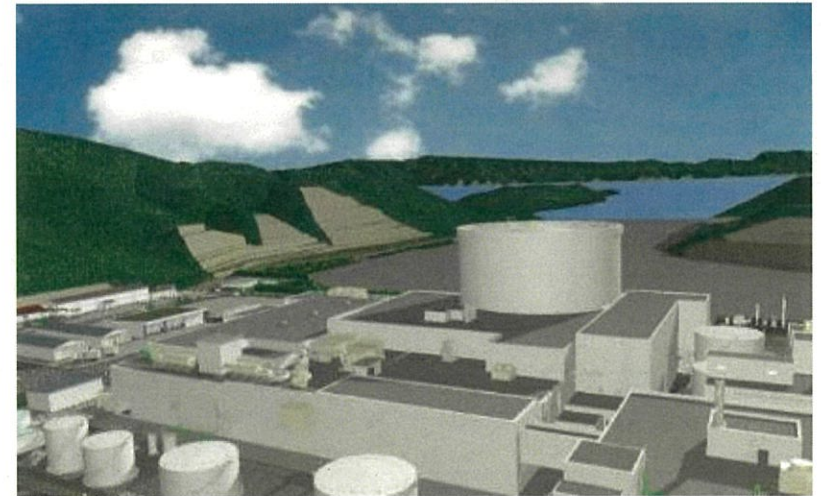




核燃料輸送物設計承認申請の概要について (TN JA型)

