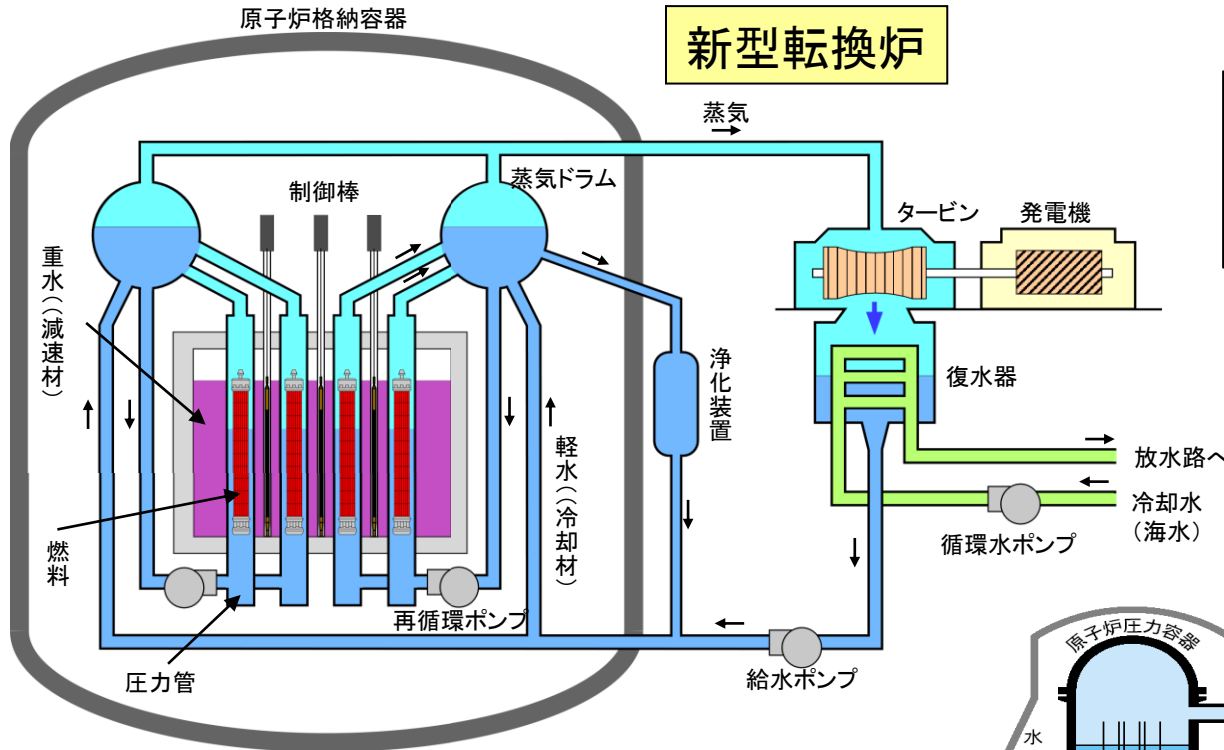


「ふげん」の概要及び廃止措置進捗状況

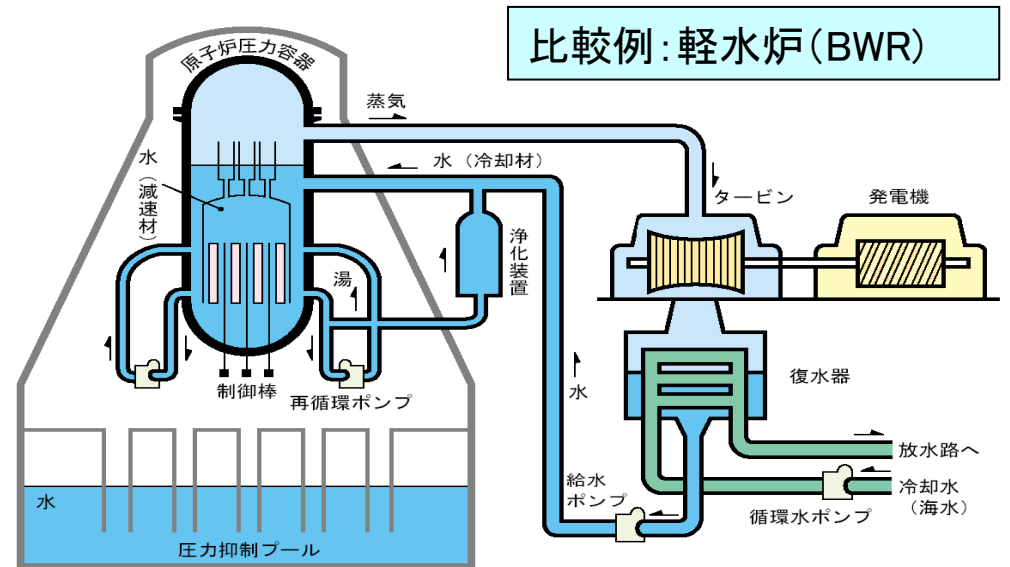
2023年 8月25日

日本原子力研究開発機構 敦賀廃止措置実証部門
新型転換炉原型炉ふげん

新型転換炉原型炉ふげん

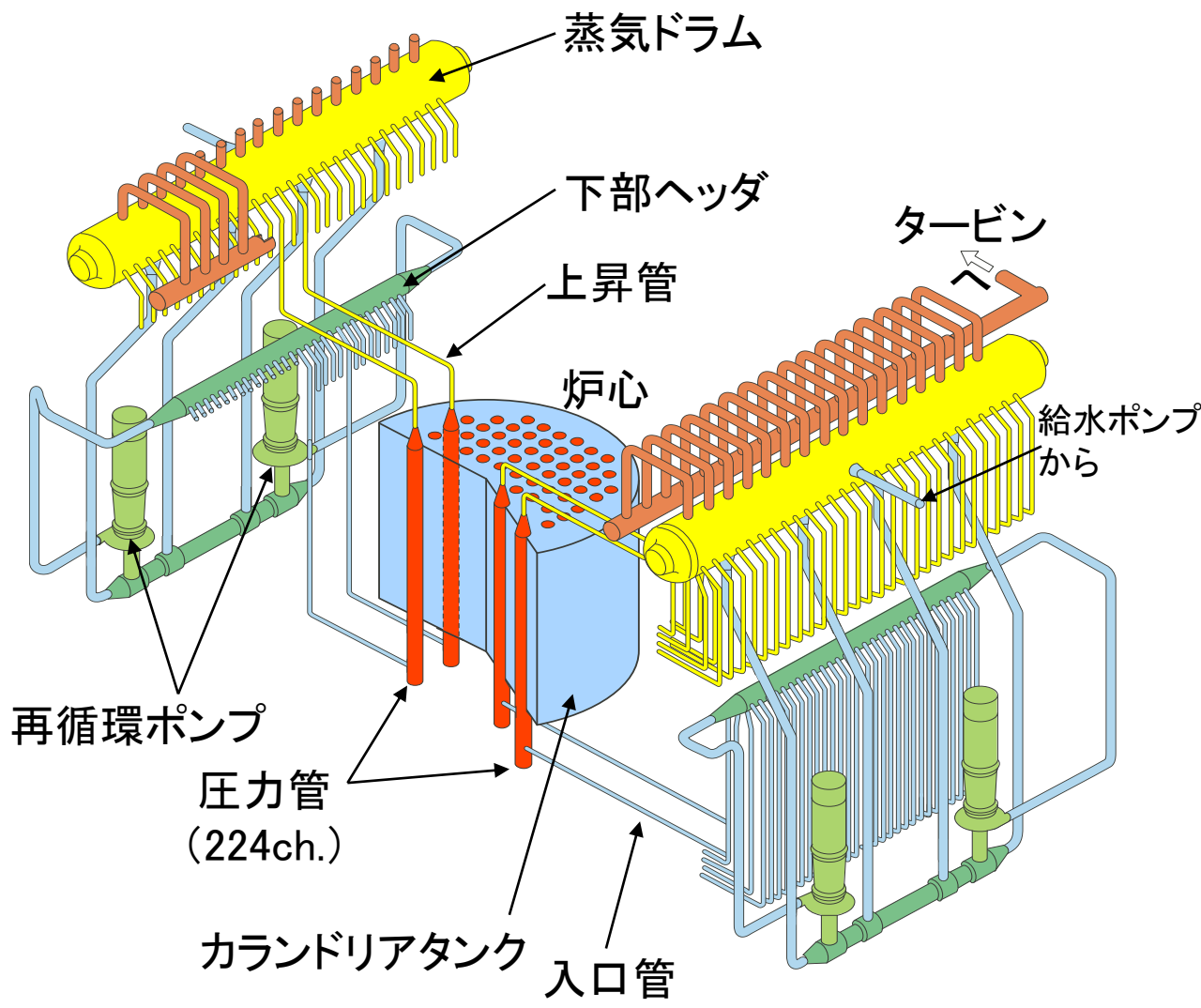


	炉容器の型	減速材	冷却材
ふげん	圧力管型	重水	軽水
軽水炉	圧力容器型	軽水	軽水



比較例：軽水炉(BWR)

「ふげん」の原子炉冷却系概要



原子炉出力	-熱出力: 557 MW -電気出力: 165 MWe
炉心	-高さ: 3,700 mm -直径: 4,050 mm -燃料チャンネル数: 224
重水系	-重水装荷重量: 160 t -重水温度: 70 °C
原子炉冷却系	-冷却材: 軽水 (H ₂ O) -圧力: 68 kg/cm ² -温度: 284 °C (蒸気ドラム) -炉心流量: 7,600 t/h -再循環回路数: 2ループ

「ふげん」の廃止措置スケジュール

運転期間	廃止措置準備期間	重水系・ヘリウム系等の汚染の除去期間	原子炉周辺設備解体撤去期間	原子炉本体解体撤去期間	建屋解体期間																																					
2001 H13	2002 H14	2003 H15	2004 H16	2005 H17	2006 H18	2007 H19	2008 H20	2009 H21	2010 H22	2011 H23	2012 H24	2013 H25	2014 H26	2015 H27	2016 H28	2017 H29	2018 H30	2019 R1	2020 R2	2021 R3	2022 R4	2023 R5	2024 R6	2025 R7	2026 R8	2027 R9	2028 R10	2029 R11	2030 R12	2031 R13	2032 R14	2033 R15	2034 R16	2035 R17	2036 R18	2037 R19	2038 R20	2039 R21	2040 R22			
	△2005.10 原子力機構設立																▲2018.4 敦賀廃止措置 実証部門設置																									
	▼運転終了('03.3.29)																▼廃止措置計画変更認可('18.5.10) ←SF搬出期間の変更																									
			▼廃止措置計画認可('08.2.12)														▼廃止措置計画変更認可('19.7.22) ←施設維持管理の適切化																									
			▼廃止措置計画変更届('12.3.22)															▼廃止措置計画変更認可('21.5.14) ←新検査制度移行																								
																		▼廃止措置計画変更認可('22.2.21) ←セメント混練固化装置																								
																		▼廃止措置計画変更認可('22.11.16) ←性能維持施設見直し																								
																		▼廃止措置計画変更届('22.11.25) ←廃止措置計画延伸																								
			使用済燃料の搬出																		国外の再処理事業者(仏国)への搬出計画を年内に見直し予定																					
			重水系・ヘリウム系等の汚染の除去																																							
																重水・ヘリウム系 解体撤去																										
			原子炉冷却系統施設、計測制御系統施設等 解体撤去																																							
																					核燃料物質取扱施設等 解体撤去																					
																					原子炉領域等解体撤去																					
																					換気系等 解体撤去																					
																					← 管理区域解除 →					建屋解体																

