



約10000基の
圧力容器あり

JNFLHPが150502

六ヶ所再処理工場の概要

日本原燃株式会社

はじめに

エネルギー資源に乏しい日本が、貴重なウラン資源をより有効に利用するために、原子力発電所の使用済燃料から再利用できるウランとプルトニウムを取り出すシステム、これを「再処理」と呼んでいます。再処理によって取り出されるウランやプルトニウムを原子燃料として再び利用すれば、天然ウランを現在の数倍から数十倍も効率よく利用することができることから、再処理は日本のエネルギーをより安定し、確保していくうえで大変大きな役割を持っています。

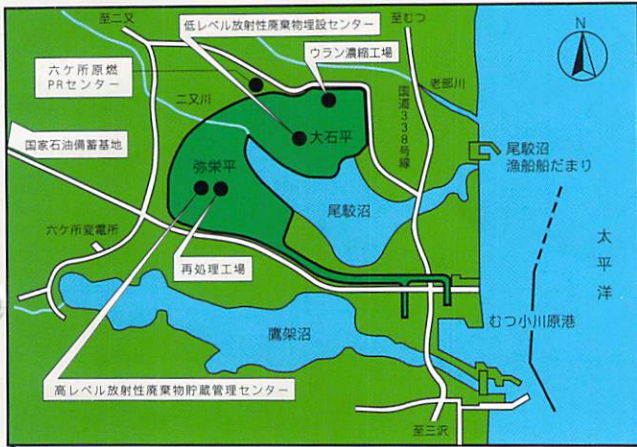
また、再処理は使用済燃料に含まれている核分裂生成物を分離して安全に管理、処分しやすくするという点からも欠かすことのできないものです。

現在、当社が青森県六ヶ所村に建設を進めている再処理工場は、フランスやイギリスにおけるこれまでの30年以上にわたる経験（実績）と核燃料サイクル開発機構の運転経験（実績）等を踏まえ実用化された最新・最良の技術を導入した、大規模商業用の再処理工場として操業することとしています。

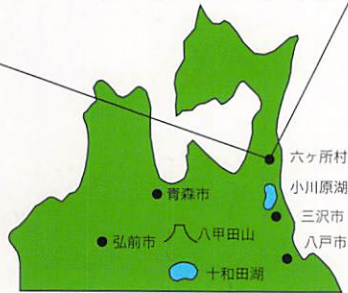
目 次

I	計画のあらまし	2
II	原子燃料サイクルと世界の再処理工場	3
III	再処理工場	5
	全体工程	5
	使用済燃料受入れ・貯蔵	7
	せん断・溶解	9
	分離	11
	精製	13
	脱硝・製品貯蔵	15
	酸及び溶媒の回収	17
	気体廃棄物	18
	液体廃棄物（低レベル廃液処理）	19
	液体廃棄物（高レベル廃液処理）	20
	固体廃棄物	21
	中央制御室	23
	分析設備	23
IV	安全対策	24
V	技術開発研究所	26

I 計画のあらまし



当社施設の建設地点と周辺



1. 所在地

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駈

2. 敷地面積

約380万 m^2 (高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター、専用道路等を含む)

3. 再処理能力

● 年間の最大再処理能力

$800\text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$

● 一日あたりの最大再処理能力

$4.8\text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$

4. 使用済燃料貯蔵設備の最大貯蔵能力

$3,000\text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$

5. 建設計画

	着 工	操 業 (しゅん工)
再処理工場	平成5年4月	平成18年7月

(注) $\text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$: 照射前金属ウラン質量換算。ウラン燃料は原子炉で燃焼すると量が減ってくることから照射前の質量を用いる。

100万キロワットの原子力発電所を1年間稼働させるために必要なウランは、
 加圧水型原子炉(PWR): 約 $20\text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$
 沸騰水型原子炉(BWR): 約 $23\text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$
 (出典: 2001年版原子力ポケットブック)



