

TOSHIBA

**東芝臨界実験装置 NCA
廃止措置計画認可申請
概要説明資料**

2020年1月21日

東芝エネルギーシステムズ(株)
原子力技術研究所

EO-19-021

項目

- 1 NCA施設の概要
- 2 NCA施設の解体手順・工程
- 3 NCA施設の解体対象設備
- 4 核燃料物質の管理及び譲渡し
- 5 核燃料物質の汚染の除去
- 6 核燃料物質又は核燃料物質に汚染された物の廃棄
- 7 廃止措置に伴う放射線被ばくの管理
- 8 廃止措置中に想定される事故の種類、程度、影響等
- 9 核燃料物質による汚染の分布とその評価方法
- 10 機能を維持すべき施設、性能、維持すべき期間
- 11 廃止措置に要する費用、実施体制、品質保証計画

1.NCA施設の概要（1）

○NCA施設

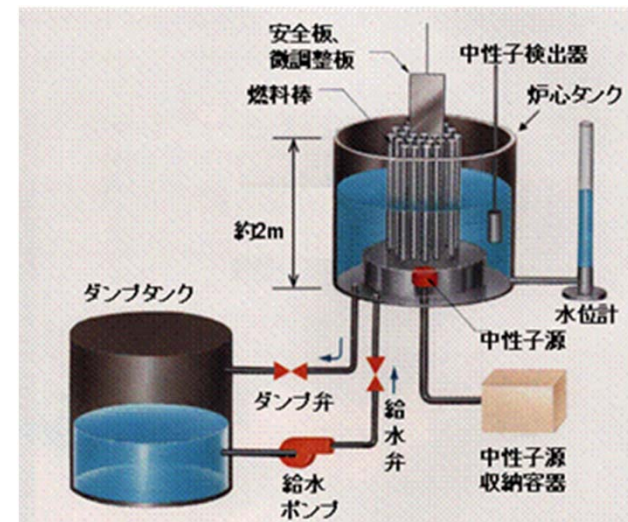
- ・設置者 東芝エネルギーシステムズ株式会社
- ・事業所 東芝エネルギーシステムズ株式会社
原子力技術研究所
- ・名称 東芝臨界実験装置（NCA）

○NCAの履歴

- ・昭和37年 日本原子力事業（株）が
原子炉設置許可
- ・昭和38年 初臨界
- ・平成元年 吸収合併により（株）東芝が
設置者を承継
- ・平成25年 運転終了
- ・令和元年 吸収分割により東芝エネルギー
システムズ（株）が設置者を承継



NCA施設の外観



NCA装置の模式図

1.NCA施設の概要（2）

NCA施設の主要諸元など

使用目的	動力用原子炉ならびに燃料要素等の原子炉物理実験
設置許可	昭和37年 7月24日
初臨界	昭和38年12月11日
炉型式	低濃縮ウラン軽水減速非均質型臨界実験装置
熱出力	最高 200W
炉心タンク	上部開放型・アルミニウム製 直径 184 cm 高さ 200 cm
燃料	低濃縮二酸化ウラン 棒状燃料要素 アルミニウム被覆管
減速材	軽水
反応度制御	水位 微調整板
制御板（吸収材）	安全板（カドミウム） 5枚 微調整板（ボラル） 1枚
中性子源	ラジウム-ベリリウム

2.NCA施設の解体手順・工程（1）

○第1段階

- ・機能停止 炉心タンクに蓋設置（燃料と格子板を取出し）
運転に関係する設備の電源・制御系統から切離し
制御盤の解体など
- ・燃料搬出の準備
燃料詰替え（燃料棒を開封、ペレットを容器に収納）

○第2段階

- ・原子炉主要設備の解体撤去

○第3段階

- ・気体廃棄物処理設備、液体廃棄物処理設備、その他機器の解体撤去
- ・放射性廃棄物の処理処分のための搬出
- ・管理区域解除

2.NCA施設の解体手順・工程（2）

○NCA廃止措置の全体工程

項目	内容	工程(段階、年度)									
		2019	第1段階			第2段階			~	第3段階	
			2020	2021	2022	2023	2024		1年目	2年目	3年目
許認可	原子炉設置変更許可 廃止措置計画 廃止措置計画変更		△申請 ▲許可	▲認可(第1段階工事,燃料取出) △申請	▲認可(燃料譲渡・燃料取出の詳細) △申請		▲認可(第2段階工事,保管棟建設)				
原子炉施設	機能停止措置 主要原子炉設備の解体 廃棄物の搬出/管理区域解除			第1段階工事			第2段階工事				第3段階工事
核燃料	燃料詰替/燃料輸送準備 燃料の譲渡し			燃料詰替 燃料譲渡・輸送の準備			▲燃料搬出				
廃棄物 保管棟	設計 許認可等 建設、運用開始			保管棟設計	許認可	建築確認	建設工事	▲運用開始			
									(第3段階工事) △申請 ▲認可		◎完了

