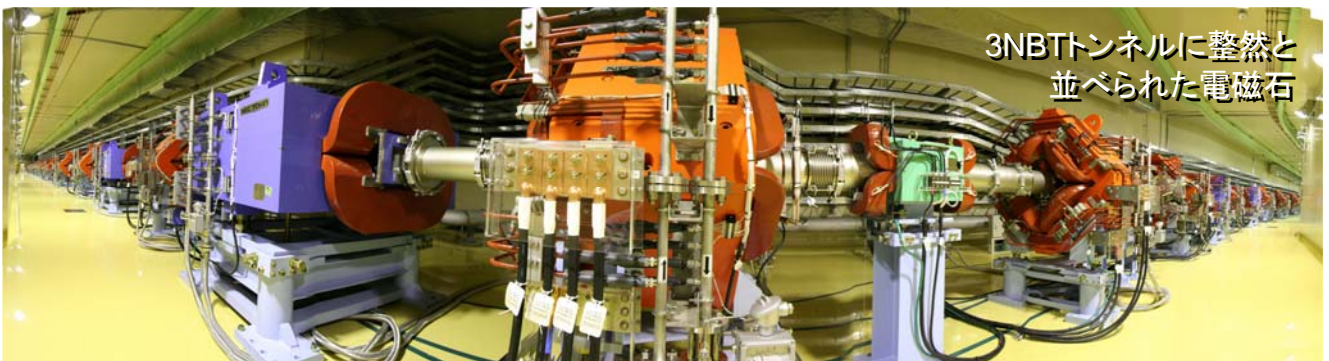
電磁石電源



冷却水設備

- 陽子ビームの位置や形状を検出する高感度ビームモニターにより、安全で安定したビーム輸送を実現

- 陽子ビームは、100億分の1気圧という超高真空に保たれたビームダクトの中を輸送



3NBTトンネルに整然と並べられた電磁石