

核燃サイクル阻止1万人訴訟原告団 核燃基礎講座vol. 8

2024年3月5日（火）19:00～21:00

講師：澤井正子（元原子力資料情報室スタッフ）

「高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター」 その1－概要編

ご視聴ありがとうございます。

発言時以外は、ミュート（消音）をお願い致します。

本日の資料は、配信終了後原告団HPから、ダウンロードできます。

前半のお話の部分は録画記録し、後日原告団HPに掲載いたします。

後半質疑応答の部分は、録画いたしません。

質問は、チャット欄にご記入ください。



地図

航空写真

地図+写真

むつ湾

太平洋

日本原燃
低レベル廃棄物埋設センター
(最終処分場)

国家石油備蓄地(タンク51基)

日本原燃
ウラン濃縮工場

日本原燃
高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター

日本原燃
六ヶ所再処理工場

量子科学技術研究開発機構
六ヶ所研究所
ITER(国際熱核融合実験炉)関連施設

むつ小川原港

日本原燃
MOX燃料加工工場

六ヶ所核燃料サイクル基地

2 km
2 M

六ヶ所再処理工場

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター
(海外返還廃棄物貯蔵管理センター)

主排気筒

ガラス固化体貯蔵建屋
(B棟)

ガラス固化体貯蔵建屋
(A棟)

第1ガラス固化体貯蔵建屋
(東棟)

ウラン貯蔵建屋

MOX燃料
工場(建設中)

ウラン・プルトニウム
混合酸化物貯蔵建屋

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター
(ガラス固化体1440本収納×2)

ガラス固化体貯蔵建屋(B棟)

ガラス固化体貯蔵建屋(A棟)

ガラス固化体受入建屋

第1ガラス固化体貯蔵建屋(西棟)

第1ガラス固化体貯蔵建屋(東棟)

sf-5断層

sf-4断層

sf-4断層

sf-2断層

sf-3断層

sf-3断層

sf-1断層

sf-1断層

f-2断層

f-2a断層

f-1断層

f-1a断層

海外委託再処理

日本の電力会社はから、1968年から英・仏の再処理事業者と契約を結んできた。契約では、分離されるプルトニウムとともに、再処理によって発生する放射性廃棄物が返還輸送されることになっている。

出典：「プルトニウムのすべて」1994/10:原子力資料情報室

委託先	燃料種別	契約者	契約時期	契約量 (tHM)	廃棄物返還契約	高レベルガラス固化体	中：低レベル廃棄物
BNFL	ガス炉	日本原電	1968	580	X		
		日本原電	1980年以降	920	○	110本 (0.12本/tHM)	21,840m ³ 109,200本
	軽水炉	電力10社	1978 (新契約)	1,998	○	1080本 (0.54本/tHM)	
		日本原電 東京電力	1971 (旧契約)	675	X		
COGEMA	軽水炉	関西電力	1971 (旧契約)	151	X		
		電力10社	1978 (新契約)	2,774	○	2,030本 (0.73本/tHM)	7,440m ³ 38,710本
				7,098		約3,200本	29,580m ³ 141,910本

* 当初、「委託再処理契約」の内容は、すべて「厳秘」

1994年、高木仁三郎が入手した資料にもとづき契約の概要、返還廃棄物の量・仕様等を推計し公表した。

* 今村元衆議院議員への答弁書に寄れば（1994/9/20）によれば、英・仏側に返還権のあるのは、BNHFLがガス炉燃料約990tHM、軽水炉燃料約1660tHM、COGEMAが軽水炉燃料約2770 t HMとなっている。上の表と同じ条件で計算すると返還ガラス固化体は、約3000本となる。

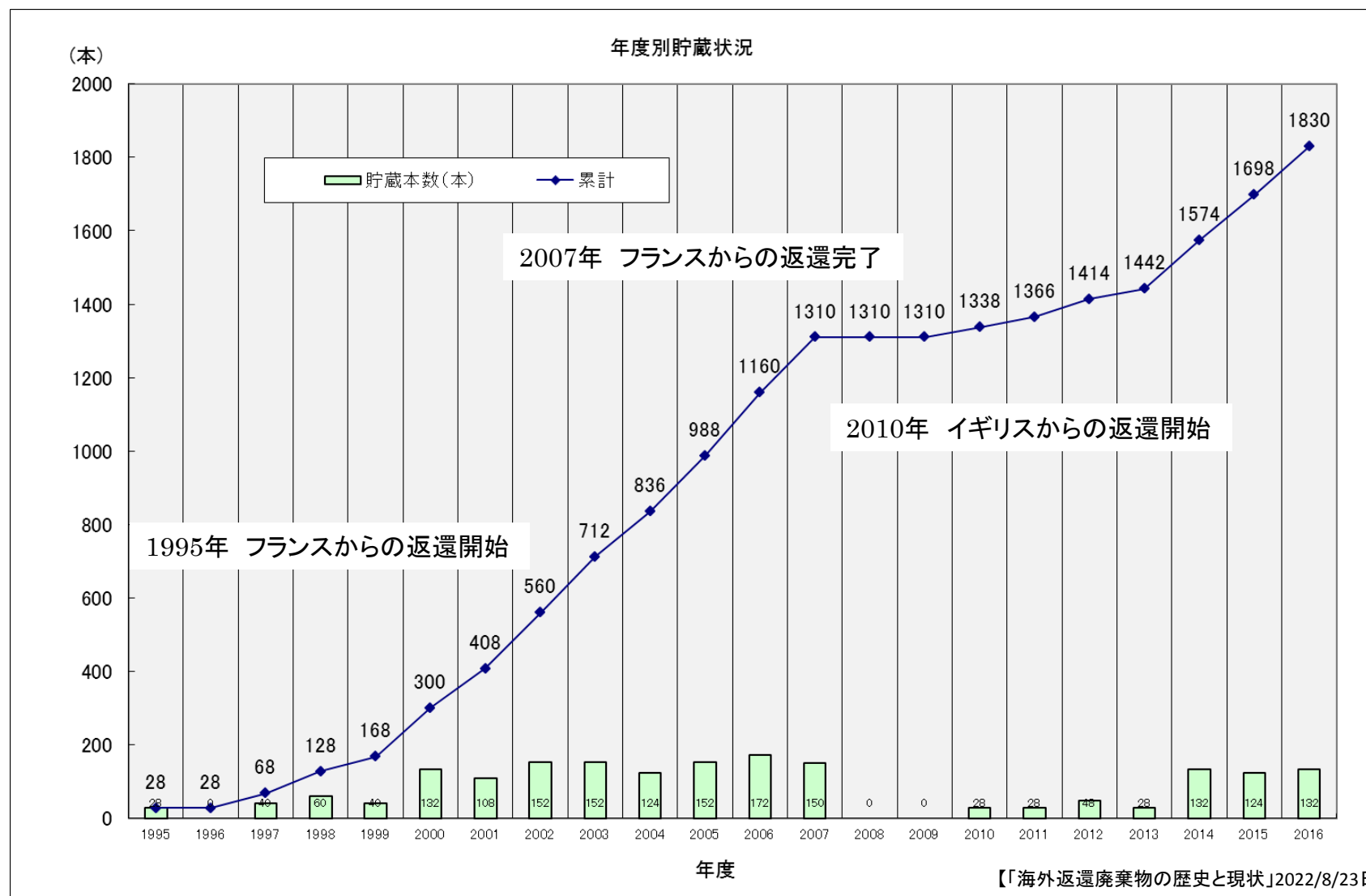
代表的なガラス固化体

主な諸元	<u>COGEMA</u>	<u>BNFL</u>	サイクル機構	日本原燃
・重量	約500kg	約500kg	約400kg	約500kg
・発熱量	2kW/本以下	2.5kW/本以下	1.4kW/本	2.3kW/本
・放射能強度 β、γ	---	4.5×10^{16} Bq/本以下	---	---
α	---	3.5×10^{14} Bq/本以下	---	---
・固化体内容物の密度	約2.7g/cm ³	約2.7g/cm ³	約2.7g/cm ³	約2.7g/cm ³
・固化体容器の材質	Z15CN2413 (JIS SUH309相当)	BS1449 309S24 (JIS SUH309相当)	SUS304L	ステンレス鋼

放射性廃棄物の返還輸送量

—高レベルガラス固化体—

1995年～フランス、2010年～イギリスからのガラス固化体の輸送開始、1830本貯蔵中。



ガラス固化体受入の実績

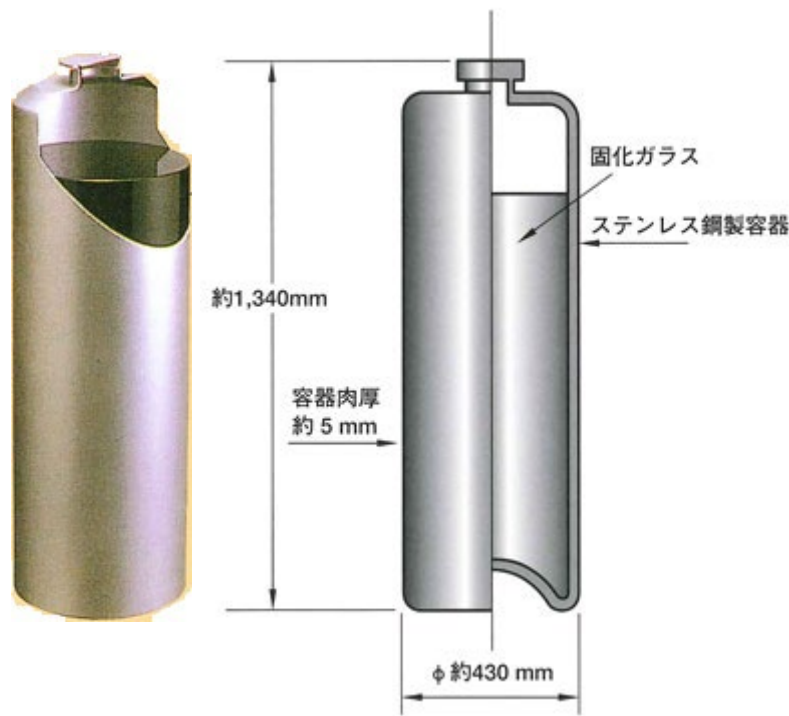
1. 海外からの返還廃棄物の受入れ・検査・貯蔵 (6) ガラス固化体の受入れ実績