○各段階の開始について

- ・第1段階 機能停止措置
燃料搬出準備
- ・第2段階 主要設備の解体
- ・第3段階 廃棄物の搬出等

廃止措置計画等の必要な許認可後
燃料譲渡し先の決定、輸送方法の
見通しが得られた後
燃料搬出後に必要な許認可受けて
研究所等廃棄物の処分場が稼働後
必要な許認可受けて

3.NCA施設の解体対象設備

施設区分	装置	機器	解体	備考
原子炉本体	炉心タンク	炉心タンク本体、付属設備	○	
	格子板	格子板	○	
	炉心支持枠	炉心支持枠、吊上げ金具	○	
	中性子源装置	中性子源、キャスク、駆動装置	×	RI使用許可の線源として保管
	安全板装置	安全板、案内枠、駆動装置、安全板台車	○	
	微調整板装置	微調整板、案内枠、駆動装置	○	
	水位制御装置	位置可変オーバーフロー、水位制限レベルスイッチ、水位微調節装置	○	
	炉心タンク給水回路	排出タンク（ダンプタンク）、給水ポンプ、配管・弁	○	
	急速排水装置、炉心タンク排水回路	排水弁、排出弁、配管	○	
	循環系統装置	循環ポンプ、冷却水ポンプ、熱交換器、貯水タンク	○	
	純水製造回路	樹脂塔、薬品計量槽、薬品貯槽、流量計、電導度計、プースタポンプ、配管・弁	○	
	操作空気圧装置	空気圧縮機、ヘッダー、配管	○	
	純水加熱装置	電気ヒータ、容器	○	
	廃水回路	排水ポンプ、配管・弁 排水ピット（内容器）	○ ○	
	計測制御系統	検出器	中性子検出器、ガンマ線検出器	○
制御盤		電源盤、制御盤、核計装盤	○	
水位計		水位計、支持具、配管	○	
地震計等		地震計本体、温度計	○	
核燃料取扱及び貯蔵施設	燃料室内設備	燃料吊り具、燃料台車	○	
		燃料架台、燃料箱	○	

施設区分	装置	機器	解体	備考
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄物設備	排気処理装置、排風機、排気ダクト、ダンパ	○	
		給気系機器	○	
		液体廃棄物設備	○	
	液体廃棄物設備	廃水貯槽、廃水ポンプ	○	
		屋外廃水配管・弁類	○	
		イノ交換装置、ろ過装置、貯留槽、保持槽、希釈槽、送水ポンプ（廃棄物処理棟の設備）	×	使用施設の設備として継続使用
		固体廃棄物設備	×	RI施設の設備として継続使用
	固体廃棄物設備	固体廃棄物貯蔵室（廃棄物処理棟）	×	RI施設の設備として継続使用
		廃棄物保管棟（未建設）	×	使用施設の設備として利用
	放射線管理施設	水モニタ系統	水サンブラ、水モニタポンプ、配管・弁	○
水モニタ検出器			○	
放射線モニタ		エリアモニタ	○	
		ガスモニタ、ダストモニタ	○	
		放射線モニタ盤	○	
		ハンドフットモニタ	○	
野外モニタステーション	×	原災法適用施設がなくなるまで維持		
格納施設	装置室、燃料室	床、壁	×	除染して、一般施設として継続使用
	排気塔、吸気塔	排気塔、吸気塔の構造物	×	
その他	クレーン設備	天井クレーン	×	
	作業室内	フード	○	
		構造物（装置室）	作業架台、制御機構架台 装置室遮蔽扉、密閉扉	○ ○
	空調	制御室空調機	○	
	電源設備（戸関係）	接触器盤、配電盤等	○	

4.核燃料物質の管理及び譲渡し

○核燃料物質の保管管理

- ・燃料詰替えまで

運転中と同様に、臨界実験棟燃料室に保管し管理する。

- ・燃料詰替えから搬出まで

燃料詰替えは実験装置室内で行うことから、一部の燃料は実験装置室内に保管する。

(残りの核燃料は燃料室に保管)

○核燃料物質の譲渡し

- ・国外の原子力事業者に譲渡す予定
- ・引取り先の受け入れや輸送方法の関する検討を実施予定

5.核燃料物質の汚染の除去

○汚染の分布とその評価方法

(1)放射化汚染物質

- ・添付書類四に示す放射化計算(MCNP-ORIGEN)
- ・炉心タンク内の機器（炉心支持枠：SUS製）
- ・放射化放射エネルギー 約 6.6×10^5 Bq
- ・主要核種 Fe-55、Co-60、Ni-63等

(2)二次汚染物質

- ・炉水、排水、排気に接する機器（部分）
- ・表面汚染密度は表面汚染濃度計で測定
→検出限界以下（ 0.2 Bq/cm^2 ） この値で算定。
- ・二次汚染放射エネルギー 約 6.6×10^5 Bq