「ふげん」の廃止措置の実施状況(概要)

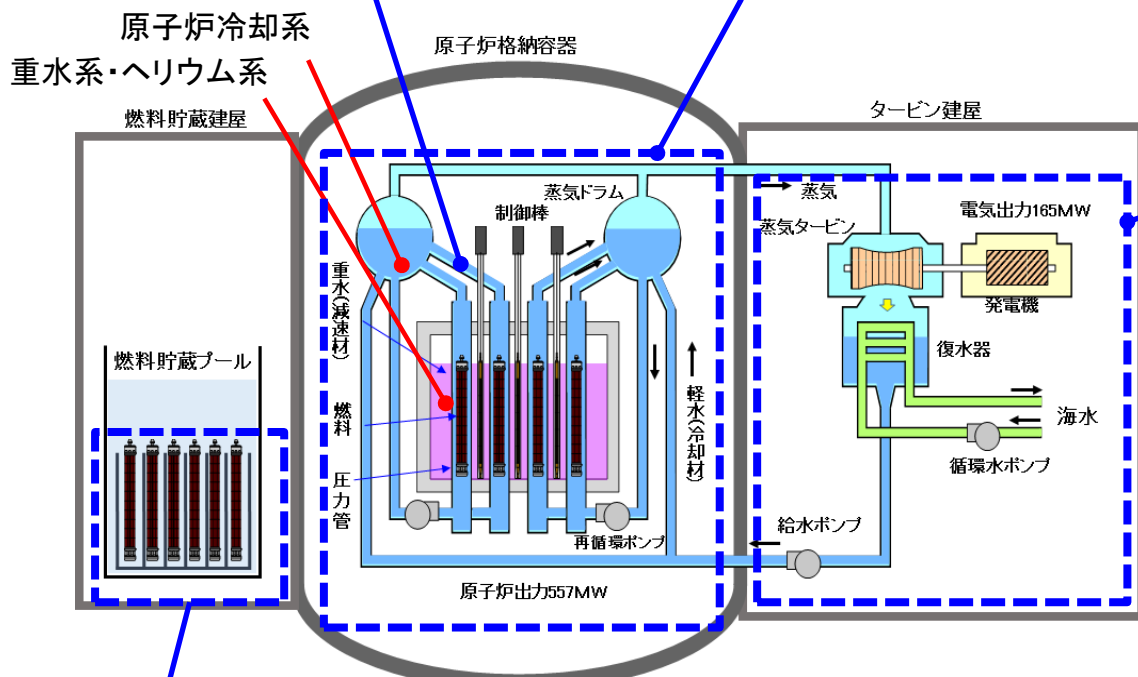
■ 原子炉冷却系統の除染等

- 2003年度 原子炉冷却系統の化学除染
- 2003～2014年度 重水(減速材)の回収と施設外搬出(約270トン)
- 2008～2017年度 重水系・ヘリウム系統のトリチウム除去

■ 原子炉周辺設備の解体撤去

2018年度より格納容器内での解体撤去を実施中

- 主蒸気隔離弁及び隔離冷却系配管撤去
- Aループ及びBループ設備等解体撤去完了
- 大型機器等の解体撤去実施中(2022～2026年度)