- ガラス固化体は平成7年(1995年)より返還開始
 - 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターで受入れ
 - 最終的な処分に向け搬出されるまで30~50年間冷却・貯蔵
 - 仏国分は、1995年~2007年で返還終了(1310本)
 - 英国分は、2010年から返還を開始しており、現在までに520本受入れ
 - 現在 1830本 貯蔵管理
- ガラス固化体は、受入れ開始から累計で約2200本返還予定
(残り約370本)
- 次回返還時は、新規規制基準対応工事完了後に実施予定

ガラス固化体の輸送・受入（1）

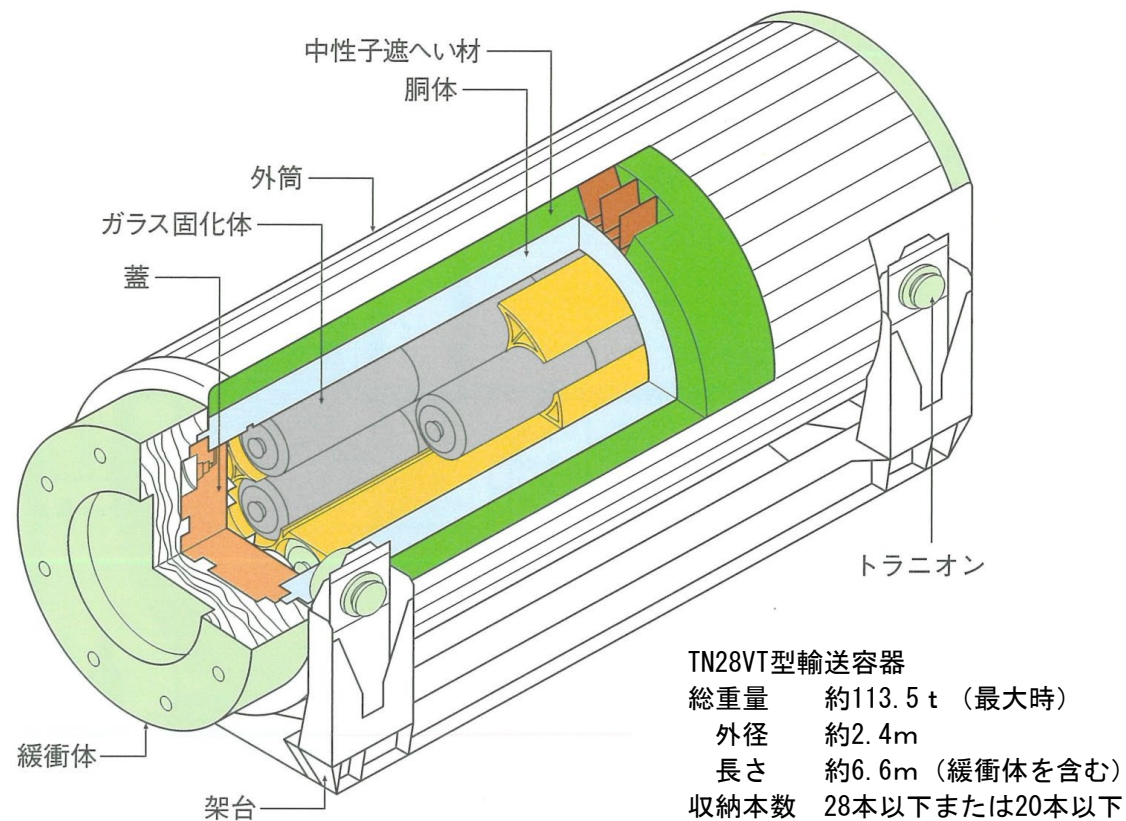
1. 海外からの返還廃棄物の受入れ (2) ガラス固化体の性状



高さ	約1340mm
外径	約430mm
容器材料	ステンレス鋼（肉厚約5mm）
体積	容器内容積 約170ℓ 固化ガラス体積 約150ℓ
重量	550kg以下
固化材	ホウケイ酸ガラス
放射エネルギー (最大)	α 核種 : 3.5×10^{14} Bq/本 β γ 核種 : 4.5×10^{16} Bq/本
発熱量	最大2.5kW/本以下、 平均2.0kW/本以下

ガラス固化体の輸送・受入 (2)

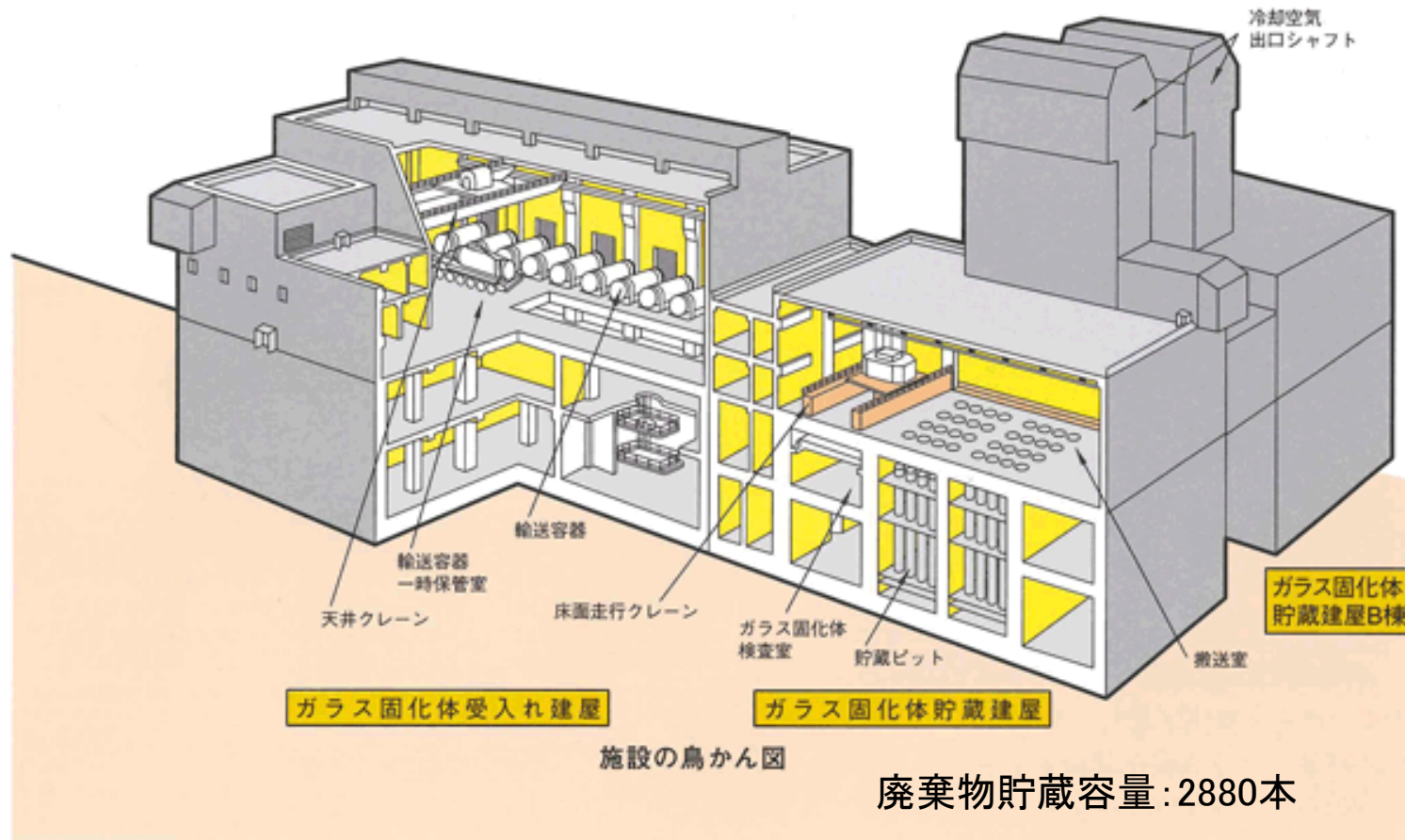
1. 海外からの返還廃棄物の受入れ・検査・貯蔵 (3) 高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)輸送容器



高レベル放射性物質(ガラス固化体)輸送船で運搬

ガラス固化体の輸送・受入 (3)

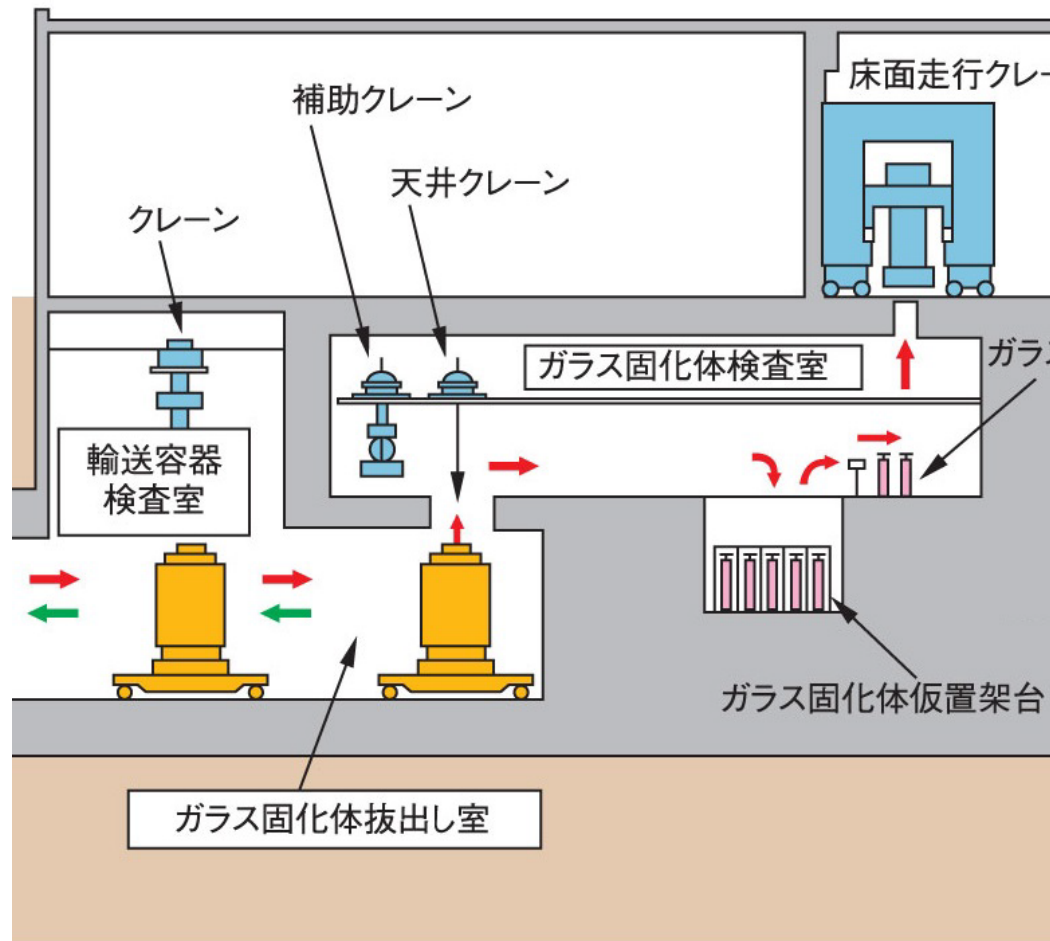
(4) 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター



返還されたガラス固化体は最終的な処分に向けて搬出されるまでの30～50年間冷却・貯蔵される。

ガラス固化体の輸送・受入 (4)

(5)工程 ③ガラス固化体の抜き出し



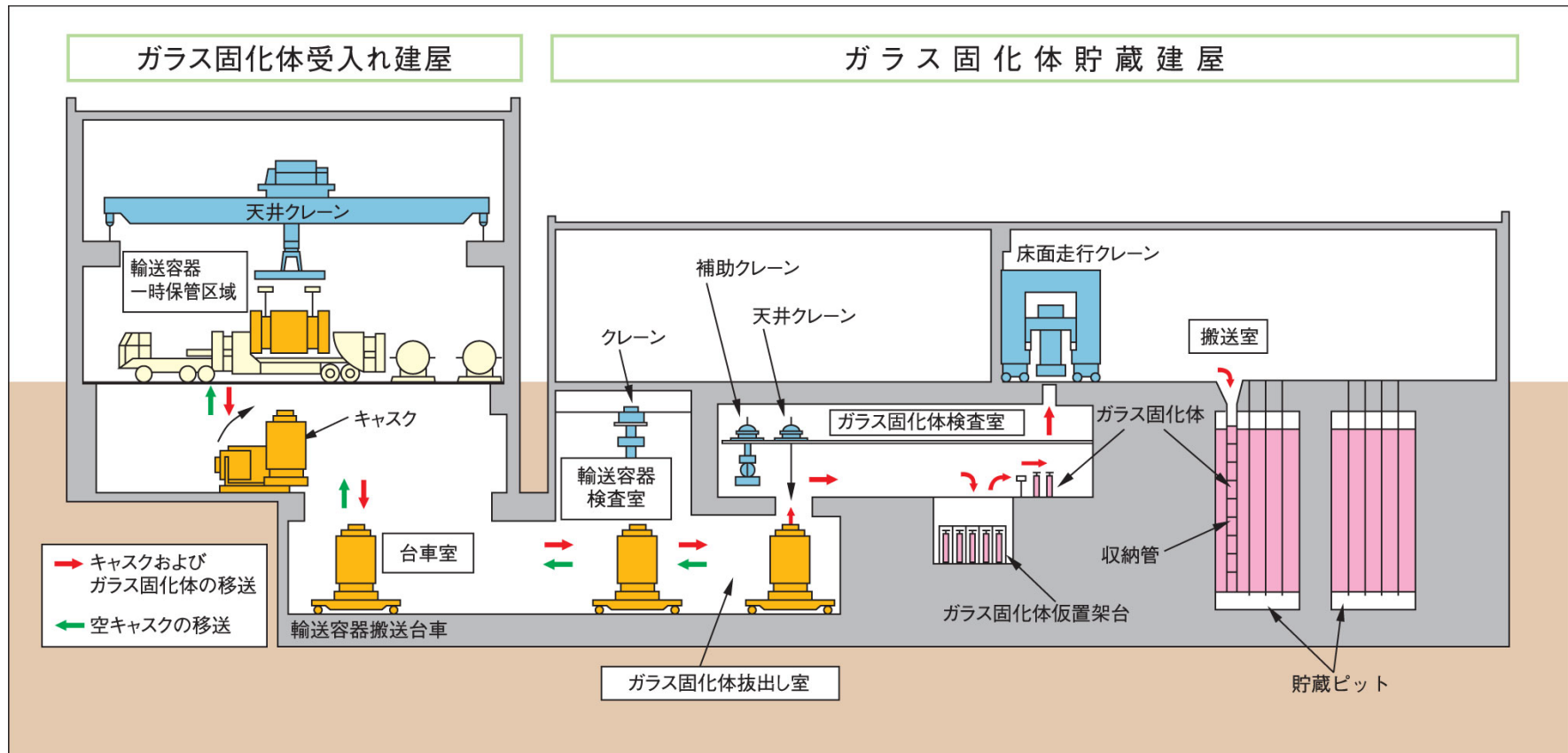
輸送容器の中の気体をサンプリングして放射性物質 (Cs-137、Ru-106) の濃度を測定。

ガラス固化体検査室補助クレーンにより輸送容器の蓋を取り外し。

ガラス固化体検査室天井クレーンにて輸送容器内のガラス固化体を抜き出し、ガラス固化体検査室内のガラス固化体仮置架台に仮置き。

ガラス固化体の輸送・受入 (5)

JNFL



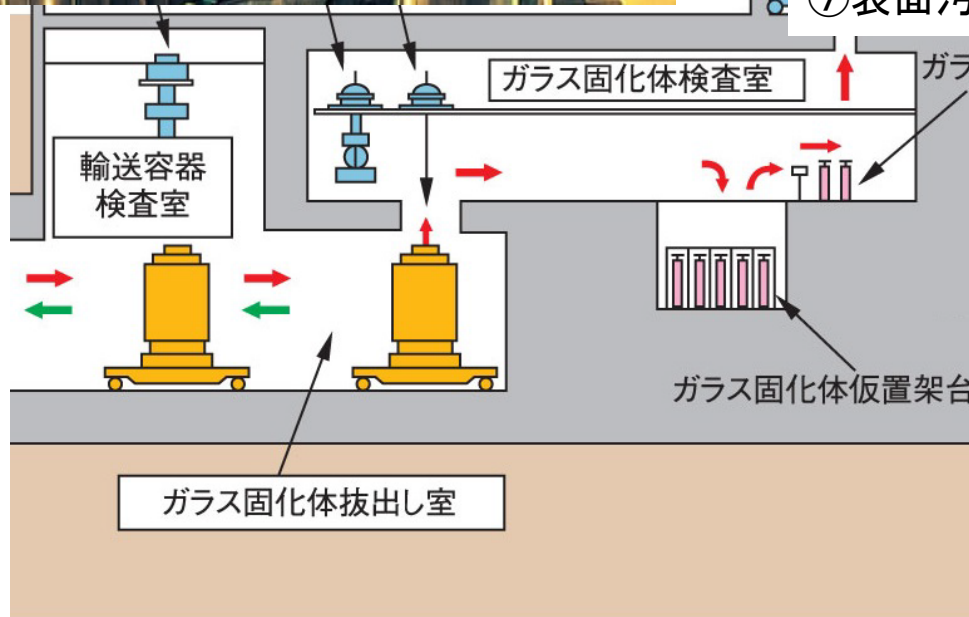
輸送容器の受入、一時保管 ⇒ ガラス固化体抜き出し ⇒ 検査 ⇒ 貯蔵

ガラス固化体の輸送・受入 (6)



安全に貯蔵できることを確認するため、ガラス固化体検査を実施。

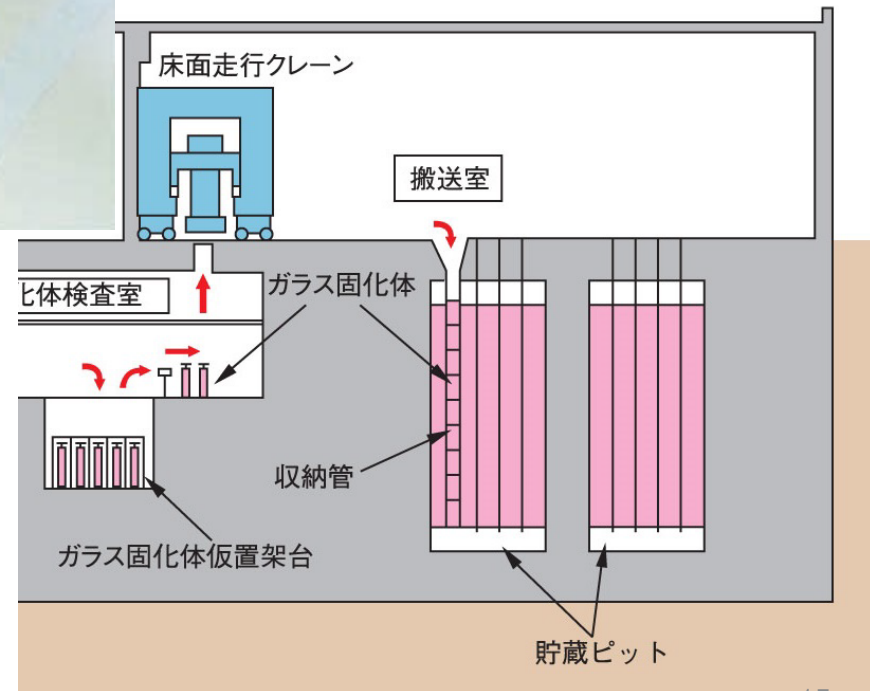
- ①発熱量測定
- ②外観検査
- ③寸法測定
- ④重量測定
- ⑤放射エネルギー測定
- ⑥閉じ込め検査
- ⑦表面汚染検査



ガラス固化体の輸送・受入 ()



検査が終了したガラス固化体は、貯蔵建屋床面走行クレーンを遠隔操作して貯蔵ピットの収納管にたて積みに収納される。



雨の中で蒸気を出す高レベルガラス固化体輸送容器

(高レベルガラス固化体の発熱はスゴイ！)