(3)燃料棒被覆管等の廃棄物（今後発生）

- ・推定放射エネルギー 約 2.1×10^8 Bq

6.核燃料物質又は核燃料物質に汚染された物の廃棄(1)

○放射性気体廃棄物

- ・運転中と同様に、気体廃棄物処理設備（排気ダクト、排風機、排気フィルター、排気筒）を通じて、排気モニターで監視しながら排気する。
- ・第1段階では、燃料詰替え時に詰替え設備からの排気が気体廃棄物となる。（添付書類二で評価）

○放射性液体廃棄物

- ・運転中と同様に、液体廃棄物処理設備（排水ポンプ、廃水貯槽、排水管、希釈槽）を通じて排水する。
排水中の放射能濃度は、廃水貯槽及び希釈槽の両方で測定を行い、排水中の濃度限度を十分下回ることを確認する。

6.核燃料物質又は核燃料物質に汚染された物の廃棄(2)

○放射性固体廃棄物

- ・運転中の固体廃棄物は、廃棄物処理棟の固体廃棄物貯蔵室に保管
- ・廃止措置で発生する解体物は、臨界実験棟の燃料室・実験装置室内に保管
- ・その後、廃棄物保管棟を建設して、運転中廃棄物と解体物とを併せて保管する。

6.核燃料物質又は核燃料物質に汚染された物の廃棄(3)

○放射性廃棄物の発生量

材質	設備・機器	重量 (t)			備考
		放射能レベルの比較的低い物	放射能レベルの極めて低い物	放射性物質として扱う必要のない物	
アルミニウム (A5052)	炉心タンク、排出タンク、被覆管部材、アルミ製配管など	—	3.1	—	ドラム缶41本
ステンレス鋼 (SUS304)	炉心支持枠、廃水配管など	—	3.0	—	ドラム缶15本
炭素鋼 (SS400)	気体廃棄物処理系の機器 (ダクト等)	—	3.4	—	ドラム缶17本
その他	燃料詰替えの装置及び詰替え作業により発生する廃棄物など	—	0.3	—	ドラム缶10本
合計		—	9.8	—	ドラム缶83本

- ・上記のほか、「放射性廃棄物でない廃棄物の推定発生量は、約43 t である。
- ・二次汚染物質の廃棄物は、保守的に表面汚染密度測定の検出限界値を汚染密度として評価し、「放射能レベルの極めて低い物」に分類した。排出タンク、炉心タンク、配管、ダクトなどは、施設外に搬出するまでにクリアランスレベル以下であるか測定を行って、再分類する予定である。

7.廃止措置に伴う放射線被ばくの管理（1）

○平常時の公衆被ばく線量（第1段階）

第1段階では、放射性廃棄物となるような機器の切断などの作業は行わないので、公衆被ばくの可能性がある作業は燃料詰替え作業である。

燃料詰替え作業による公衆被ばく線量を評価した。

(1)燃料中の希ガス・よう素の放出

燃料中の希ガス・よう素の全量が放出されたと想定した被ばく線量は、 $6.8 \times 10^{-8} \mu\text{Sv}$ 、 $3.4 \times 10^{-7} \mu\text{Sv}$ である。

(2)ウラン（気体状物質）の放出

燃料ペレット詰替え時に燃料のごく一部が浮揚性の微粒子になって気体廃棄物設備を通じて、外部に放出されることを想定する。1年間作業する場合の被ばく線量は、 $8.4 \times 10^{-4} \mu\text{Sv}$ である。

いずれも指針の線量目標値の年間 $50 \mu\text{Sv}$ より十分小さい。

8.廃止措置中に想定される事故の種類、程度、影響等（1）

○影響の大きい事故事象の選定と影響評価（第1段階）

第1段階では、放射線影響の可能性のある作業は燃料詰替え作業。燃料詰替え作業時における事故事象を選定。

(1)取扱い中の燃料（容器）の落下

取扱い中に燃料容器を落下させる。燃料の一部が排気中に飛散し、気体廃棄物設備を通じて外部に放出される。

飛散率が低いこと、排気フィルターや排気筒経由で放出されること等から外部への放射線影響は小さい。

(2)燃料詰替え装置内での火災

燃料詰替え装置内で火災発生。詰替え中の燃料が被火災する。火災時なので地表拡散を想定。公衆被ばく線量を評価。公衆被ばく線量は、 $7.6 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

8.廃止措置中に想定される事故の種類、程度、影響等 (2)

○影響の大きい事故事象の選定と影響評価 (第1段階)

(3)排気フィルターの被火災

施設内の火災により、排気フィルター被火災する。

燃料詰替え作業中に蓄積した燃料（浮揚性の微粒子）の全量が、地表拡散で放出されると想定し、公衆被ばく線量を評価。

公衆被ばく線量は、 $3.4 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

いずれの事象も、判断基準の5mSvより十分小さい。

9.核燃料物質による汚染の分布とその評価方法（1）

○残存放射性物質の評価

(1)放射化汚染物質

NCAの運転で発生する中性子による機器等の放射化物質。

MCNP、ORIGENコードによる放射化量の計算(運転停止後10年)