再処理工場全景

Ⅱ 原子燃料サイクルと世界の再処理工場

1. 原子燃料サイクル

鉱山で採掘されたウラン鉱石は、製錬、転換、濃縮、再転換、成型加工などの多くの工程を経て、燃料集合体となります。そして原子力発電所で燃料として熱エネルギーを放出したのち、使用済燃料として取り出されます。

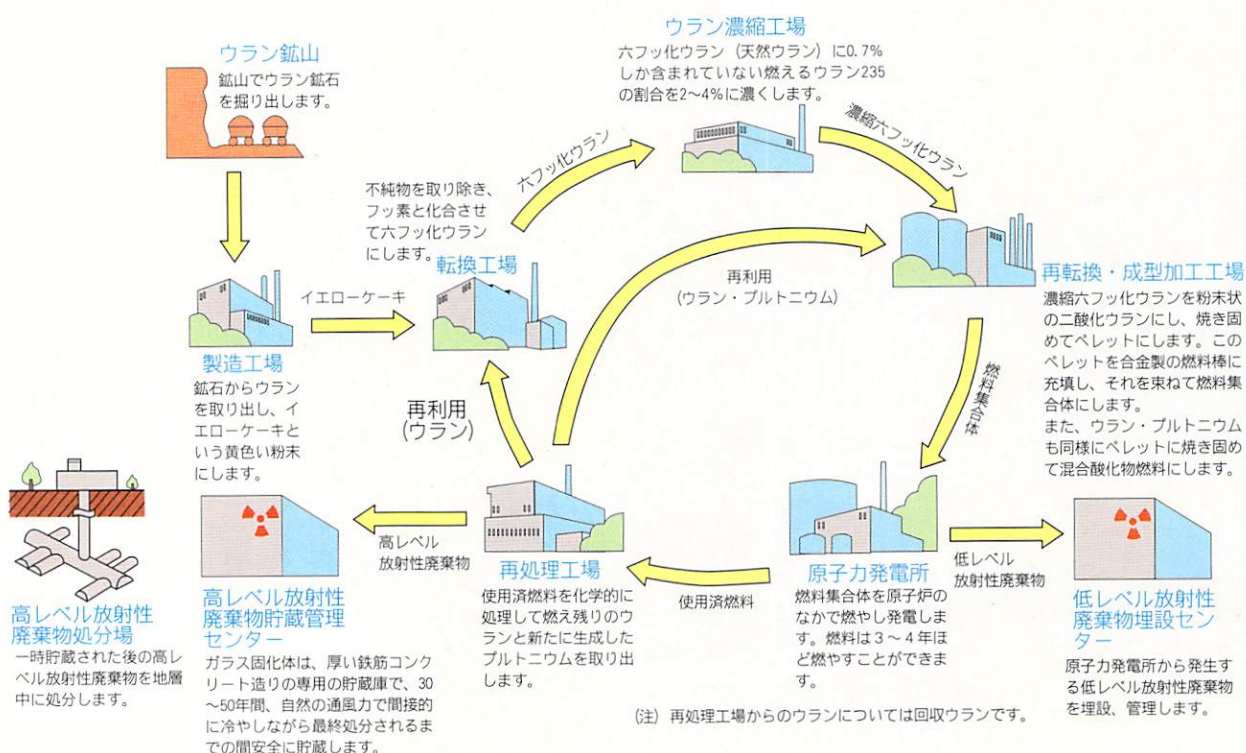
その後、この燃料を再処理して、燃え残りのウランや新たに生成したプルトニウムを抽出し、再び原子力発電所の燃料として使用します。こうした流れを「原子燃料サイクル」といいます。

資源の乏しい日本が、将来にわたってエネルギーの安定供給を確保していくうえで、原子力の開発はきわめて重要な役割を担っています。このため、日本では、原子力平和利用に徹し、これを有効利用していくことによって、エネルギー供給構造のバランスを整え、さらに、新たに生み出されるプルトニウムをエネルギー資源として再利用していくことにより、ウラン資源を効率的に利用していくこととしています。

ウラン燃料には、燃えるウラン235が2～4%程度含まれており、残りは燃えないウラン238です。原子炉の中で3～4年燃やしたあとの使用済燃料には、まだ1%程度のウラン235が残っています。使用前のウラン235は2～4%程度ですから、1%は大きな量です。ウラン238は燃えませんが、原子炉の中で中性子を吸収して、燃えるプルトニウム239に変わります。