国立研究開発法人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



本資料のうち、赤枠囲いの内容は、核物質防護情報及び商業機密等に属しますので公開できません。



1. 新型転換炉原型炉ふげんの概要 P2
2. TN JA型輸送容器の開発概要 P5
3. 核燃料輸送物設計承認申請の概要 P6

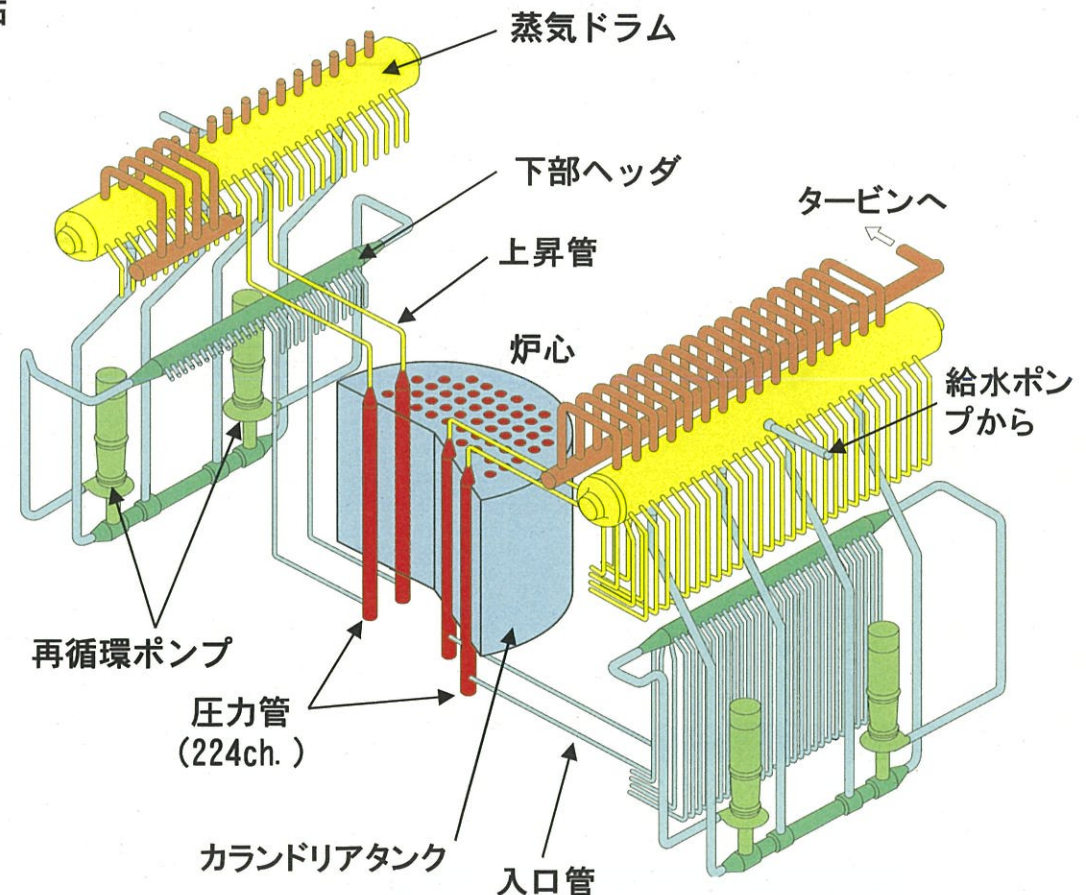


1. 新型転換炉原型炉ふげんの概要

新型転換炉原型炉ふげん(以下「ふげん」)は、1979年3月20日に本格運転を開始し、新型転換炉の技術開発を実証、プルトニウム利用の核燃料サイクルの実証等を行い、2003年3月29日に約25年間の運転を終了した。

ふげんは、軽水炉のBWR(沸騰水型炉)同様、原子炉で発生した蒸気をそのままタービンに導いて発電機を回す直接サイクルを採用しており、タービン発電機、給復水系などはBWRに類似している。

- (1) 型式 重水減速沸騰軽水冷却圧力管型原子炉
- (2) 着工 1970年12月
- (3) 初臨界 1978年3月20日
- (4) 運転開始 1979年3月20日
- (5) 運転終了 2003年3月29日
- (6) 廃止措置計画認可 2008年2月12日
- (7) 定格電気出力 165MWe
- (8) 原子炉定格熱出力 557MWt
- (9) 総発電電力量 約219億2,400万kwh
- (10) 総発電時間 約13万7,000時間
- (11) 平均設備利用率 約62%





1. 新型転換炉原型炉ふげんの概要

一 経緯 一

- 2008年2月 ふげん廃止措置計画の認可
- 2014年9月～ ふげん使用済燃料の海外での再処理を視野に技術的検討を開始
- 2018年4月 ふげん原子炉設置の変更許可
- 2018年5月 ふげん廃止措置計画の変更認可
使用済燃料搬出工程を2017年度から2026年度に変更
- 2018年10月 仏国オラノ・サイクル社と輸送準備契約を締結



1. 新型転換炉原型炉ふげんの概要

搬出するふげん使用済燃料の保管状況

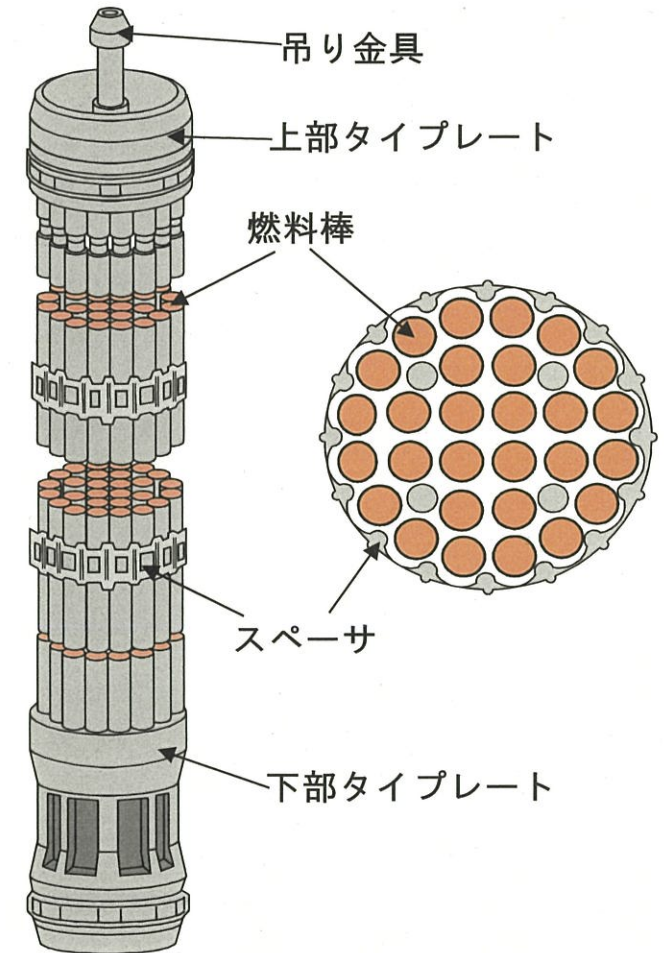
使用済燃料	保管サイト	体数	燃料タイプ
新型転換炉 原型炉 使用済燃料	ふげん (福井県)	466体	<ul style="list-style-type: none"> ● 28本クラスタ (ウラン・プルトニウム富化型燃料) ● 28本クラスタ (微濃縮ウラン型燃料) ● 36本クラスタ (特殊燃料) ● 36本クラスタ (照射用36本燃料) ● 36本クラスタ (照射用ガドリニア燃料)
	核燃料サイクル 工学研究所 再処理施設 (茨城県)	265体	