→ 図 参照。

炉心タンク内機器（炉心支持枠、炉心タンク、格子板）の放射エネルギーの評価。

→ 表 参照。

炉心タンク外部 材質別に放射能濃度を計算 →クリアランスレベルより十分小さい値。Co-60が主で、炉心タンク直近でクリアランスレベルの2～3%程度（値の大きいSUSの場合）。

放射化放射エネルギーは、約 6.6×10^5 Bq。（炉心支持枠が主）

9.核燃料物質による汚染の分布とその評価方法（2）

(2)二次汚染物質

炉水、排水、排気による汚染物質。

炉水、排水、排気に接している主な機器（炉心タンク、排出タンク、廃水貯槽など）の内表面を汚染サーベイメータで測定した。

→すべて検出限界（ $0.2\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）以下

表面汚染密度を検出限界値として二次汚染放射エネルギーを算定。

二次汚染放射エネルギーは、約 $6.6 \times 10^5\text{Bq}$ 。

(3)燃料被覆材等の汚染物質（今後発生）

今後、燃料詰替えで発生する被覆材等の汚染物質の放射エネルギーを算定。

→被覆材等の汚染放射エネルギーは、約 $2.1 \times 10^8\text{Bq}$ 。

9.核燃料物質による汚染の分布とその評価方法（3）

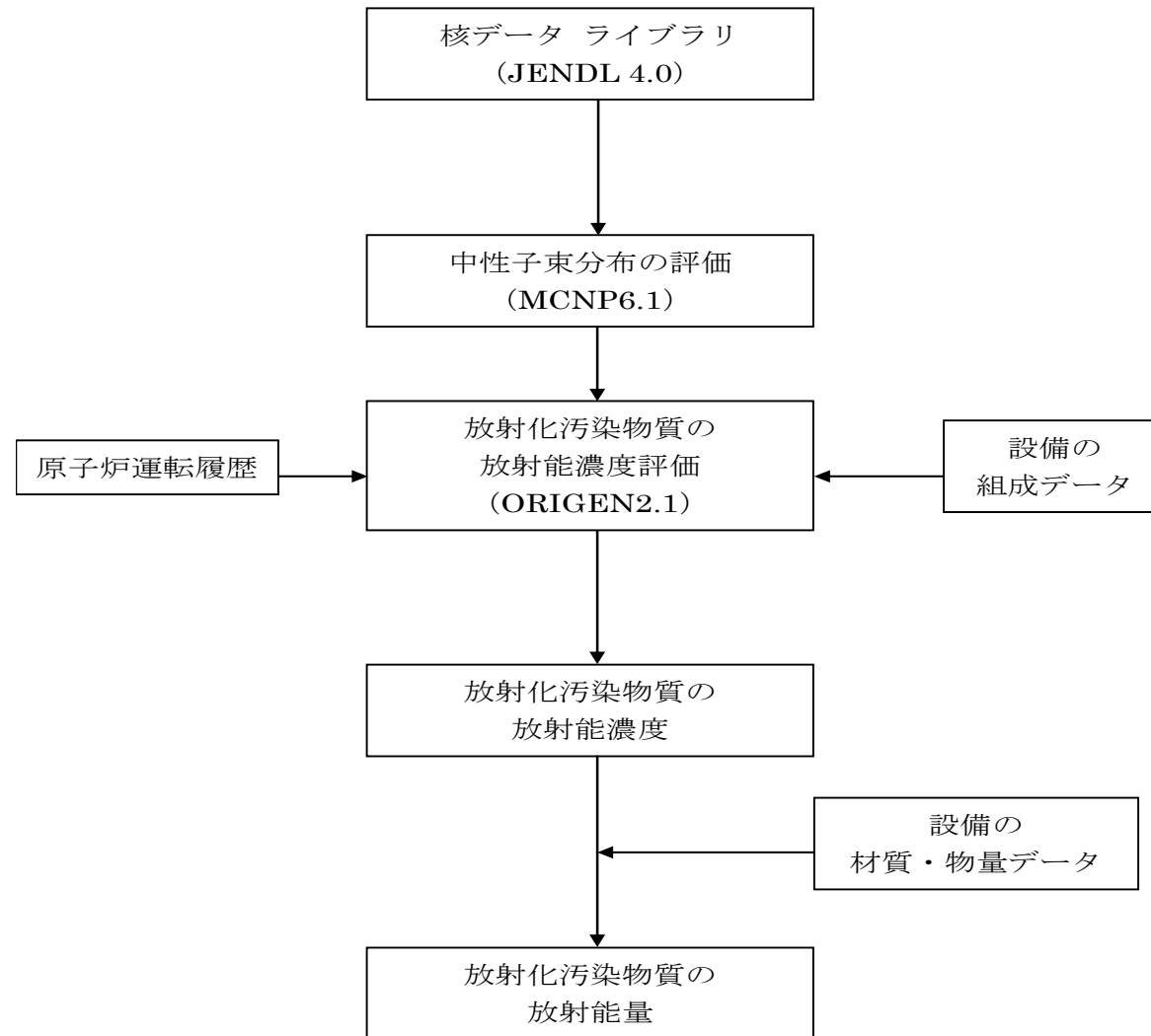


図 放射化汚染物質の放射エネルギーの評価手順

9.核燃料物質による汚染の分布とその評価方法（4）

表 炉心タンク内部機器の放射化放射エネルギーの評価値（運転停止10年後） 単位：Bq

核種	炉心支持枠 (SUS304)	炉心タンク*1 (A5052)	格子板*1 (A5052)	合計
³ H	5.39×10^2	2.86×10^3	1.21×10^5	1.24×10^5
¹⁴ C	5.86×10^2	8.47×10^5	3.58×10^3	5.86×10^2
³⁶ Cl	1.23×10^1	—	—	1.23×10^1
⁴¹ Ca	1.07×10^{-1}	3.84×10^{-2}	1.62×10^0	1.77×10^0
⁵⁴ Mn	1.74×10^0	4.90×10^{-4}	1.65×10^{-2}	1.75×10^0
⁵⁵ Fe	3.80×10^4	1.45×10^1	6.13×10^2	3.86×10^4