これを利用すれば、ウラン資源をさらに有効に活用することができます。プルトニウムはウランと混合したMOX燃料として軽水炉の燃料になるほか、高速増殖炉の燃料にも利用されます。この燃え残りのウランと新たに生成したプルトニウムを取り出すことが再処理です。

原子燃料サイクル



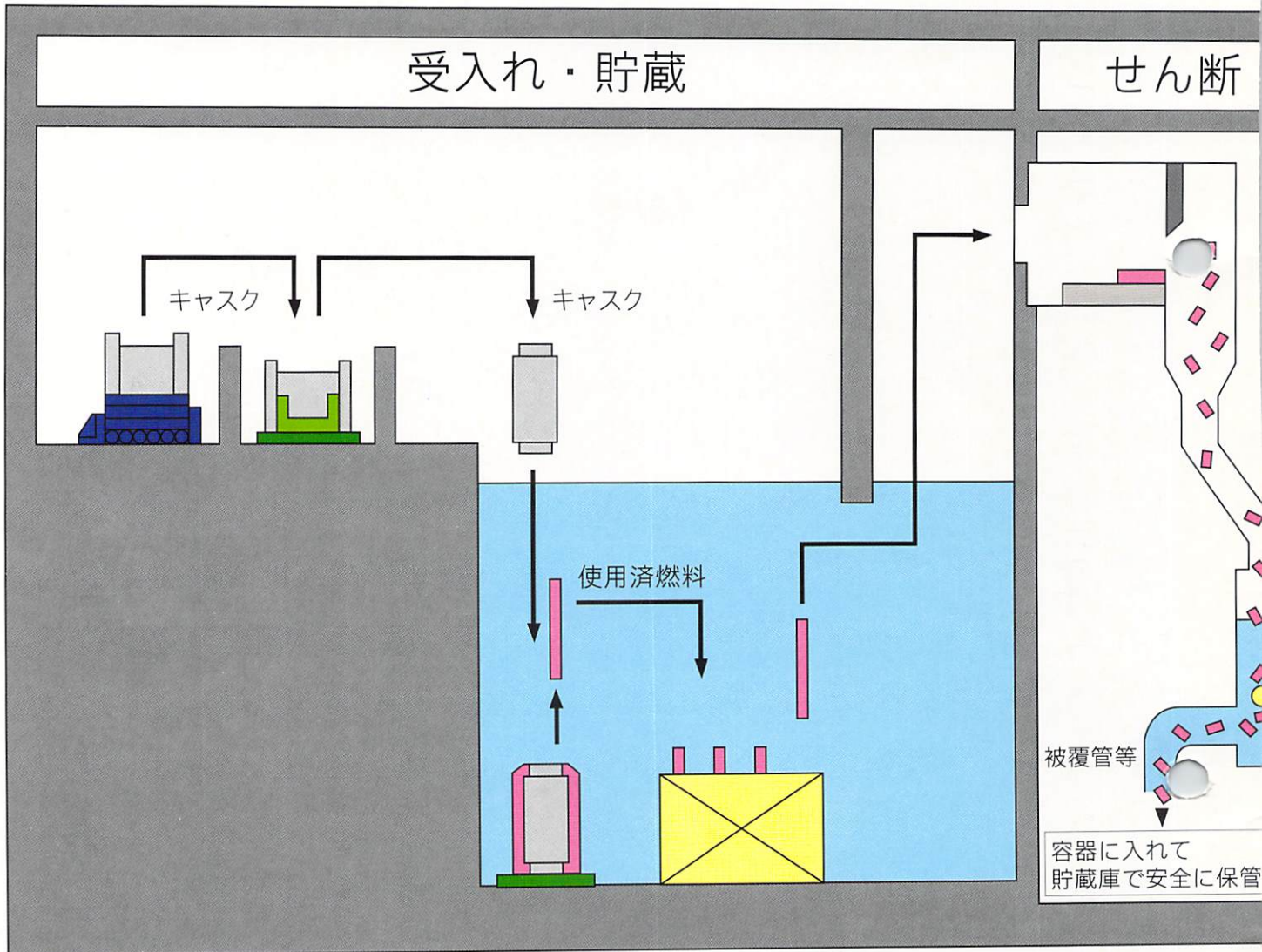
2. 各国の再処理工場一覧

国名	工場名	設置者	所在地	処理能力 (トンU/年)	操業開始 ()は着工	備考
アメリカ	ニュークリア・フューエル・サーヴィシズ・プラント	ニュークリア・フューエル・サーヴィシズ (NFS) 社	ウエストバレー・ニューヨーク州	濃縮ウラン 300	1966 (1963)	1972年運転中止 拡張改良工事のため許可申請を行っていたが1976年断念し、閉鎖。
	ミッドウエスト・フューエル・リカバリー・プラント	ゼネラル・エレクトリック (GE) 社	モーリス・イリノイ州	" 300	(1968)	1974年技術的理由により断念。以降、燃料貯蔵施設として使用中
	バーンウェル・ニュークリア・フューエル・プラント	アライド・ゼネラル・ニュークリア・サーヴィシズ (AGNS) 社	バーンウェル・サウスカロライナ州	" 1,500	(1971)	1976年にほぼ建設完了したが、核不拡散政策により事業中止。1983年閉鎖
イギリス	B204	英国原子燃料会社 (BNFL)	セラフィールド	天然ウラン 500	1952	1964年閉鎖
	B205	"	"	" 1,500	1964	操業中
	前処理施設 (HEP)-B205	"	"	濃縮ウラン 400	1969	1973年閉鎖、前処理施設はB204を改造したもの
	THORP	"	"	" 1,200	1994	操業中、海外顧客LWR燃料用、AGR燃料用 stop
	MTR プラント	英国原子力公社 (UKAEA)	ドーンレイ	MTR 燃料 0.1	1958	MTR 燃料用、1996年閉鎖
	DFR プラント	"	"	高速炉燃料 1.0	1960	1975年に停止、PFR用へ改造
	PFR プラント	"	"	" 6	1981	1998年閉鎖