【高レベル放射性廃棄物の特徴】

多種多様な放射能のかたまり

強力な放射線

強い発熱

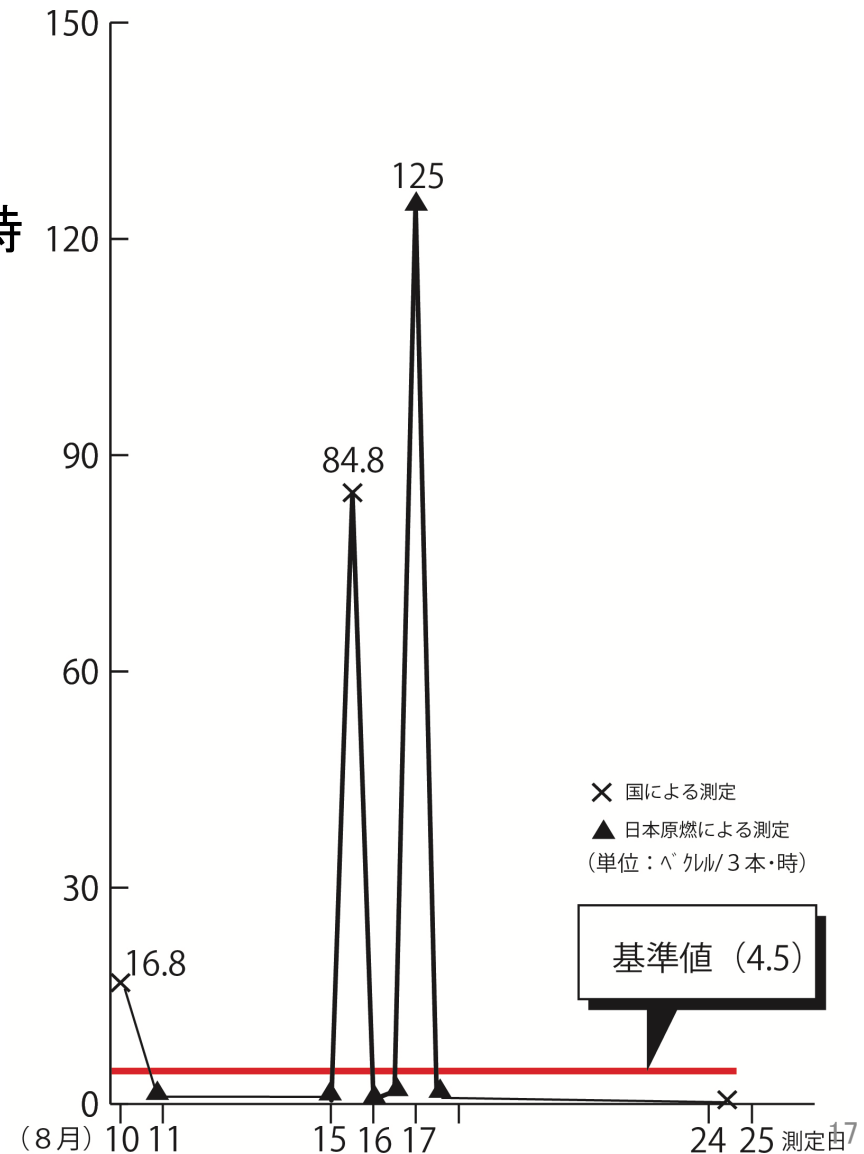
ガラス固化体1830本：六ヶ所貯蔵中

2023/2/17現在

(撮影:島田恵 1995年4月26日、むつ小川原港)

ガラス固化体・閉じ込め(1)

1995年4月にフランスから初めて輸送されたガラス固化体28体の1本の閉じ込め検査で125Bq/3本・時(基準値は125Bq/3本・時)



ガラス固化体表面汚染事故(2)

ガラス固化体整理番号：B04773

測定回	1	2	3
α濃度 (Bq/cm ²)	0.071	0.038	0.021
非α濃度 (Bq/cm ²)	8.8	4.9	1.9

Bq/cm²は
ベクレル/cm²

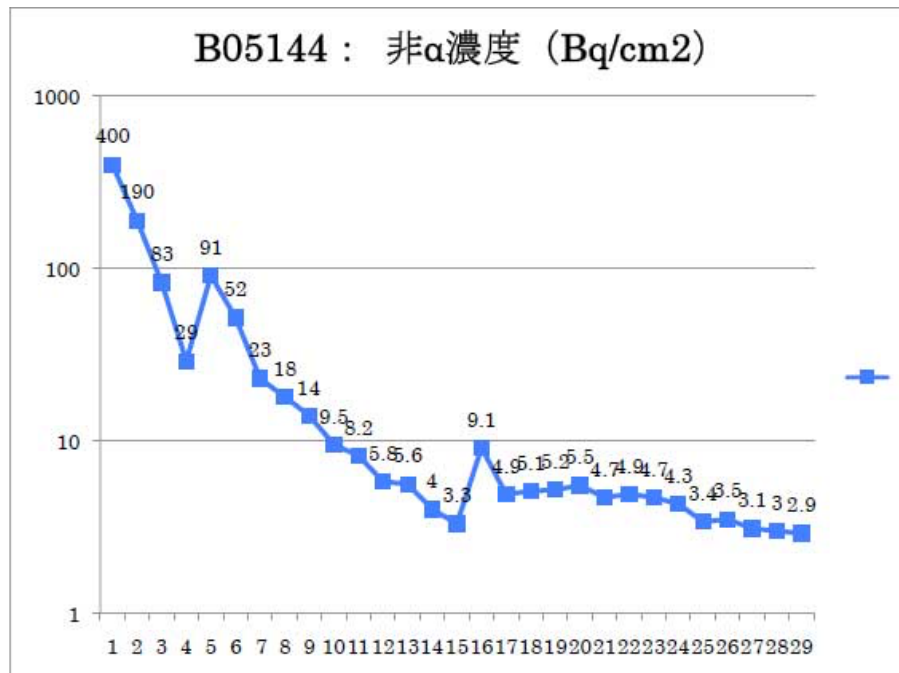
ガラス固化体整理番号：B04851

測定回	1	2	3	4	5	6	7	8	9
α濃度 (Bq/cm ²)	0.17	0.11	0.034	0.022	0.017	0.013	0.011	0.009	0.027
非α濃度 (Bq/cm ²)	22	13	4.0	2.5	1.8	1.3	1.1	0.76	2.0

2011年9月に日本に到着したイギリスからのガラス固化体76本の受入検査中、3本(九州電力)に表面汚染が確認され、10月に公表された。

受入検査は、発熱量、外観、寸法、重量、放射能量、閉じ込め、表面汚染の7項目が行われる。

表面汚染検査は、スミヤろ紙テストの基準値(α濃度0.4Bq/cm²、非α濃度4Bq/cm²)を超えた物は、汚染低減措置(固化体表面の拭き取り)を何度でも行い、基準値以下になれば合格とされていた。



この事故は深刻だ。イギリスでの輸送前検査で、汚染は確認されていない。輸送中の数十日の間に発生したとすれば、固化体の健全性そのものに、疑念が生じる。

ガラス固化体貯蔵建屋(1)

下部プレナム腐食事故

参考1 下部プレナム等に係る調査内容等

2015年4～8月の点検において
第1貯蔵区域、第4貯蔵区域の
下部プレナム部等で、偏食や錆。
5本に濃い偏食、母材基部に1.8mの
腐食・減肉確認

↓
外部飛散物が付着・堆積
安全性に大きな影響ない。
経過を観察。

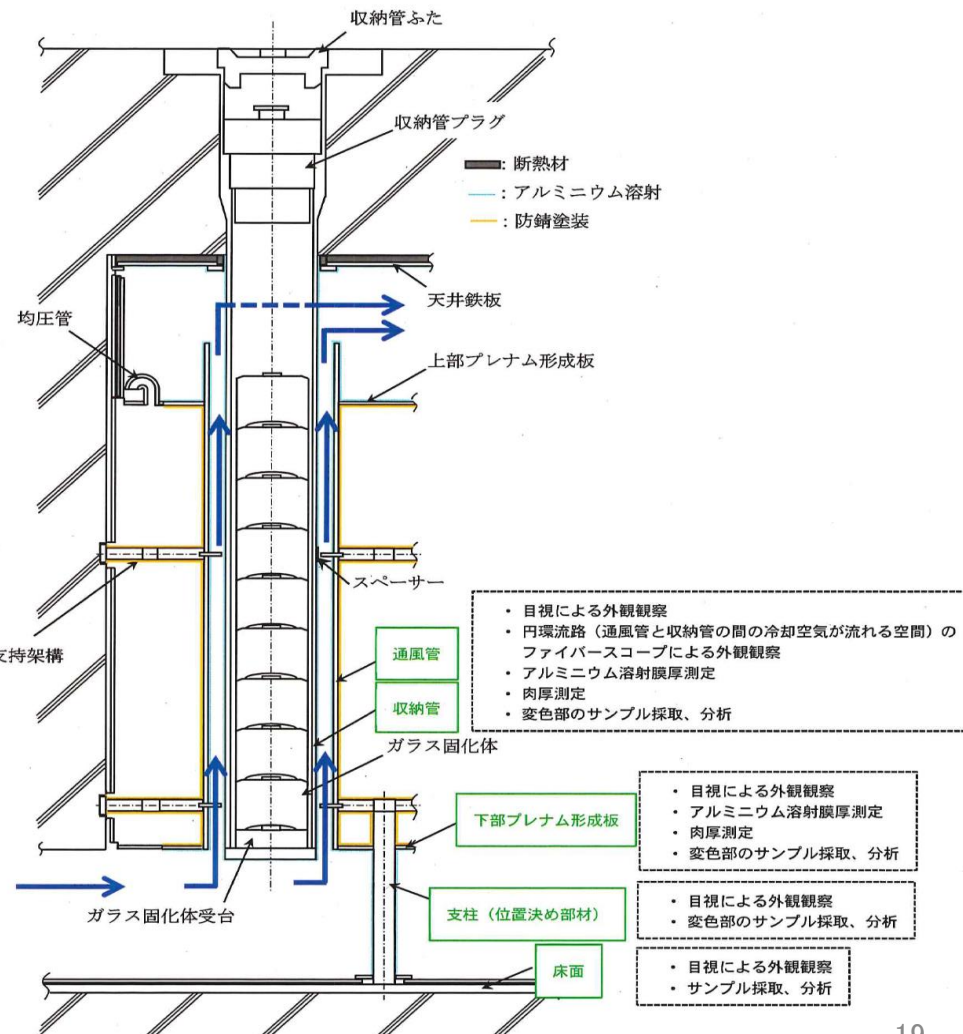
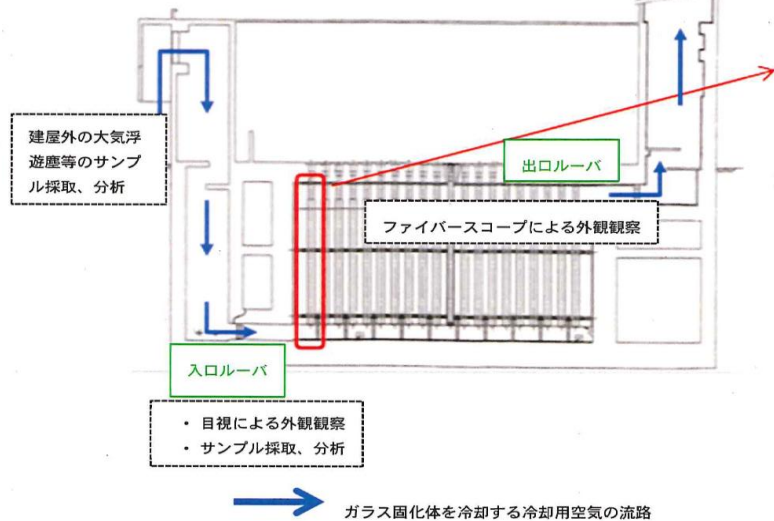