⁶⁰ Co	1.21×10^5	1.06×10^1	4.55×10^2	1.21×10^5
⁵⁹ Ni	4.28×10^3	2.79×10^{-1}	1.18×10^1	4.29×10^3
⁶³ Ni	3.71×10^5	2.85×10^1	1.18×10^3	3.72×10^5
⁶⁵ Zn	9.92×10^{-3}	1.28×10^{-3}	5.50×10^{-2}	6.62×10^{-2}
⁹⁴ Nb	5.85×10^0	—	—	5.85×10^0
⁹⁵ Nb	1.24×10^{-4}	—	—	1.24×10^{-4}
⁹⁹ Tc	3.02×10^{-1}	—	—	3.02×10^{-1}
^{108m} Ag	3.42×10^0	1.84×10^0	8.06×10^1	8.59×10^1
^{110m} Ag	5.60×10^{-4}	1.84×10^{-4}	8.72×10^{-3}	9.47×10^{-3}
¹³⁴ Cs	2.10×10^0	—	—	2.10×10^0
¹³⁷ Cs	4.24×10^{-4}	—	—	4.24×10^{-4}
¹³³ Ba	1.68×10^1	—	—	1.68×10^1
¹⁵² Eu	1.61×10^2	—	—	1.61×10^2
¹⁵⁴ Eu	8.96×10^0	—	—	8.96×10^0
合計	5.35×10^5	2.92×10^3	1.23×10^5	6.62×10^5

9.核燃料物質による汚染の分布とその評価方法（5）

表 二次汚染物質の放射エネルギーの評価値

機器・設備	内面積 (cm ²) *1	表面汚染密度 (Bq/cm ²)*2	放射エネルギー(Bq)	備考
炉心タンク	1.4×10 ⁵	0.2	2.8×10 ⁴	
位置可変オーバーフロー、水位微調節装置、水位制限レベルスイッチ	1.0×10 ⁵	0.2	2.0×10 ⁴	
排出タンク	2.1×10 ⁵	0.2	4.2×10 ⁴	
樹脂塔	4.0×10 ⁴	0.2	8.0×10 ³	
配管、弁など	2.0×10 ⁵	0.2	4.0×10 ⁴	炉心タンク給水回路・排水回路、純水製造回路など
格子板	4.0×10 ⁵	0.2	8.0×10 ⁴	
排水ピット、廃水貯槽	8.3×10 ⁵	0.2	1.7×10 ⁵	
排水管	3.8×10 ⁵	0.2	7.6×10 ⁴	廃水回路、液体廃棄物設備
排気ダクト	1.0×10 ⁶	0.2	2.0×10 ⁵	
合計	3.3×10 ⁶		6.6×10 ⁵	