フランス	UP1	フランス核燃料公社 (COGEMA)	マルクール	天然ウラン 400	1958	1997年9月運転終了
	UP2	"	ラ・アーグ	" 800	1966	1987年1月停止、天然ウラン用前処理施設を閉鎖
	UP2-400 (UP2-HAO)	"	"	濃縮ウラン 400	1976	UP2-800に移行
	UP2-800	"	"	" 800	1994	運転中、UP2-400の前処理施設等を増強。MOX燃料、高燃焼度燃料も処理を予定
	UP3	"	"	" 800	1989	1989年11月一部運転 1990年 8月全面運転 海外顧客用
	AT1	フランス原子力庁 (CEA)	"	高速炉燃料 1 kg/日	1969	1979年閉鎖
	APM (TOP)	"	マルクール	高速炉燃料 10~20 kg/日	1974	1983年停止、APM (TOR) へ改造
	APM (TOR)	"	"	高速炉燃料 5	1988	1997年6月運転終了
ドイツ	WAK	DWK	カールスルーエ	濃縮ウラン 35	1971	1990年末に運転終了
	WA-350	"	バックースドルフ	" 350~500	-	1989年に建設中止
ベルギー	ユーロケミック・プラント	ベルゴプロセス	モル	天然ウラン 400kg/日 濃縮ウラン 250kg/日	1966	1974年に停止 1987年閉鎖を決定
日本	東海再処理工場	核燃料サイクル開発機構	茨城県東海村	濃縮ウラン 0.7 t/日	1981	操業中
	六ヶ所再処理工場	日本原燃 ㈱	青森県六ヶ所村	濃縮ウラン 800	2006 (予定)	建設中
ロシア	RT-1	ロシア原子力省	チェリアビンスク	濃縮ウラン 400 (実質250)	1977	運転中
	RT-2	"	クラスノヤルスク	濃縮ウラン 1,500	未定	建設中断
インド	トロンバイ再処理工場	ハーパ原子力センター	トロンバイ	加圧重水型原子炉用燃料 30	1964	操業中
	タラプール再処理工場	"	タラプール	酸化ウラン -	-	操業中
	カルパッカム再処理工場	"	カルパッカム	加圧重水型原子炉用燃料 100	1998	操業中