図-1 下部プレナム等に係る調査内容等

ガラス固化体貯蔵建屋(2)

下部プレナム腐食事故





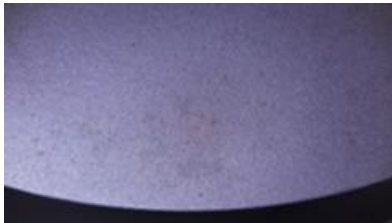

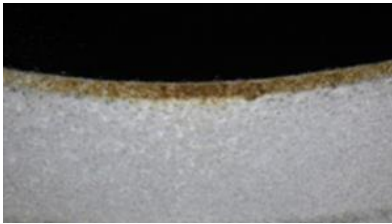
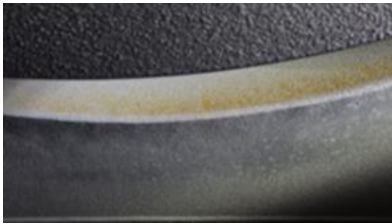
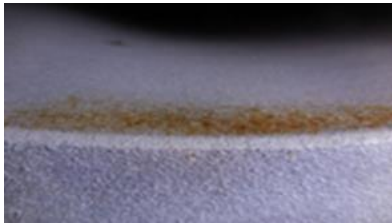
3-1 下部プレナム調査開始までのガラス固化体貯蔵状況と変色状況

○変色部位と点数等

収容状況等		EB建屋		EB2建屋		
		貯蔵区域	第1区域	第2区域	第3区域	第4区域
竣工時期		1995年1月		2011年4月		
貯蔵本数 (調査開始時点)		711本	716本	147本	0本	
未貯蔵期間		9ヶ月	9年2ヶ月	2年	4年2ヶ月	
対象設備						
通風管	下端部	80本/基	2本	3本	40本	67本
収納管	側面	80本/基	0本	0本	0本	0本
	底面	80本/基	0本	0本	0本	9本
プレナム形成板		全域	31力所	29力所	43力所	21力所
位置決め部材	側面	20本/基	8本	18本	17本	19本
	基部	20本/基	5本	9本	9本	8本


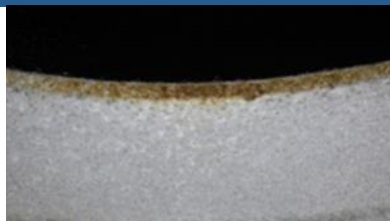

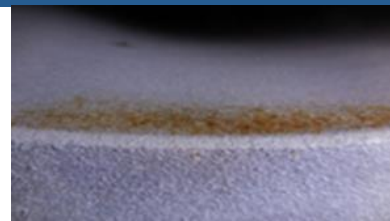

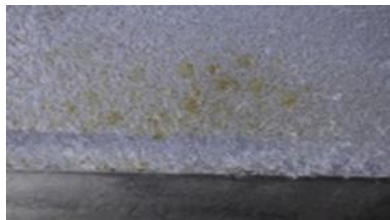
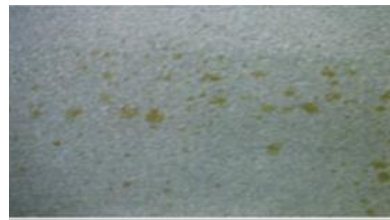
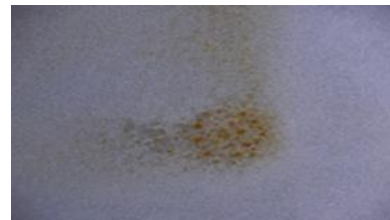








ガラス固化体貯蔵建屋(3)

下部プレナム腐食事故

貯蔵ピット 設備名称	第1貯蔵区域	第2貯蔵区域	第3貯蔵区域	第4貯蔵区域
下部プレナム 床面				
収納管底部	変色なし	変色なし	変色なし	 変色部 9本
通風管内面	 変色部 2本	 変色部 3本	 変色部 40本	 変色部 67本

ガラス固化体貯蔵建屋(5)

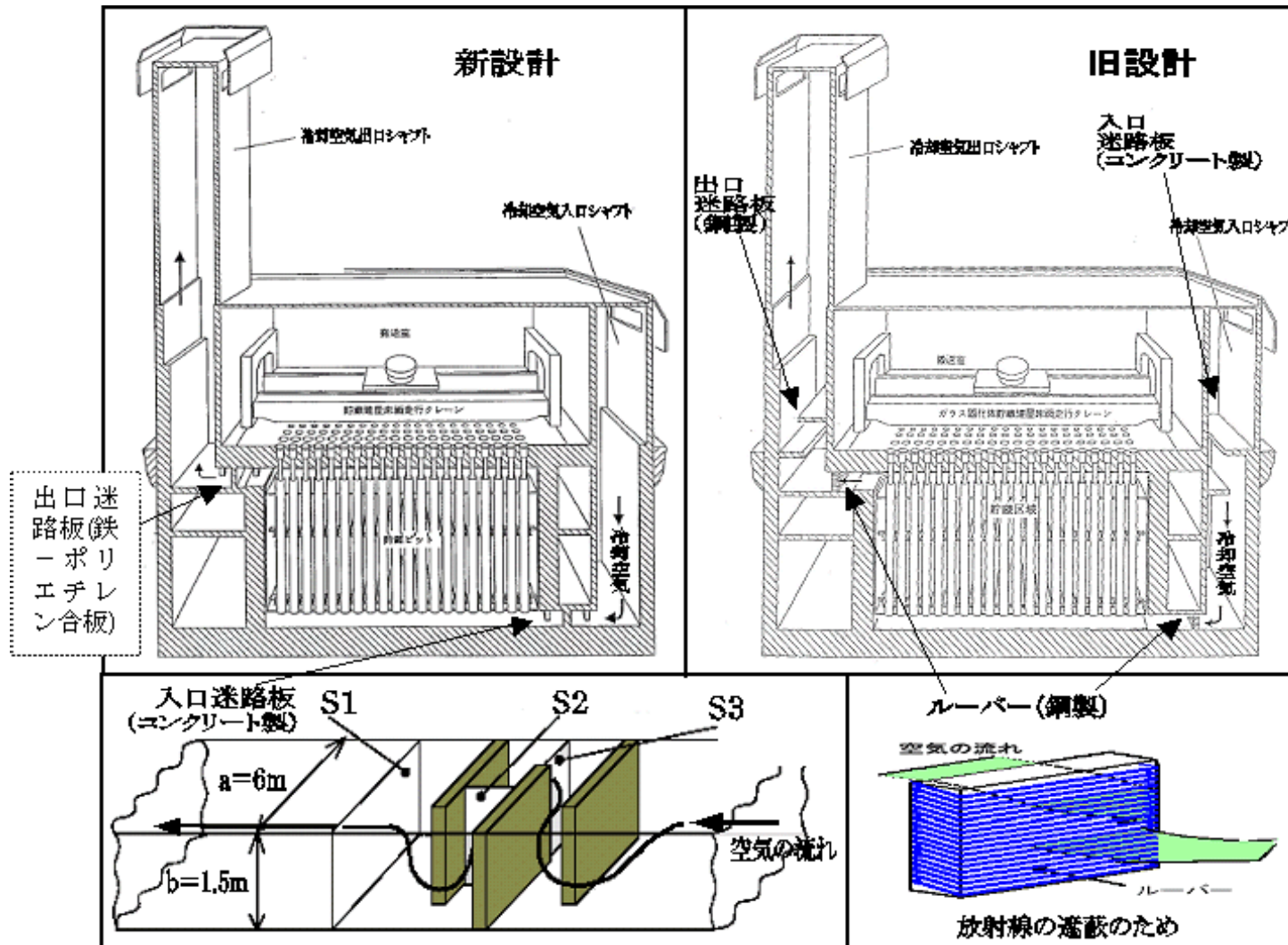
下部プレナム腐食事故

通風管内面					
		変色部 2本	変色部 3本	変色部 40本	変色部 67本
下部プレナム 形成板					
		変色部 31箇所	変色部 29箇所	変色部 43箇所	変色部 21箇所
位置 決め 部材	基部				
	側面				
		変色部 8本	変色部 18本	変色部 17本	変色部 19本

ガラス固化体貯蔵建屋(4)

冷却空気出口シャフト・迷路版設計ミス

1996年の設計変更の設工認申請時に、審査の段階で解析の誤りが発覚した。
 「施行性を高めるため」として、迷路版の存在を無視した解析を行った。



日本の放射性廃棄物区分

高レベル
放射性廃棄物

低レベル
放射性廃棄物



廃棄物の種類		廃棄物の例	発生場所	処分方法
高レベル放射性廃棄物	世界標準	使用済燃料 ガラス固化体	原子力発電所	地層処分 (地下300m以下)
	日本規準	(リサイクル燃料) ガラス固化体	再処理工場	
低レベル放射性廃棄物	超ウラン核種を含む 放射性廃棄物 (TRU廃棄物)	燃料被覆管 バーナブルポイズン 廃液、フィルター	再処理工場 MOX燃料加工工場	地層処分 中深度処分 ピット処分
	ウラン廃棄物	消耗品、スラッジ 廃器材	ウラン濃縮 燃料加工工場	地層処分 中深度処分 ピット処分 トレンチ処分
	放射能レベルの極めて 高い廃棄物	制御棒、炉内構造物	原子力発電所	中深度処分
	放射能レベルの比較 的低い廃棄物	廃液、廃フィルター 廃器材 消耗品固形化物		ピット処分
	放射能レベルの極めて 低い廃棄物	コンクリート、金属		トレンチ処分
	クリアランス廃棄物 (規準は0.01ミリSv)	原子力発電所 再処理工場	上記のすべての 施設	リサイクル リユース 一般産業廃棄物
放射性廃棄物でない廃棄 物	原子力発電所解体 廃棄物の大部分			

日本では、高レベル（ガラス固化体）以外は、すべて「低レベル放射性廃棄物」

だから、使用済み燃料はごみではない！ (リサイクル燃料?)