*1 炉水、排水、排気に接する面積

*2 表面汚染密度は、保守的に測定の見出限界値とした。

10.機能を維持すべき施設、性能、維持すべき期間（1）

施設区分	設備	機器	台数	維持すべき機能	維持すべき期間
原子炉本体	廃水回路	排水ポンプ・配管・弁	一式	排水機能	液体廃棄物の発生が終了するまで又は代替措置を設けるまで
		排水ピット（内容器）	一式	排水保持機能	
核燃料取扱及び貯蔵施設	燃料取扱設備	燃料吊具、燃料台車	一式	燃料棒取扱い機能	燃料ペレット詰め替え作業終了時まで
		燃料ペレット詰め替え設備	一式	燃料棒開封・詰め替え機能	第1段階工事で設置し、燃料搬出まで機能を維持する
	燃料貯蔵設備	燃料架台、燃料箱	一式	燃料棒貯蔵機能	燃料ペレット詰め替え作業終了時まで
		鋼製容器一時保管棚	一式	燃料貯蔵機能	第1段階工事で設置し、燃料搬出まで機能を維持する
格納施設	臨界実験棟	実験装置室、燃料室	一式	放射性物質の漏えい防止の障壁及び放射線遮蔽体としての機能	建屋の管理区域を解除するまで
		制御室他			
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄物設備	排風機・排気処理装置・ダンプ・排気ダクト	一式	気体廃棄物の処理機能	廃止措置による気体廃棄物の発生が終了するまで
		給気系装置	一式	給気機能	同上
	液体廃棄物設備	廃水貯槽・廃水ポンプ・廃水配管・弁	一式	液体廃棄物の貯留、移送の機能	液体廃棄物の発生が終了するまで又は代替措置を設けるまで
		液体廃棄物処理設備（イオン交換装置・ろ過装置・貯留槽・保持槽・希釈槽）	一式	液体廃棄物の処理機能	解体しない
	固体廃棄物設備	固体廃棄物貯蔵室	一式	固体廃棄物の貯蔵機能	固体廃棄物保管棟の運用開始まで
		固体廃棄物保管棟	一式	同上	第2段階工事の時期に合わせて建設し、固体廃棄物の搬出完了まで機能を維持する
放射線管理施設	放射線モニタ (装置室,燃料室等)	ガンマ線エリアモニタ	4台	放射線モニタ機能	燃料の搬出まで
		ガスモニタ	1台		
	(汚染検査室) (野外)	ダストモニタ	一式	同上	気体廃棄設備の使用終了まで
		ハンドフットモニタ	1台	手足衣服の汚染モニタ機能	出入管理の終了まで又は代替措置を設けるまで
		野外モニタステーション	2基	野外放射線モニタ機能	解体しない