■ タービン設備の解体撤去

2017年度までに、タービン建屋内で解体を実施し、タービン本体および発電機を除き、復水器や給水加熱器、弁、配管類等の解体撤去を完了

■ 解体撤去物のクリアランス測定

- 原子力規制委員会より認可を受けた方法に基づき2018年12月から測定・評価を実施中

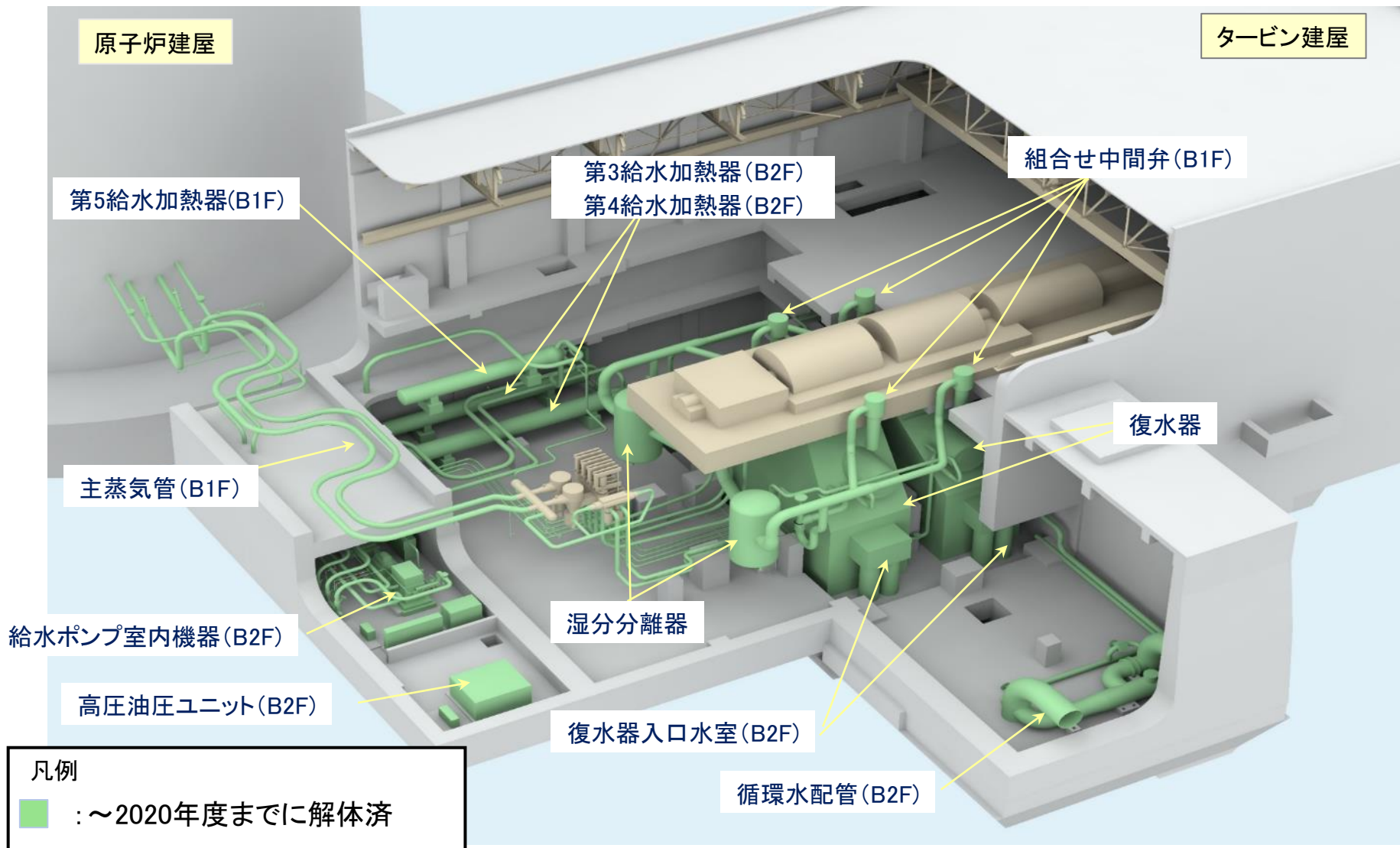
■ 原子炉本体解体に向けた取組み

- 炉心解体に向けた切断工法に係る要素試験
- 残留放射能の詳細評価のために炉内試料を採取、採取試料の測定・評価を実施
- 原子炉本体解体に向けた炉外モックアップ試験を実施中

■ 使用済燃料

- 約25年間の運転において1,459体使用し、993体を搬出済み、466体を保管中
- 搬出に向けた準備作業を実施中(搬出容器の製造 設計承認:2021.5承認、関連設備の改造等)
- 仏オラノ社との間に輸送・再処理に向けた履行契約を締結(2022.6)
(履行契約で再処理の対象となるふげんの使用済燃料は、ふげんに保管されている466体、東海再処理施設に保管されている265体の計731体)

タービン建屋内の機器等の解体撤去



原子炉建屋内の機器等の解体撤去

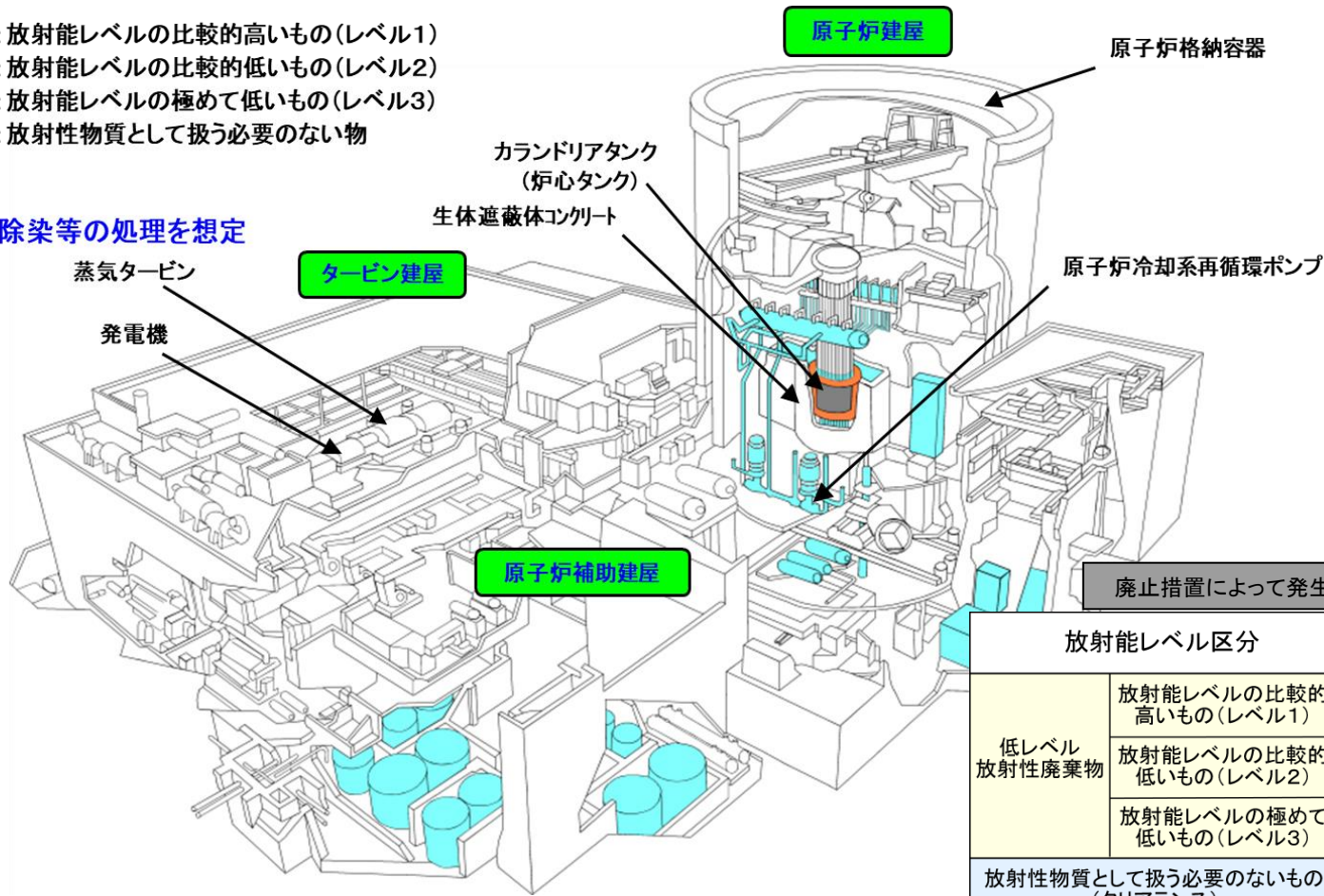
年度	～2018年度	2019年度 ～2020年度	2020年度 ～2022年度	2022年度～2026年度
	地下階の機器・配管	Aループ側 大型機器を除く機器・配管	Bループ側 大型機器を除く機器・配管	大型機器
解体範囲概略図	<p>B調温ユニット (25トン)</p> <p>[地下1階]</p>	<p>貫通口(タービン建屋へ) W3m × H4m × D4m</p> <p>A,Bループにおける 主な解体対象設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ●一次冷却設備 (原子炉本体配管系、 冷却材再循環系) ●非常用冷却設備 (高圧給水系、 余熱除去系等) ●原子炉格納容器 ●空気再循環設備 (調温ユニット等) ●制御設備 (制御材駆動設備) 		<p>蒸気ドラム(90トン×2基)</p> <p>蒸気放出プール冷却系 熱交換器(18トン×2基)</p> <p>再循環ポンプ(28.5トン×4基)</p>
	物量	<p>約130トン</p>	<p>約340トン</p>	<p>約580トン</p>