世界標準

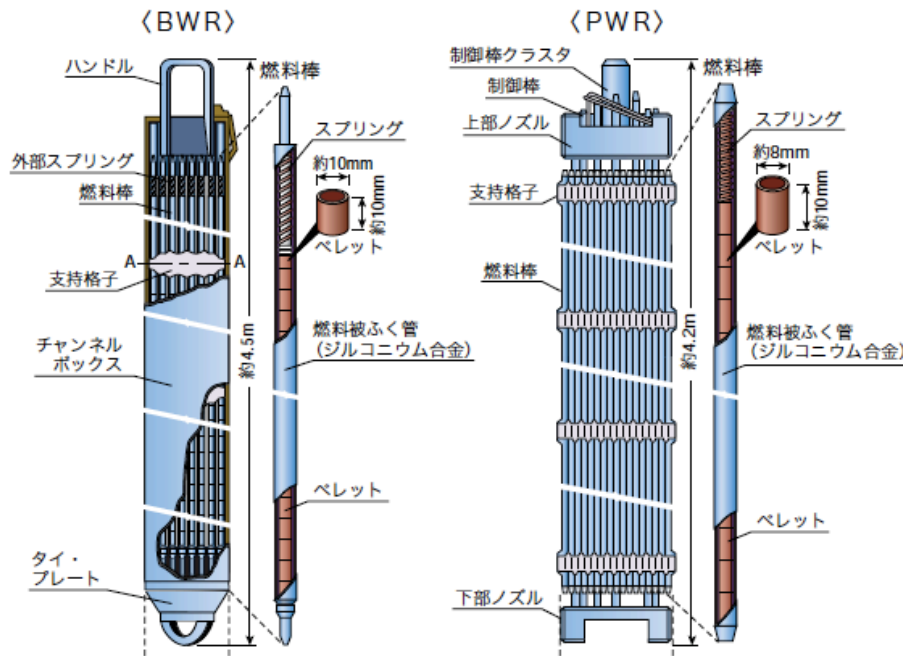
日本基準

使用済み燃料

リサイクル燃料 (廃棄物ではない!)

ガラス固化体

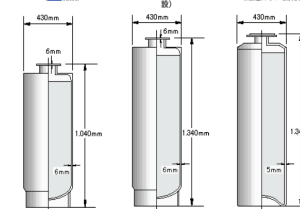
第1種特定放射性廃棄物(ガラス固化体)



使用済み燃料の放射性廃棄物の
99%はガラス固化体に含まれている。

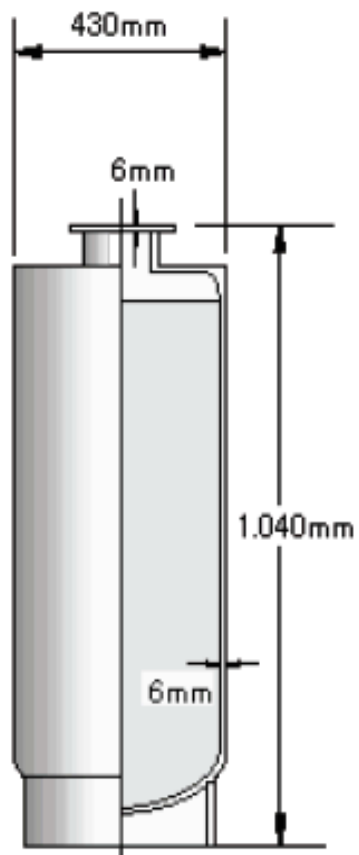
ガラス固化体キャスタの概念図

1300cm

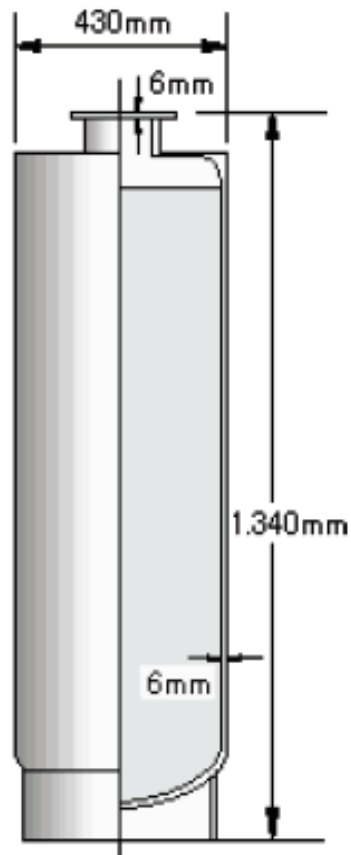


ガラス固化体キャニスタの概念図

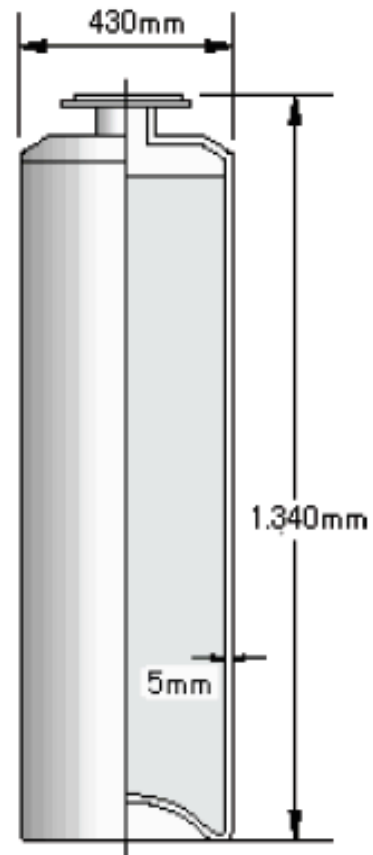
東海再処理工場



六ヶ所再処理工場



ラ・アーグ再処理工場
ソープ再処理工場



高レベル廃棄物の危険性(1)

1) 放射能が強い: 放射線が強い

強力なガンマ線、中性子線が放出される
数秒で致死線量を浴びてしまう

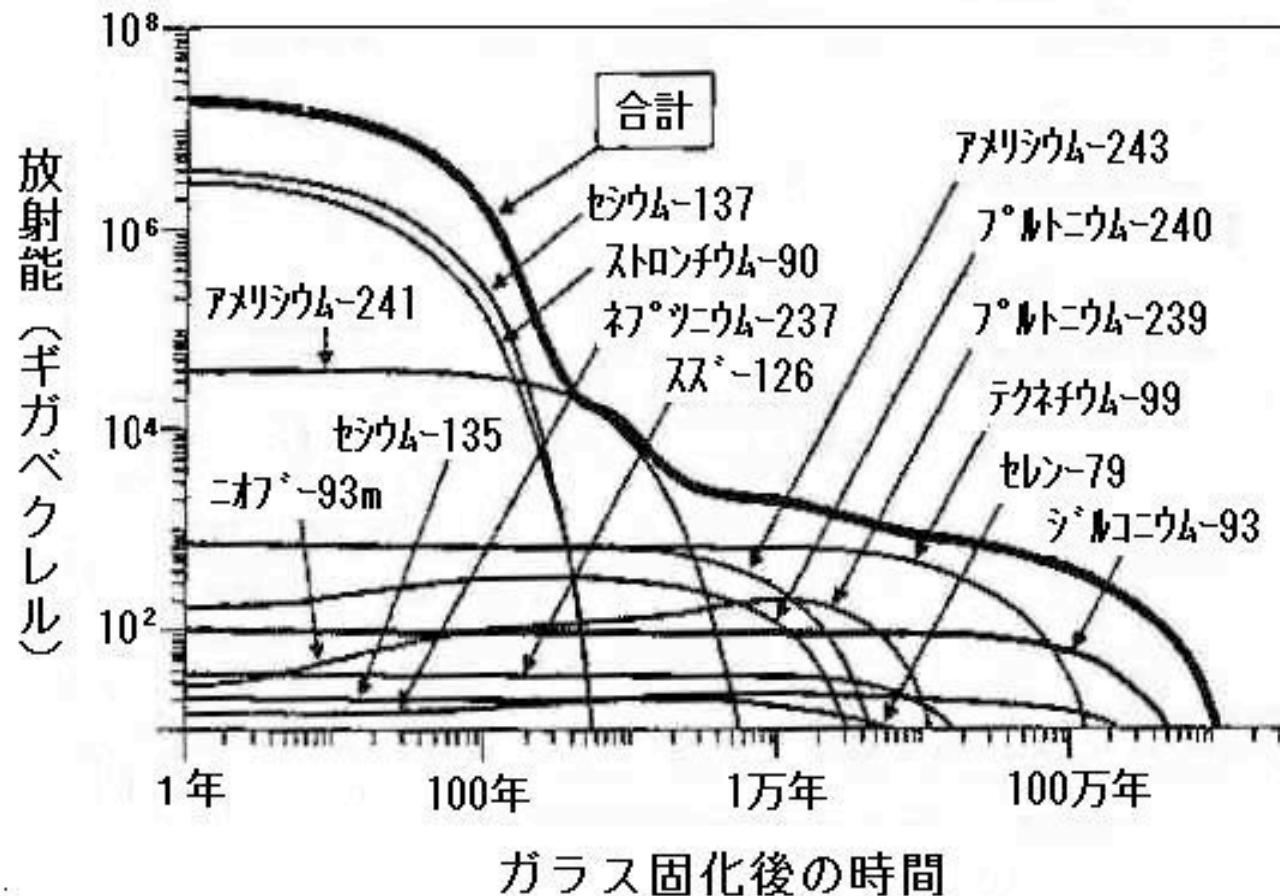
⇒ 取扱の困難性(遠隔操作でしか取り扱えない)
ガラス固化体や容器、貯蔵施設の壁などが長年の放射線照射によって脆化し、放射能漏れの原因となる可能性