10.機能を維持すべき施設、性能、維持すべき期間（2）

- ・燃料詰め替え設備

燃料譲渡しの輸送のために、燃料ペレットを燃料棒から輸送用の鋼製容器に詰め替える。

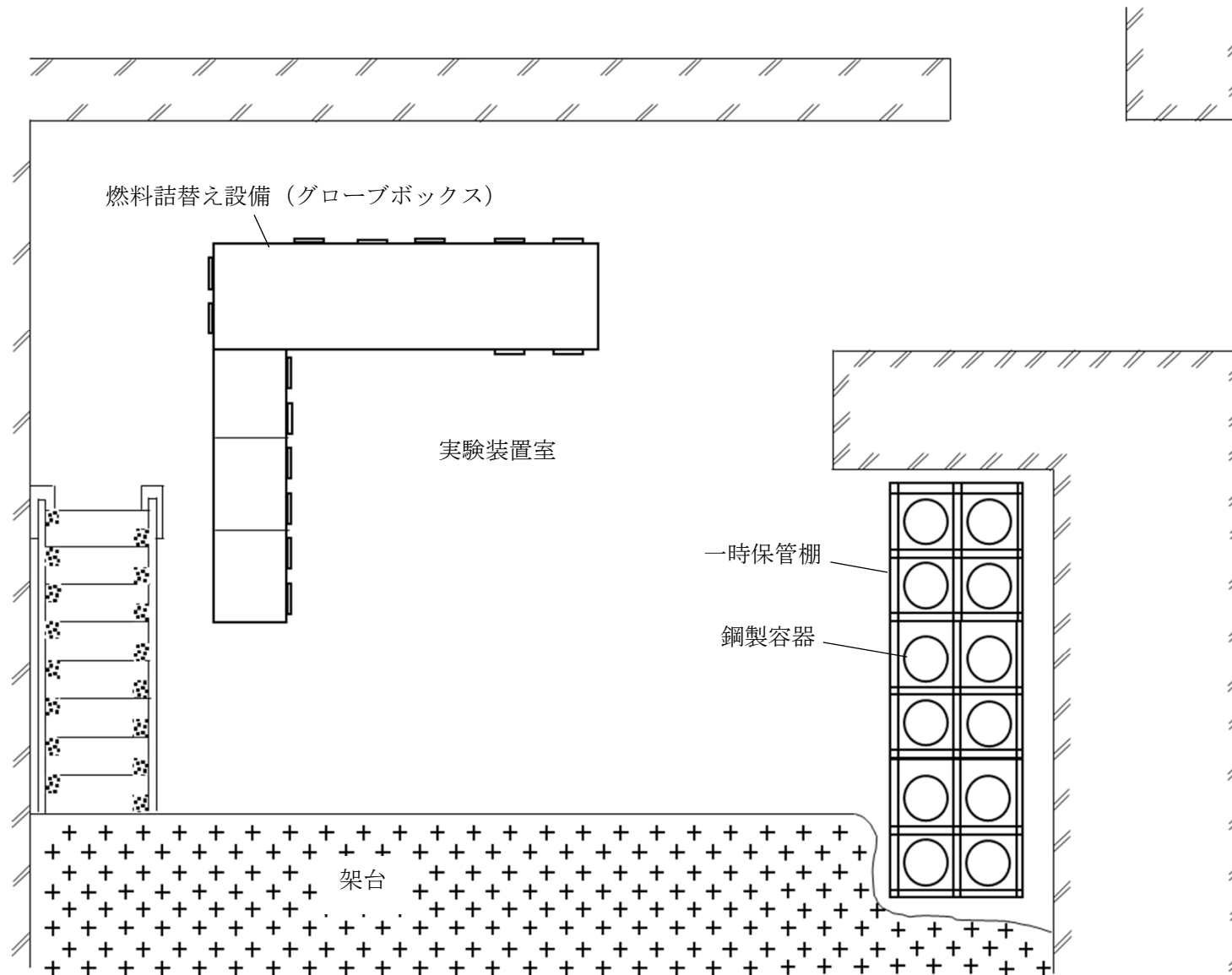
この作業を実験装置室内に設置する燃料詰め替え設備（グローブボックス）内で行う。

- ・鋼製容器の一時保管棚

燃料ペレットを入れた鋼製容器を一時的に保管するための棚を実験装置室と燃料室に設置する。

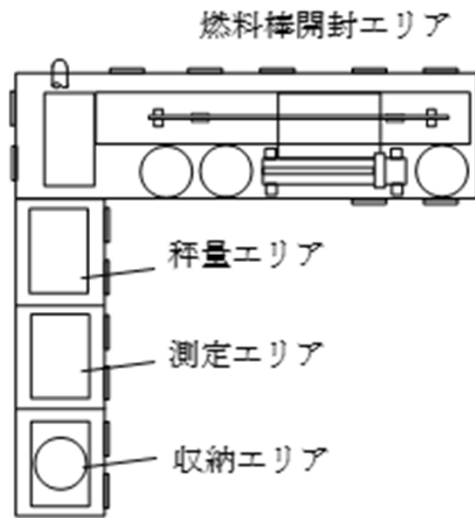
- ・燃料詰め替え設備と鋼製容器の一時保管棚は、燃料搬出後に解体撤去する。

10.機能を維持すべき施設、性能、維持すべき期間（3）



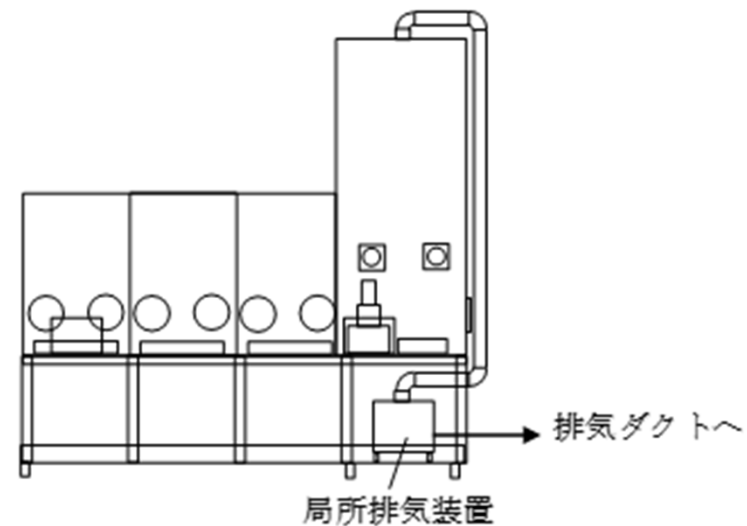
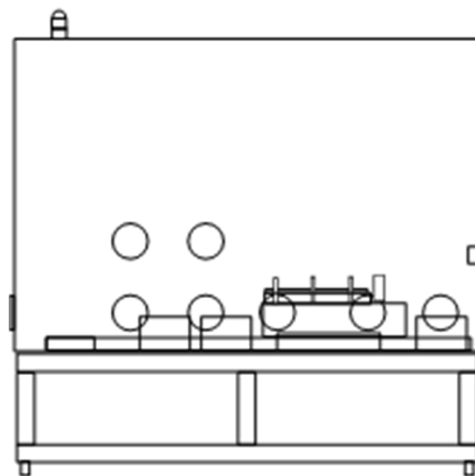
燃料詰替え設備の配置概要

10.機能を維持すべき施設、性能、維持すべき期間（4）



燃料詰め替え設備

- 耐震性：水平加速度 0.3 G
- グローブボックスの規格（JIS Z 4808:2002）
- 未臨界性については、冠水状態で未臨界となる取り扱い量とする。