(出典：2004年版原子力ポケットブック)

Ⅲ 再処理工場

全体工程

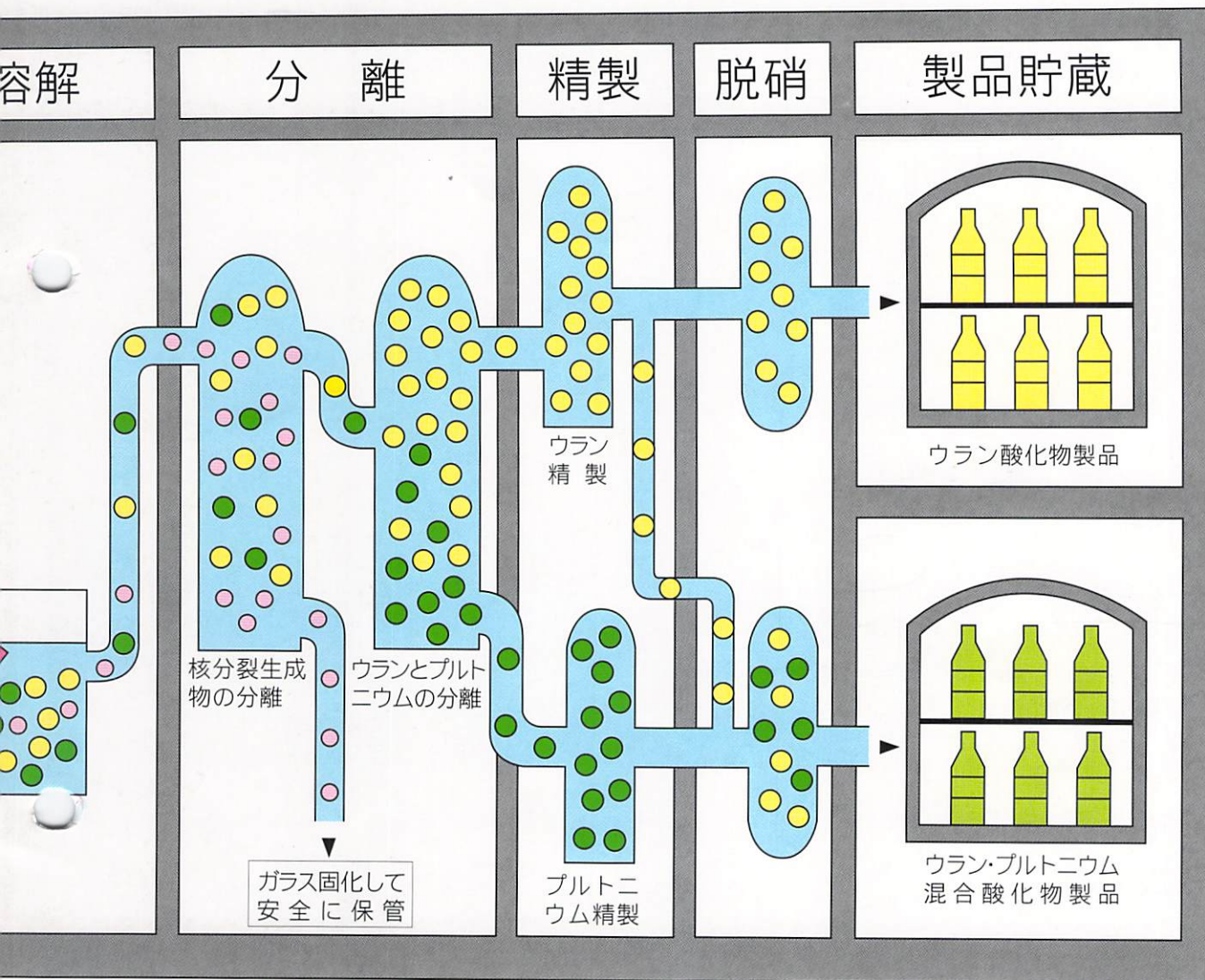


受入れ・貯蔵工程では、使用済燃料を受入れて燃料貯蔵プールで冷却・貯蔵し、放射能を弱めます。
 せん断・溶解工程では、使用済燃料を細かく切断し、燃料の部分を硝酸で溶かします。
 分離工程では、この硝酸溶液を溶媒と呼ばれる油性の溶液と接触させ、ウラン・プルトニウムと核分裂生成物とに分離します。さらに、このウランとプルトニウムも化学的性質の違いを利用して分離します。
 精製工程では、ウラン溶液及びプルトニウム溶液それぞれから微量に含まれている核分裂生成物をさらに取り除いて純度を高めます。
 脱硝工程では、精製されたウラン溶液とウラン・プルトニウム混合溶液から硝酸を蒸発及び熱分解させて粉末状の製品とします。
 ここで使われるウラン、プルトニウム及び核分裂生成物の分離の方法は湿式のピューレックス法と呼ばれ、純度の高い製品を高回収率で得ることが可能であり、国内外で実績のあるものです。