ふげん



核燃料サイクル工学研究所再処理施設



ふげん燃料集合体
(28本クラスタ)

2. TN JA型輸送容器の開発概要



— TN JA型輸送容器の開発経緯 —



TN JA型輸送物の仕様

輸送方式	乾式
外径	約 2.2m
全長	約 6.8m
重量	78.4トン以下
燃料収納体数	32体



3. 核燃料輸送物設計承認申請の概要

- 核燃料輸送物設計承認申請書の構成は、以下のとおり事業所外運搬規則に則っている。
 - (イ)章 核燃料輸送物の説明
 - (ロ)章 核燃料輸送物の安全解析
 - A. 構造解析、B. 熱解析、C. 密封解析、D. 遮へい解析、E. 臨界解析
 - (ハ)章 品質マネジメントの基本方針
 - (ニ)章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法
 - (ホ)章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項
- 各解析において規則及び告示に定める基準値を全て満足していることを確認している。

3. 核燃料輸送物設計承認申請書

(イ)章 核燃料輸送物の説明



A. 目的及び条件

- 使用目的:
新型転換炉原型炉ふげん及び核燃料サイクル工学研究所再処理施設に保管しているふげん使用済燃料を輸送するため。
- 輸送容器の型名: TN JA型
- 輸送物の種類: BM型核分裂性輸送物
- 輸送制限個数: 任意
- 臨界安全指数: 0
- 輸送物の重量: 78.4トン以下(輸送架台は含まず)
- 外形寸法: 外径 約2.2m
全長 約6.8m(前部及び後部衝撃吸収カバーを含む)
- 主要材料

- ◆
- ◆
- ◆
- ◆

3. 核燃料輸送物設計承認申請書

(イ)章 核燃料輸送物の説明



取扱注意

D. 輸送容器の収納物(収納条件)

種類		新型転換炉原型炉使用済燃料 ^{注1)}				
		タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4	タイプ5
		28本クラスタ (ウラン・プルトニウム富化型燃料)	28本クラスタ (微濃縮ウラン型燃料)	36本クラスタ (特殊燃料)	36本クラスタ (照射用36本燃料)	36本クラスタ (照射用ガドリニア燃料)
性状		固体 (ウラン・プルトニウム混合酸化物粉末焼結体)	固体 (ウラン酸化物粉末焼結体)	固体 (ウラン酸化物粉末焼結体)	固体 (ウラン・プルトニウム混合酸化物粉末焼結体)	固体 (ウラン・プルトニウム混合酸化物粉末焼結体)
重量	集合体重量					
	ウラン及びプルトニウム重量					
核分裂性物質重量						
核分裂性物質比(集合体平均)						
ウラン濃縮度(集合体平均)						
核分裂性プルトニウム富化度(集合体平均)						
燃焼度						
冷却期間						
放射能の量 ^{注2)}						
核分裂性物質重量						
発熱量		3.6kW以下				
収納体数		32体以下				

収納配置図

注1) 表面から1メートルの距離における空気吸収線量率は1グレイ毎時を超える。

注2)

3. 核燃料輸送物設計承認申請書

(口)章 核燃料輸送物の安全解析



設計上の特徴

各解析	特徴	説明
構造解析	<ul style="list-style-type: none"> ① 構造構成 ② 主要構造材 ③ 衝撃吸収 	
熱解析	<ul style="list-style-type: none"> ① 熱伝達構成 ② 冷却方式 	
密封解析	<ul style="list-style-type: none"> ① 密封境界 ② シール材 	
遮へい解析	<ul style="list-style-type: none"> ① 遮へい材 ② 中性子遮へい体 	
臨界解析	<ul style="list-style-type: none"> ① 未臨界の確保 	