: 解体対象

「ふげん」の放射性物質レベル区分

- : 放射能レベルの比較的高いもの(レベル1)
- : 放射能レベルの比較的低いもの(レベル2)
- : 放射能レベルの極めて低いもの(レベル3)
- : 放射性物質として扱う必要のない物

(注) 除染等の処理を想定



廃止措置によって発生する廃棄物の量 (単位:千トン)

放射能レベル区分		運転中廃棄物	廃止措置段階における廃棄物	合計
低レベル放射性廃棄物	放射能レベルの比較的高いもの(レベル1)	0.2	0.3	0.5
	放射能レベルの比較的低いもの(レベル2)	3.0	1.4	4.4
	放射能レベルの極めて低いもの(レベル3)	—	45.4 → 5.2	5.2
放射性物質として扱う必要のないもの(クリアランス)		—	0.6 → 40.8	40.8
放射性廃棄物でない廃棄物			138.5	138.5
汚染のない地下の建物、構造物、事務所、倉庫等			170.0	170.0
総計		3.2	356.2	359.2

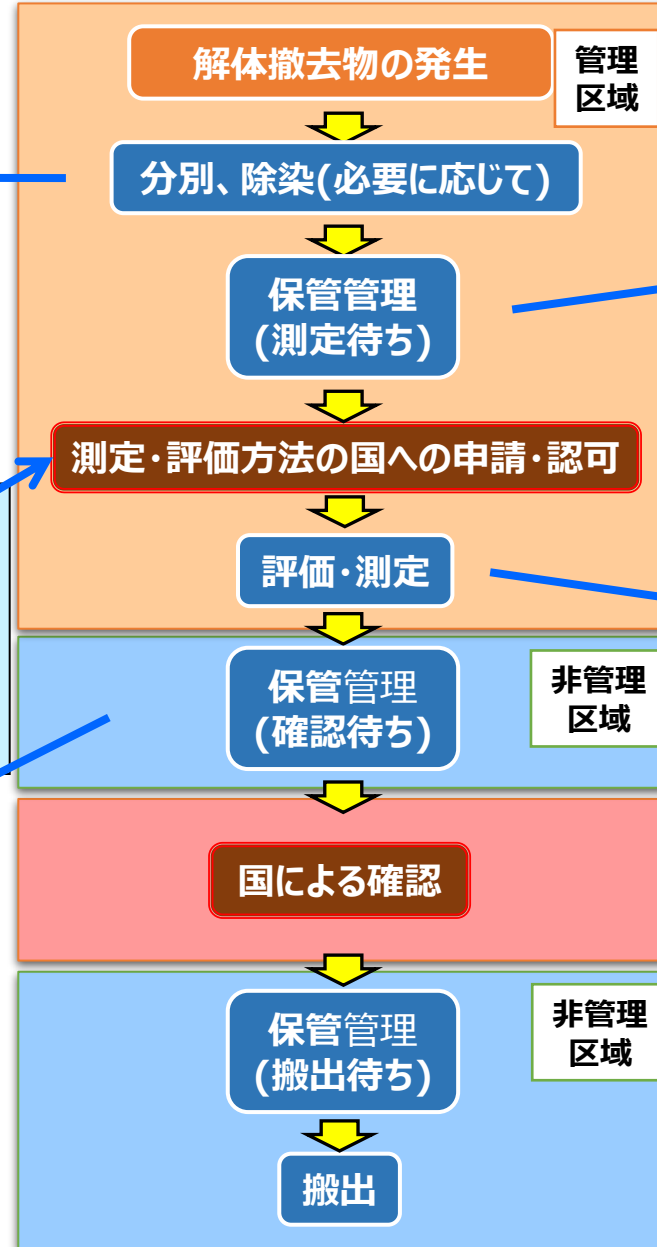
● 推定発生量は、十トン単位で切り上げ、合計値については、百トン単位で切り上げた値である。
(端数処理のため合計値が一致しないことがある)