(注) ピューレックス (Plutonium Uranium

Reduction Extraction) 法：燃料を硝酸で溶かして、有機溶媒（油性溶液）によりウラン、プルトニウムと核分裂生成物を分離する再処理方式の一種

PUREX



再処理を行う使用済燃料の仕様

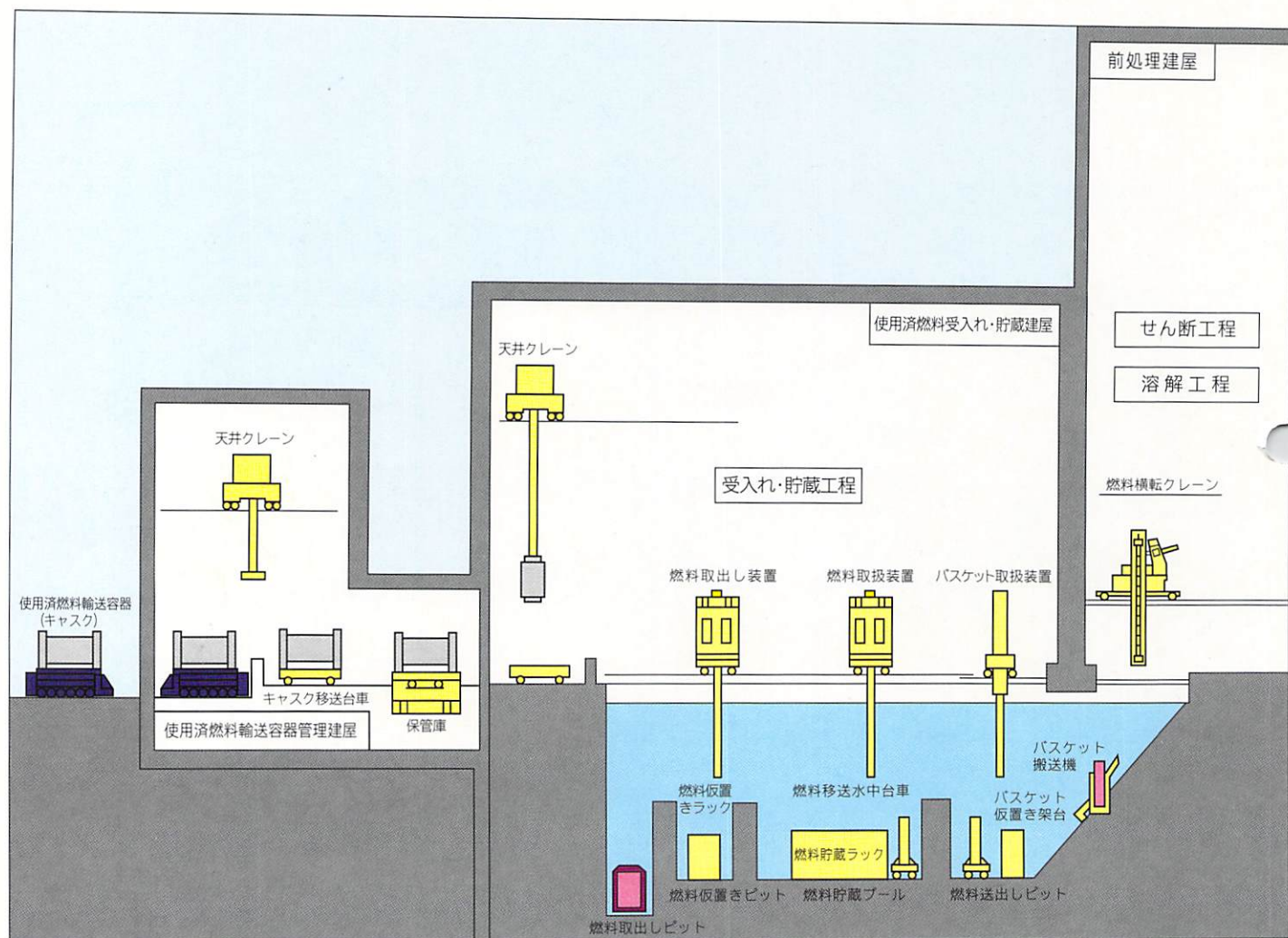
- a. ウラン235濃縮度
 照射前燃料最高濃縮度 : 5wt%
 使用済燃料集合体平均濃縮度 : 3.5wt%以下
- b. 使用済燃料最終取出し前の原子炉停止時からの期間（冷却期間）
 再処理工場に受入れるまでの冷却期間 : 1年以上
 せん断処理するまでの冷却期間 : 4年以上
- c. 使用済燃料集合体最高燃焼度 : $55,000 \text{ MWd/t} \cdot U_{Pr}$
 なお、1日当たり再処理する使用済燃料の平均燃焼度は $45,000 \text{ MWd/t} \cdot U_{Pr}$ 以下とする。