2) 発熱が大きい

使用済み燃料・廃液・ガラス固化体などどんな状態でも常時冷却が必要

高レベル廃棄物の危険性 (2)

3)毒性が高い 4)寿命が長い 5)雑多な元素を含む



使用済み燃料中のおもな放射能 (100万kW級原発を1年間運転した場合)

放射能の種類	半減期	炉心に含まれる量 (1000兆ベクレル)	一般人の摂取限度 の何倍か
ウランの核分裂で生成			
クリプトン85	10.7年 (β)	22	—
ストロンチウム89	50.5日 (β)	4,100	41兆倍
ストロンチウム90★	28.8年 (β)	190	68兆倍
ジルコニウム95	64日 (β)	5,900	59兆倍 (骨表面)
ニオブ95	35日 (β)	5,900	7兆倍
ルテニウム103	39.3日 (β)	3,700	8兆倍
ルテニウム106	372日 (β)	700	85兆倍
ヨウ素131★	8.0日 (β)	3,100	155兆倍 (甲状腺)
テルル132	3.26日 (β)	4,400	28兆倍 (甲状腺)
キセノン133	5.24日 (β)	6,300	—
セシウム134	2.1年 (β)	63	1.3兆倍
セシウム137★	30年 (β)	210	2.9兆倍
セリウム144	285日 (β)	4,100	390兆倍
アクチニド			
プルトニウム238	88年 (α)	3.7	710兆倍 (骨表面)
プルトニウム239★	24100年 (α)	0.37	84兆倍 (骨表面)
ネプツニウム239	2.36日 (β)	61,000	52兆倍 (大腸下部壁)
アメリカシウム241	432年 (α)	0.063	14兆倍 (骨表面)
放射化生成物			
コバルト58	71.0日 (β)	29	0.06兆倍
コバルト60★	5.3年 (β)	11	0.46兆倍
その他を含めた合計		180,000	約1700兆倍

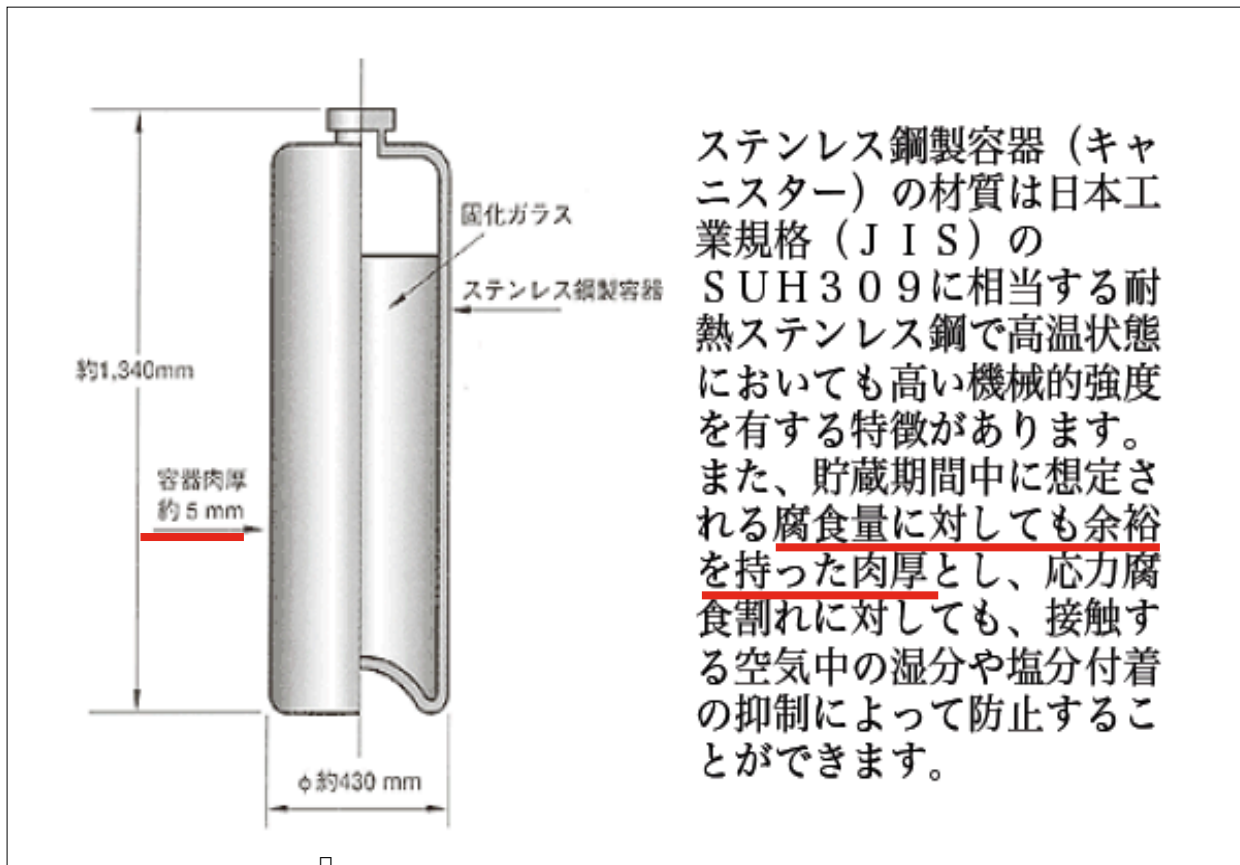
核分裂
生成物
600種超

アクチ
ニド
100種超

放射化
生成物
800種超

腐食に弱い SUH309 キャニスター

鋭敏化: フランス、イギリスから返還される高レベルガラス固化体の致命的問題



ステンレス鋼製容器（キャニスター）の材質は日本工業規格（JIS）のSUH309に相当する耐熱ステンレス鋼で高温状態においても高い機械的強度を有する特徴があります。また、貯蔵期間中に想定される腐食量に対しても余裕を持った肉厚とし、応力腐食割れに対しても、接触する空気中の湿分や塩分付着の抑制によって防止することができます。

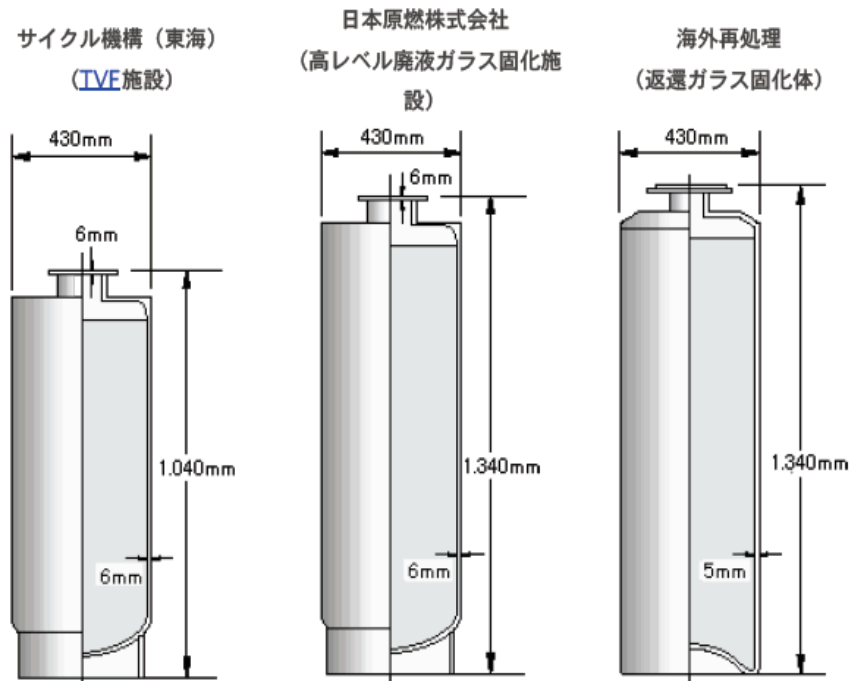
オーステナイト系
ステンレス
＝耐熱性高い

SUH309は炭素含有率が高く応力腐食割れを起しやすい。
そのため、東海再処理、六ヶ所再処理工場はSUS304
(炭素含有率が低い製品)を採用。

高レベル放射性廃棄物(3)