クリアランス制度の運用



「認可申請書の主な内容」

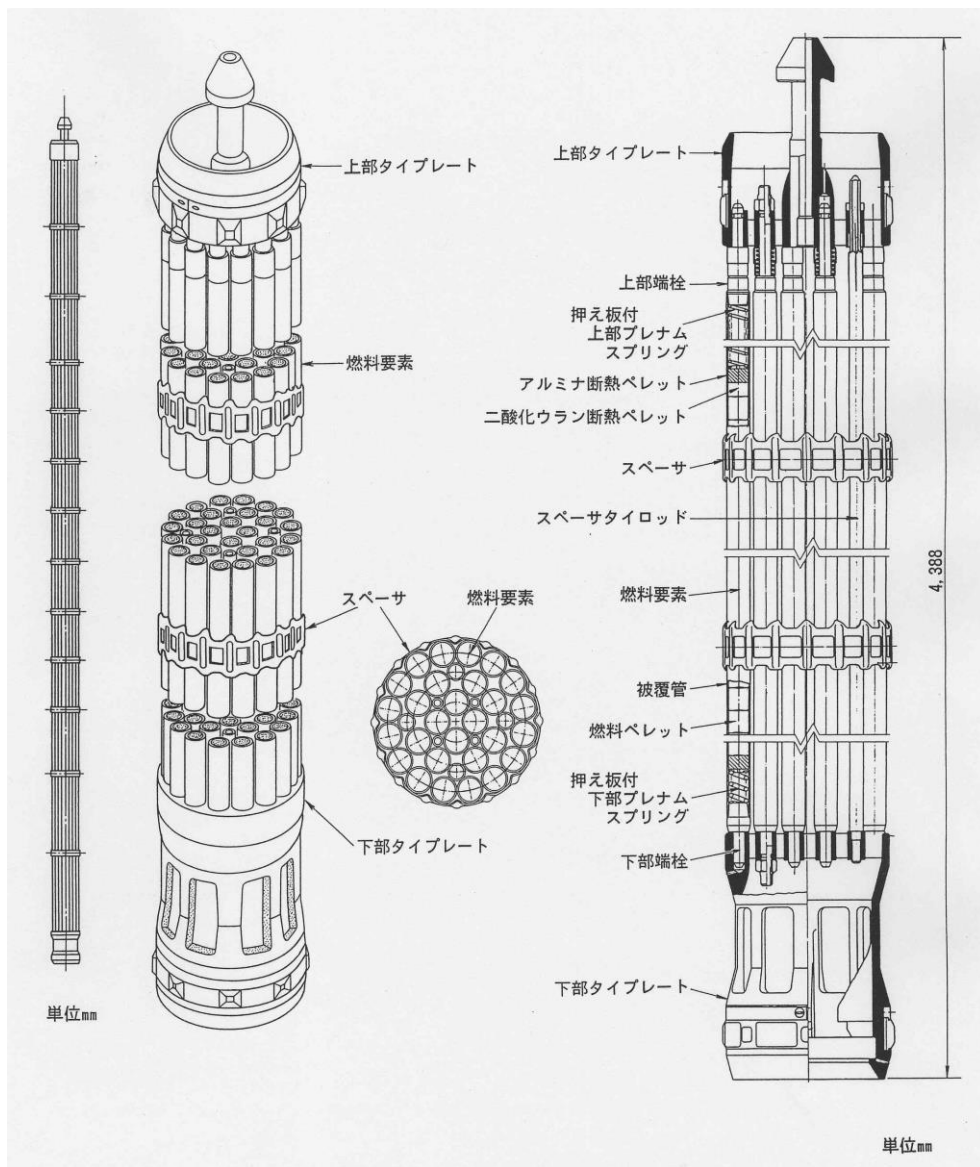
- ・タービン建屋から発生する金属：約1,100トン
- ・測定・評価する放射性物質の種類：Co-60、H-3等の重要10核種
- ・専用の放射線測定装置により、Co-60の放射能濃度を評価、その他9核種はサンプル分析結果に基づいて放射能濃度を評価