- ウラン
- プルトニウム
- 核分裂生成物
(高レベル廃棄物)
- 被覆管などの金属片

(注) wt% : 質量パーセント

燃焼度 : 核燃料から放出される全エネルギーの量。通常、燃料1t当たりの熱量MW [MWd/t] で表される。燃焼度に応じて使用済燃料中の核分裂生成物の量や発熱量が決まる。

使用済燃料受入れ・貯蔵

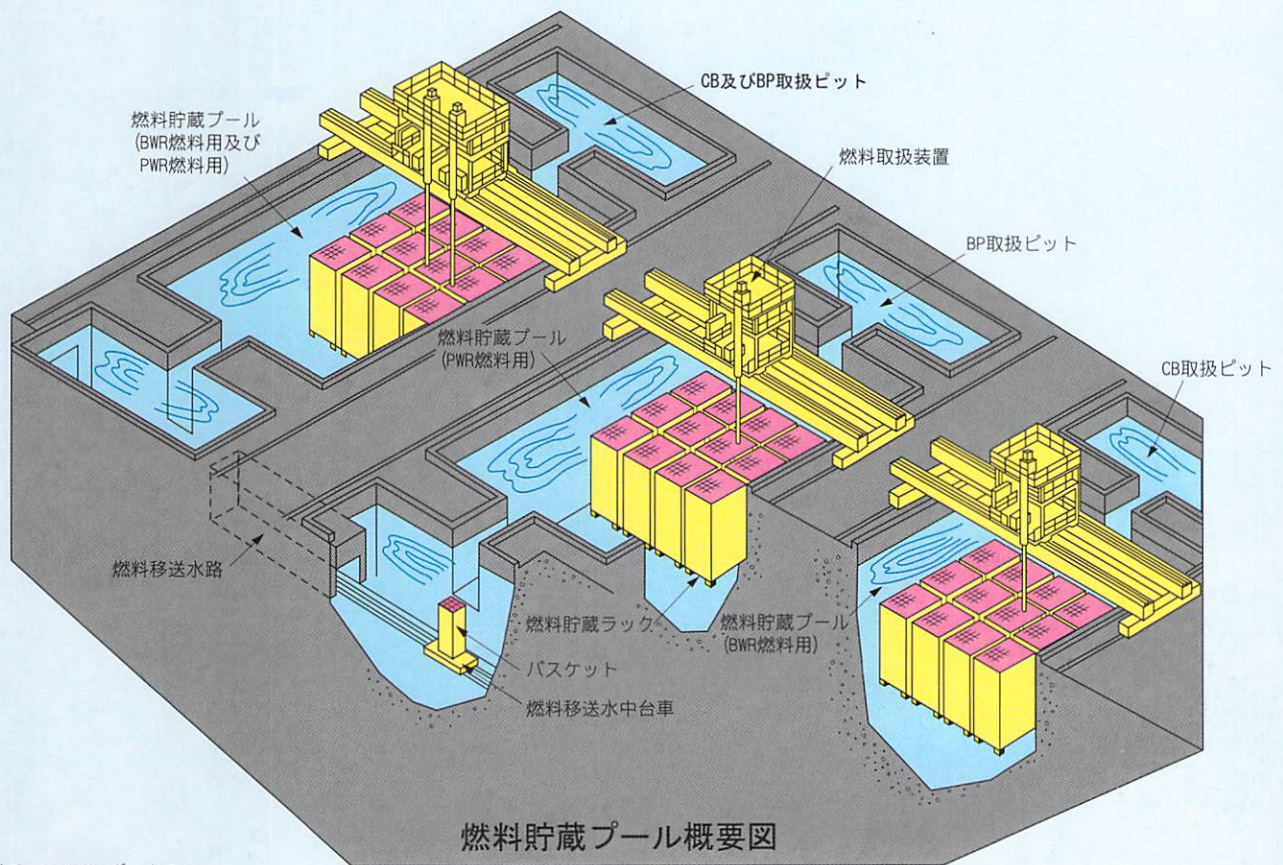


原子力発電所の使用済燃料集合体（使用済燃料）は、使用済燃料輸送容器（キャスク）に入れて各発電所から海上輸送により運ばれます。

再処理工場では、キャスクを使用済燃料輸送容器管理建屋に受入れ、天井クレーンとキャスク移送台車を用いて保管庫に移送し、一時保管した後、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に搬入します。ここでは、天井クレーンを用いてキャスクを燃料取出しピットの水中に吊り降ろし、水中でキャスクのふたを取り外して、燃料取出し装置により使用済燃料を一体ずつキャスクから取り出し、燃料仮置きラックに仮置きします。