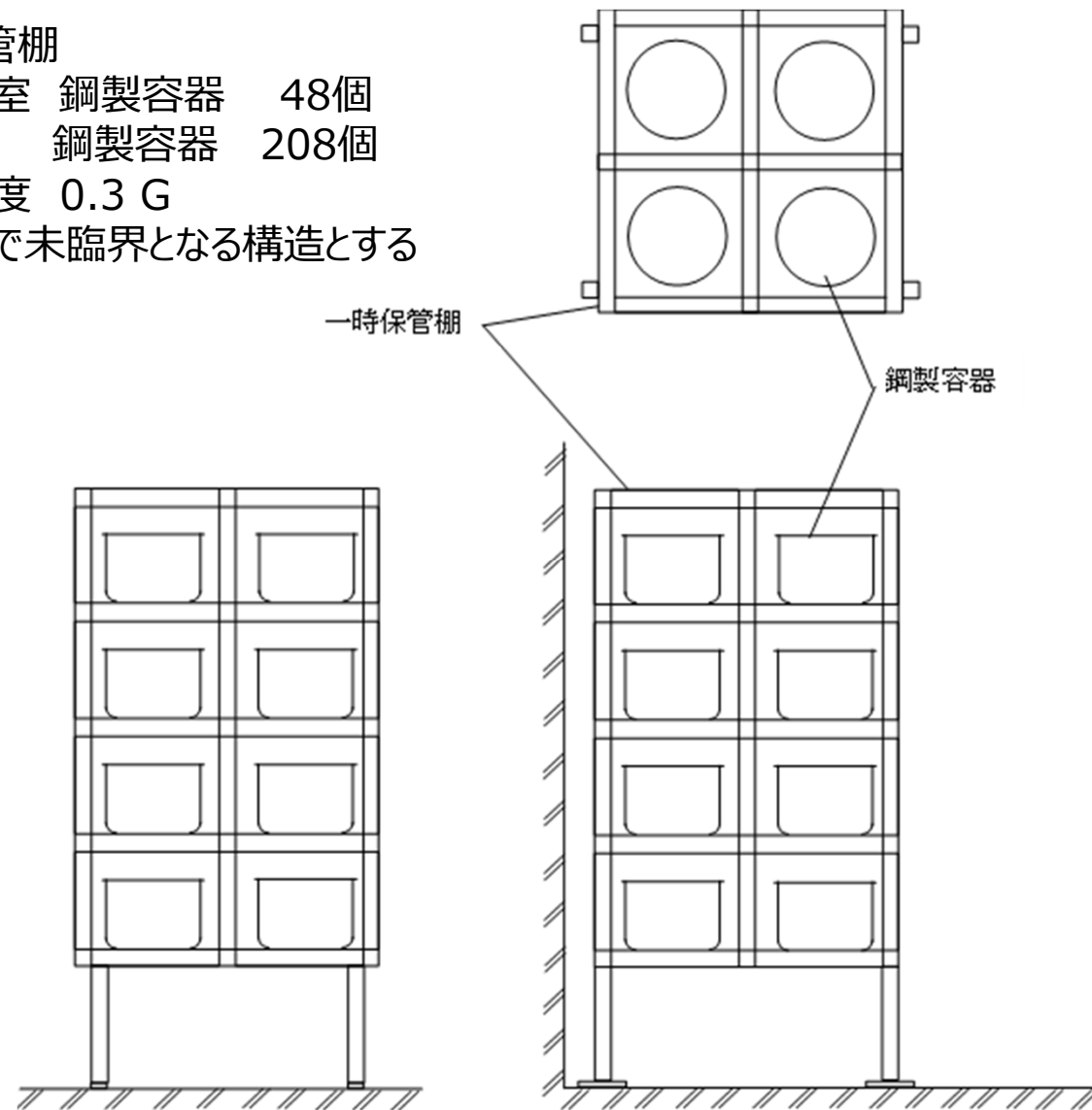


燃料詰替え設備（グローブボックス）概要図

10.機能を維持すべき施設、性能、維持すべき期間（5）

鋼製容器の一時保管棚

- ・容量 : 実験装置室 鋼製容器 48個
燃料室 鋼製容器 208個
- ・耐震性 : 水平加速度 0.3 G
- ・未臨界性 : 冠水状態で未臨界となる構造とする



鋼製容器の一時保管棚

1 1 .廃止措置に要する費用、実施体制、品質保証計画

(1)廃止措置に要する費用の見積もり

- ・廃止措置費用約 5 億円（施設解体、廃棄物処理処分）
- ・燃料譲渡し費用 譲渡し先が決定し、処理方法や輸送方法が明確になった段階で見積り予定

(2)廃止措置の実施体制

- ・保安規定による保安管理体制
- ・臨界実験装置主務者（廃止措置主任者）任命
- ・必要な技術者の確保、保安規定に基づく教育

(3)品質保証計画

- ・保安規定において、所長をトップマネジメントとする品質保証計画
- ・品質保証計画に基づき廃止措置に係わる業務を実施

TOSHIBA

以上