3. 核燃料輸送物設計承認申請書

(口)章A. 構造解析



取扱注意

<解析概要>

以下部位に関して、LS-DYNAコードにより応力及び変形量を評価し、基準値を満足することを確認。

- ・ 容器本体
- ・ バスケット
- ・ 燃料集合体

<解析コード、解析モデル>

・LS-DYNAコード

<解析条件>

<解析結果>

以下のとおり、健全性を維持できることを確認。

【一般の試験条件】

自由落下/落下姿勢

評価結果

【特別の試験条件】

9m落下/落下姿勢

評価結果

3. 核燃料輸送物設計承認申請書



取扱注意

(口)章B. 熱解析

<解析概要>

- 輸送中に人が容易に接近し得る部分の最高温度は日陰において基準値の温度85度を超えないことを確認。
- 一般の試験条件における輸送物各部の温度を求め、構成部品の温度が使用可能温度を超えないことを確認。
- 特別の試験条件における輸送物各部の温度を求め、構成部品の健全性に与える影響を確認。

<解析コード、解析モデル>

- ABAQUSコード



<解析結果>

使用温度条件により、その性能が影響を受ける主な構成要素の仕様及び使用可能温度範囲



部位	一般の試験条件の最高温度(°C)		特別の試験条件の最高温度(°C)
	太陽熱放射なし	太陽熱放射あり	



<解析条件>

- 強度試験(9m落下試験及び1m貫通試験)条件に引き続いて、耐火試験条件にさらされるものとし、落下試験等の影響を解析モデルに考慮。

3. 核燃料輸送物設計承認申請書

(口)章C. 密封解析



<解析概要>

一般の試験条件及び特別の試験条件において輸送物からの放射性物質の漏えい率が基準値以下であり、輸送物が密封性能を満足していることを確認。

<解析条件>

-
-
-

<解析結果>

特別の試験条件における放射性物質濃度を用いて求めた気体中の放射性物質の漏えい率と、 A_2 値/weekとの比率について、密封装置からの放射性物質の1週間当たりの漏えい量と各核種の A_2 値/weekとの比率の合計は1よりも小さいため、基準値よりも小さい。

核種	放射性物質漏えい率 (Bq/week)	A_2 値/week (Bq/week)	比率
----	------------------------	---------------------------	----

3. 核燃料輸送物設計承認申請書

(口)章D. 遮へい解析



取扱注意

<解析概要>

以下の評価により基準値を満足することを確認。

- ORIGEN2.1コード及び放射化計算式により連続照射を仮定して線源強度を計算。
- MCNP6コードを用いて線量当量率を計算。

<解析条件>

<解析結果>

項目	輸送物表面 ($\mu\text{Sv/h}$)			表面より1m(輸送物表面 ($\mu\text{Sv/h}$))		
	頭部	側部	底部	頭部	側部	底部

3. 核燃料輸送物設計承認申請書

(口)章E. 臨界解析



取扱注意

<解析概要>

以下の評価により基準値を満足することを確認。
一般の試験及び特別の試験条件により生じる輸送容器及び燃料集合体の変形を考慮し、実効増倍率を計算。

<解析コード、解析モデル>

SCALEコードシステム (KENO-VIコードで実効増倍率を解析)

<解析条件>

<解析結果>

通常輸送時並びに一般の試験条件及び特別の試験条件に置かれた輸送物の孤立系及び配列系の各状態と比較して安全側の評価であり、十分未臨界である。

燃料タイプ	項目	$K_{eff}+3\sigma$
タイプ1		
タイプ2		
タイプ3		
タイプ4		
タイプ5-I		
タイプ5-II		

3. 核燃料輸送物設計承認申請書



(ロ)章F、(ハ)章、(二)章、(ホ)章

<(ロ)章 F. 規則及び告示に対する適合性の評価>

事業所外運搬規則及び告示への適合性について説明。

- ・第3条（核燃料輸送物としての核燃料物質等の運搬）
- ・第4条（L型輸送物に係る技術上の基準）
- ・第5条（A型輸送物に係る技術上の基準）
- ・第6条（BM型輸送物に係る技術上の基準）
- ・第11条（核分裂性物質に係る核燃料輸送物の技術上の基準）

<(ハ)章 品質マネジメントの基本方針>

- A. 品質マネジメントシステム
- B. 申請者の責任
- C. 教育・訓練
- D. 設計管理
- E. 輸送容器の製造発注
- F. 取扱い及び保守

<(二)章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法>

- A. 輸送物の取扱い方法
- B. 保守条件

<(ホ)章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項>

環境温度が °C 以下になる場合には、輸送に供しないものとする。