—第1種特定放射性廃棄物—

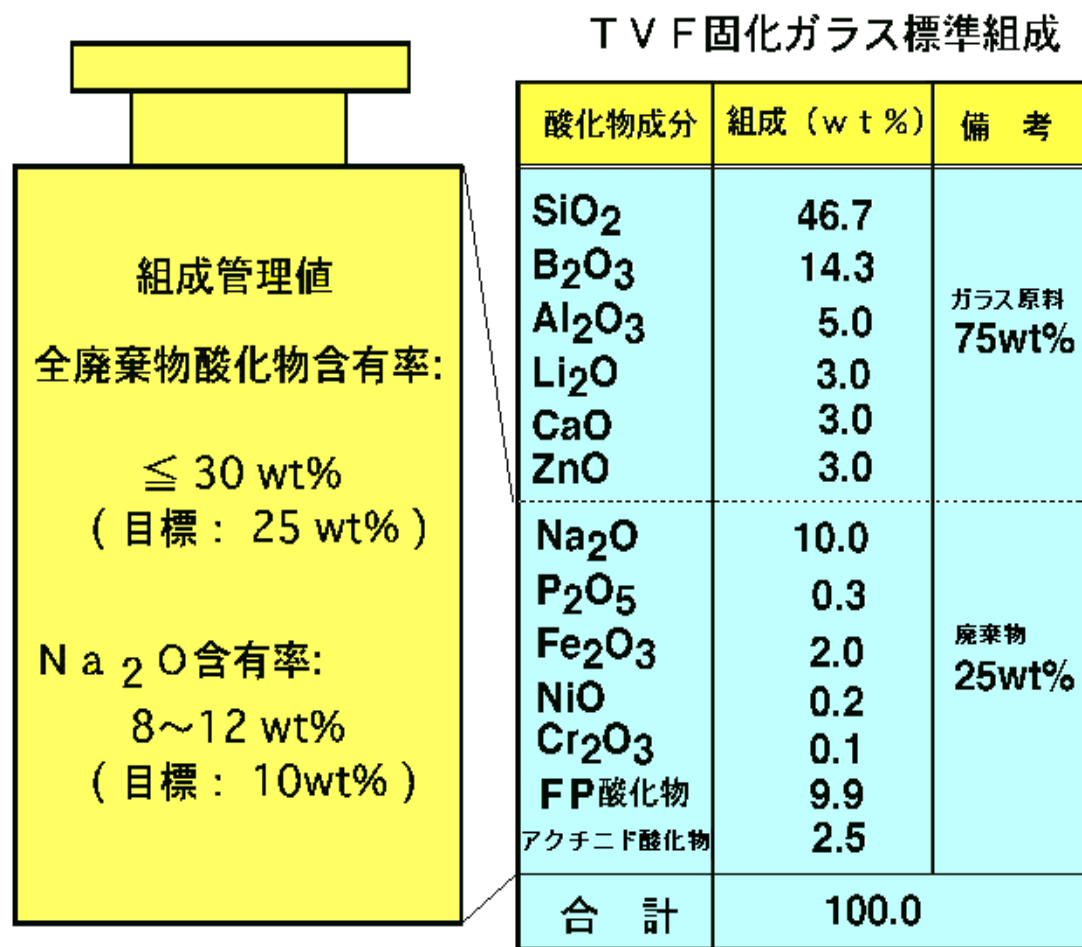
ガラス固化体キャニスタの概念図



高さ	約1,340mm
外径	約430mm
容器材質	ステンレス鋼 (肉厚約5mm)
体積	容器内容積 約170 ℓ 固化ガラス体積 約150 ℓ
重量	550kg以下 (空容器の重量は約90kg)
固化材	ホウケイ酸ガラス (パイレックス)
放射能量	α線を放出する放射性物質： $3.5 \times 10^{14} \text{Bq}^{(*)}$ / 本 (最大) α線を放出しない放射性物質： $4.5 \times 10^{16} \text{Bq}^{(*)}$ / 本
発熱量	最大2.5kW / 本以下 平均2.0kW / 本以下

東海再処理工場のガラス固化体標準組成

—六ヶ所再処理のデータは非公開—

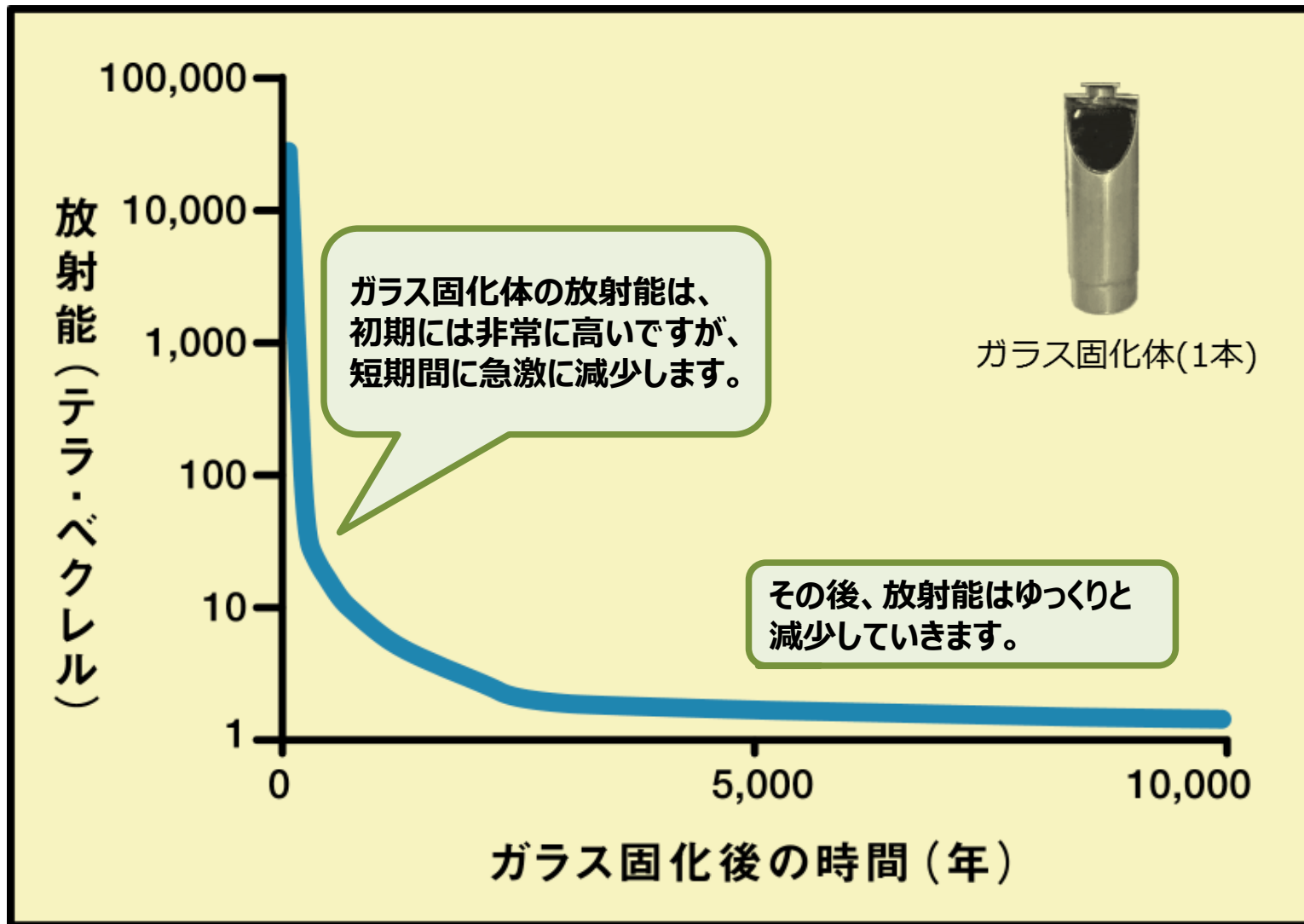


放射能の割合: 25%程度?

図6 T V F ガラス固化体の組成管理

[資料提供] 核燃料サイクル開発機構

高レベル放射性廃棄物の放射能

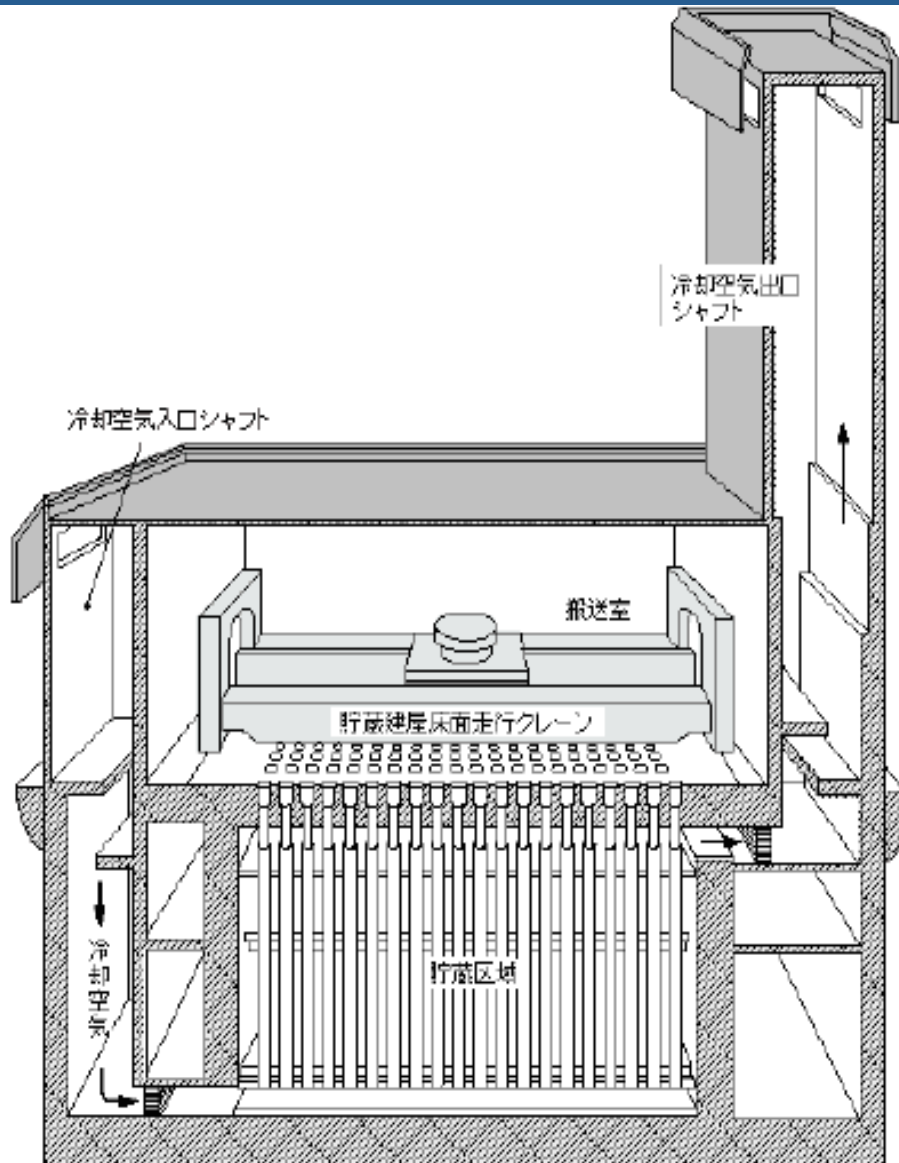


※ベクレルとは放射能の強さを表す単位のことであり、1テラ・ベクレルは1兆ベクレルです。

海外返還廃棄物貯蔵管理センター

(六ヶ所再処理工場内)

ガラス固化体貯蔵の実際



ガラス固化体貯蔵設備概要図

【中間貯蔵中】

海外返還: 1830本

六ヶ所再処理工場: 346本

30~50年貯蔵予定(1995~)

中心温度 約410°C

表面温度 約280°C

冷却空気 入口 約29°C

(夏期) 出口 約85°C

使用済み燃料中の99%の放射能が
ガラス固化体に含まれる。

冷却空気出口シャフト:

アルゴン40(安定核種)+n

→放射性アルゴン41

換気塔:

放射性ルテニウム(Ru-106)

放射性セシウム(Cs-134、Cs-137)

ご静聴ありがとうございました。