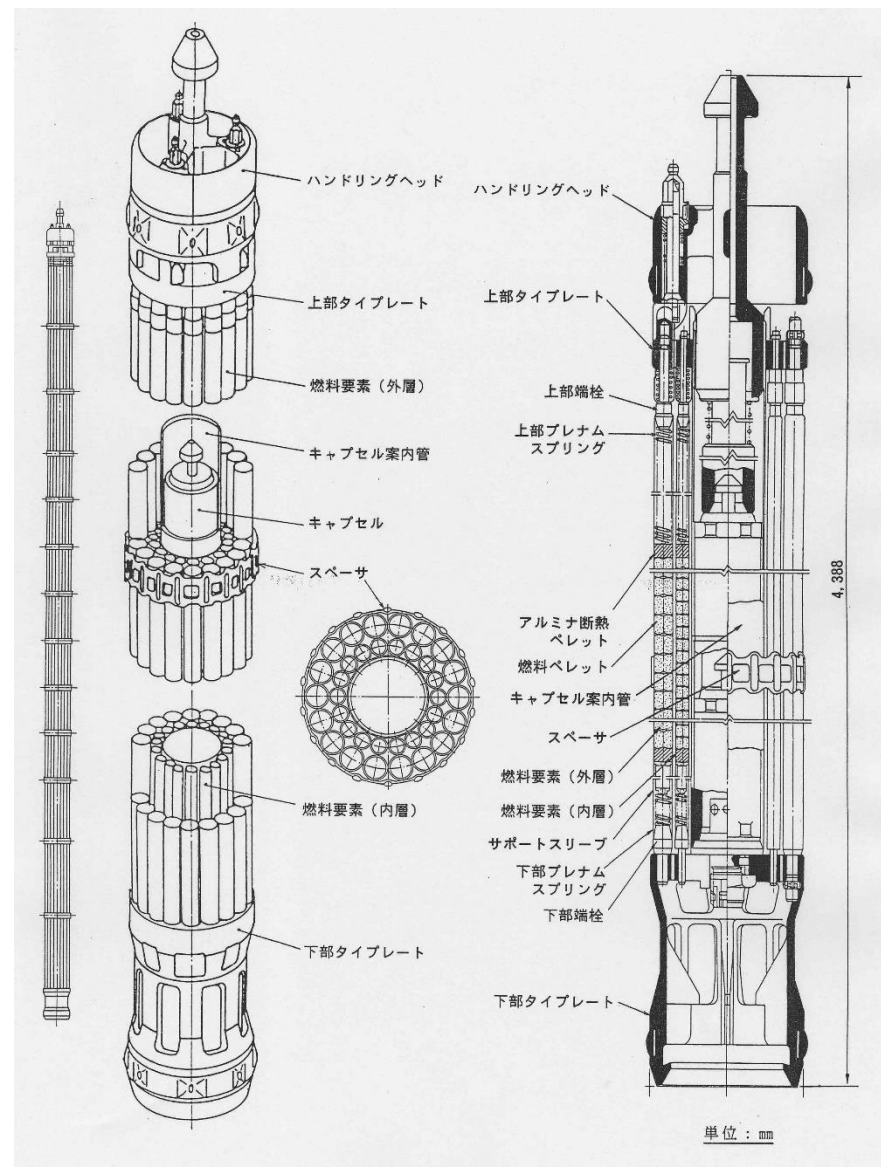
「クリアランス制度の取組みと運用の実績」

2009年度	: 装置設置
2015. 2.13	: 測定・評価方法の認可申請
2018. 8.31	: 認可
2018.12.10~	: クリアランス測定開始
2019.11.12	: 確認証の交付 (第1回 約49トン)
2020. 9.23	: 確認証の交付 (第2回 約126トン)
2021. 5.25	: 確認証の交付 (第3回 約132トン)
2022. 5.12	: 確認証の交付 (第4回 約108トン)
2023. 5.17	: 確認証の交付 (第5回 約111トン)

標準燃料集合体及び特殊燃料集合体の構造図

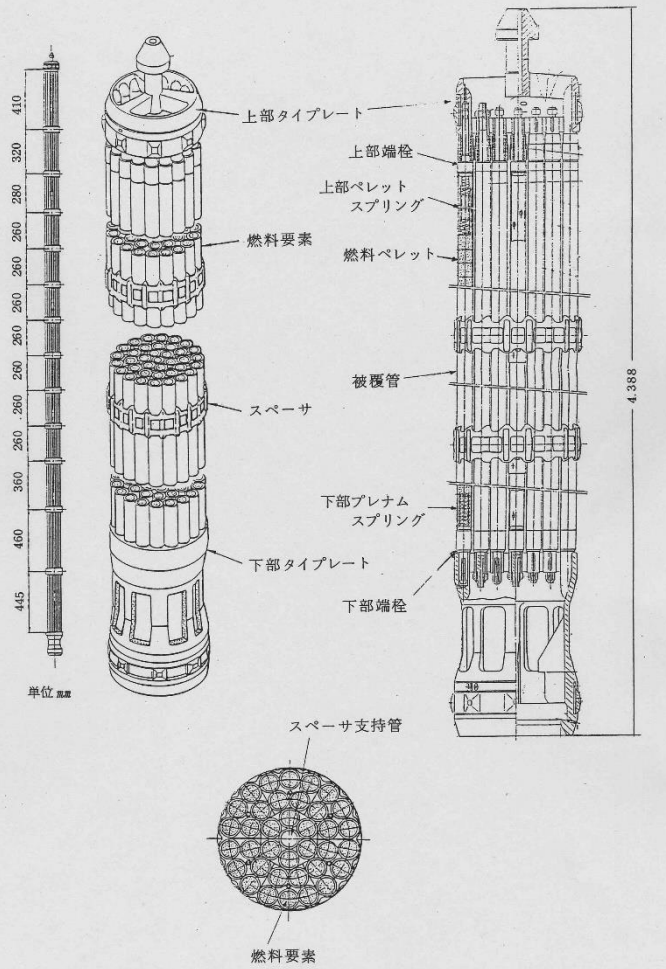


標準燃料集合体

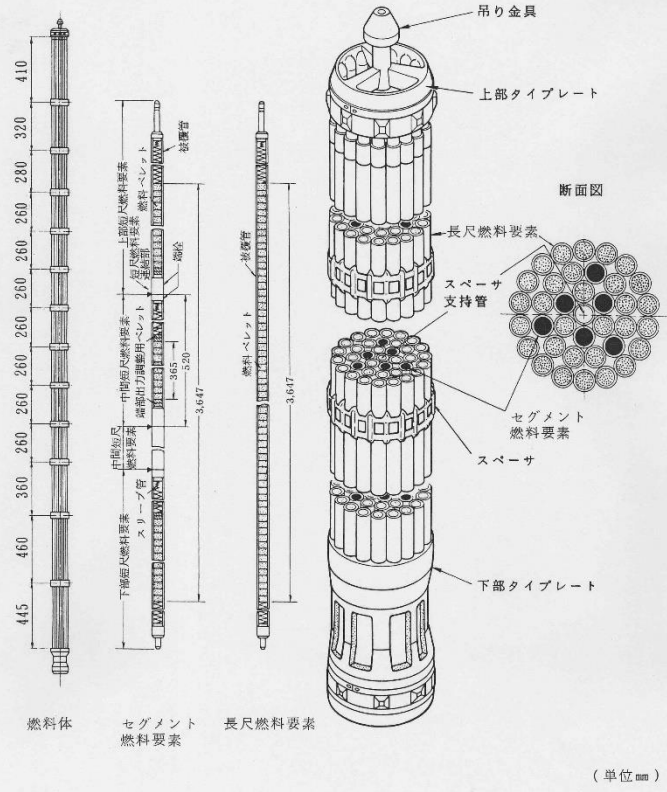


特殊燃料集合体

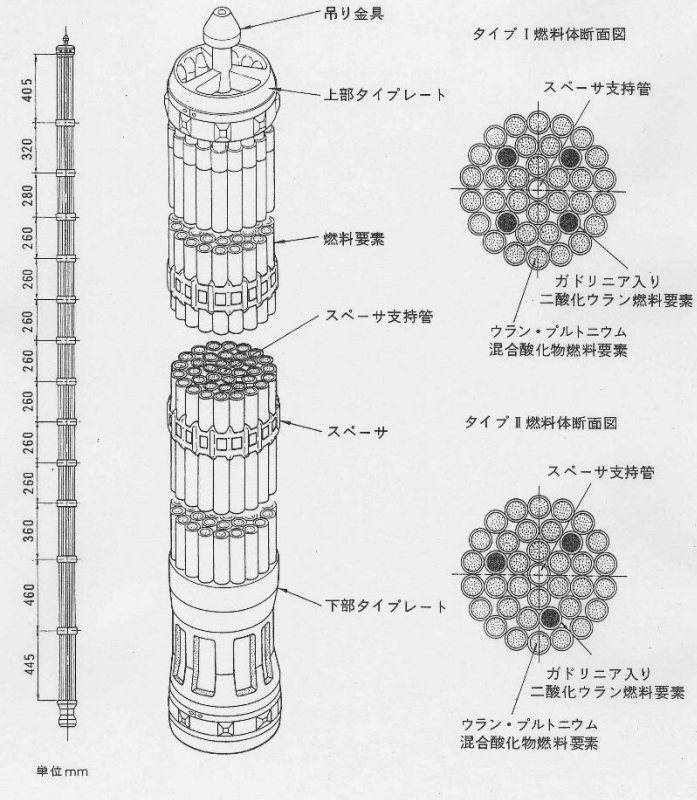
照射用燃料集合体の構造図



照射用36本燃料集合体



照射用セグメント燃料集合体



照射用ガドリニウム燃料集合体

燃料集合体の主要仕様

	標準燃料集合体				特殊燃料集合体		照射用36本燃料集合体	照射用セグメント燃料集合体	照射用ガトリー燃料集合体	
	UO ₂ 燃料集合体		MOX燃料集合体		タイプ A	タイプ B			タイプ I	タイプ II
	タイプ A	タイプ B	タイプ A	タイプ B						
(1) ペレット 材質	二酸化ウラン焼結 ^o レット		ウラン・プルトニウム混合酸化物 焼結 ^o レット		二酸化ウラン焼結 ^o レット		ウラン・プルトニウム混合酸化物 焼結 ^o レット		ウラン・プルトニウム混合酸化物 焼結 ^o レット(中間層UO ₂ -Gd)	
外形	約14.4mm		約14.4mm		約8.3mm(内層) 約12.8mm(外層)		約12.4mm		約12.4mm	
初期密度	約95%TD		約95%TD		約95%TD		約95%TD		約95%TD	
核分裂性物質 量(内層, 中間層)	約1.5wt%	約1.9wt%	約1.5wt%	約2.3wt%	約2.5wt%	約3.2wt%	約3.2wt%	約3.7wt%	約2.6~	約2.1~
(外層)	約1.5wt%	約1.9wt%	約1.3wt%	約1.8wt%	約1.5wt%	約1.9wt%	約1.7wt%	約2.2wt%	5.0wt%	4.8wt%
集合体平均*	約1.5wt%	約1.9wt%	約1.4wt%	約2.0wt%	約1.8wt%	約2.3wt%	約2.4wt%	約3.0wt%	約3.5wt%	約3.2wt%
(2) 被覆管 材料	ジルコイ-2		同左		ジルコイ-2		ジルコイ-2	ジルコイ-2及び ジルコニウム・ライ 付ジルコイ-2	ジルコイ-2及びジルコニウム・ライ 付ジルコイ-2	
外径	約16.46mm		同左		約9.7mm 約14.72mm		約14.5mm		約14.5mm	
肉厚	約0.88mm		同左		約0.62mm 約0.84mm		約0.90mm		約0.90mm	
(3) 燃料棒 燃料有効長	約3700mm		同左		約3540mm		約3647mm		約3650mm	
フレム体積比	約0.05		同左		約0.10		約0.10	約0.10~0.44	約0.10	
ヘリウム封入圧	約1kg/cm ² a		同左		約1kg/cm ² a		約3kg/cm ² a		約3kg/cm ² a	
(4) 燃料集合体 形状	三層同心円状クラスタ形		同左		三層同心円状クラスタ形		三層同心円状クラスタ形		三層同心円状クラスタ形	
全長	約4388mm		同左		約4388mm		約4398mm		約4393mm	
外径	約111.6mm		同左		約111.6mm		約111.6mm		約111.6mm	
燃料棒本数	28		同左		36		36		36	
(5) 設計条件 最高燃焼度	約20000MWd/t		同左		約30000MWd/t		約35000MWd/t	約30000MWd/t	約40000MWd/t	約30000MWd/t
最大線出力密度	574W/cm(17.5kW/ft)		同左		492W/cm(15kW/ft)		492W/cm (15kW/ft)	394W/cm (12kW/ft)	492W/cm (15kW/ft)	427W/cm (13kW/ft)

* 但し、MOX燃料集合体と照射用燃料集合体については、ウラン濃縮度約0.7~1.4wt%の母材を使用している。