その後、燃料取出し装置を用いて使用済燃料を燃料移送水中台車上のバスケットに収納し、移送します。さらに、燃料取扱装置により使用済燃料を一体ずつバスケットから取り出し、燃料貯蔵ラックに収納し、貯蔵します。

燃料貯蔵プールの使用済燃料は、原子力発電所のプールでの冷却・貯蔵と合わせて4年以上冷却・貯蔵された後、燃料取扱装置により燃料移送水中台車上のバスケットに収納し、燃料送出しピットに移送されます。使用済燃料を収納したバスケットを、一時仮置きした後、バスケット搬送機でせん断工程に送り出します。



CB: BWR燃料チャンネル ボックス
BP: PWR燃料バーナブル ポイズン

主 な 仕 様

- 燃料貯蔵プール : 3基
- 最大貯蔵能力
 - BWR使用済燃料集合体 : 1,500 t・U_{Pr} (約8,600体)
 - PWR使用済燃料集合体 : 1,500 t・U_{Pr} (約3,600体)
- 受入れ・貯蔵する使用済燃料の種類
 - (a) ウラン235濃縮度
 - 照射前燃料最高濃縮度 : 5wt%
 - 使用済燃料集合体平均濃縮度 : 3.5wt%以下
 - (b) 冷却期間 : 1年以上
 - (c) 使用済燃料集合体最高燃焼度 : 55,000 MWd/t・U_{Pr}

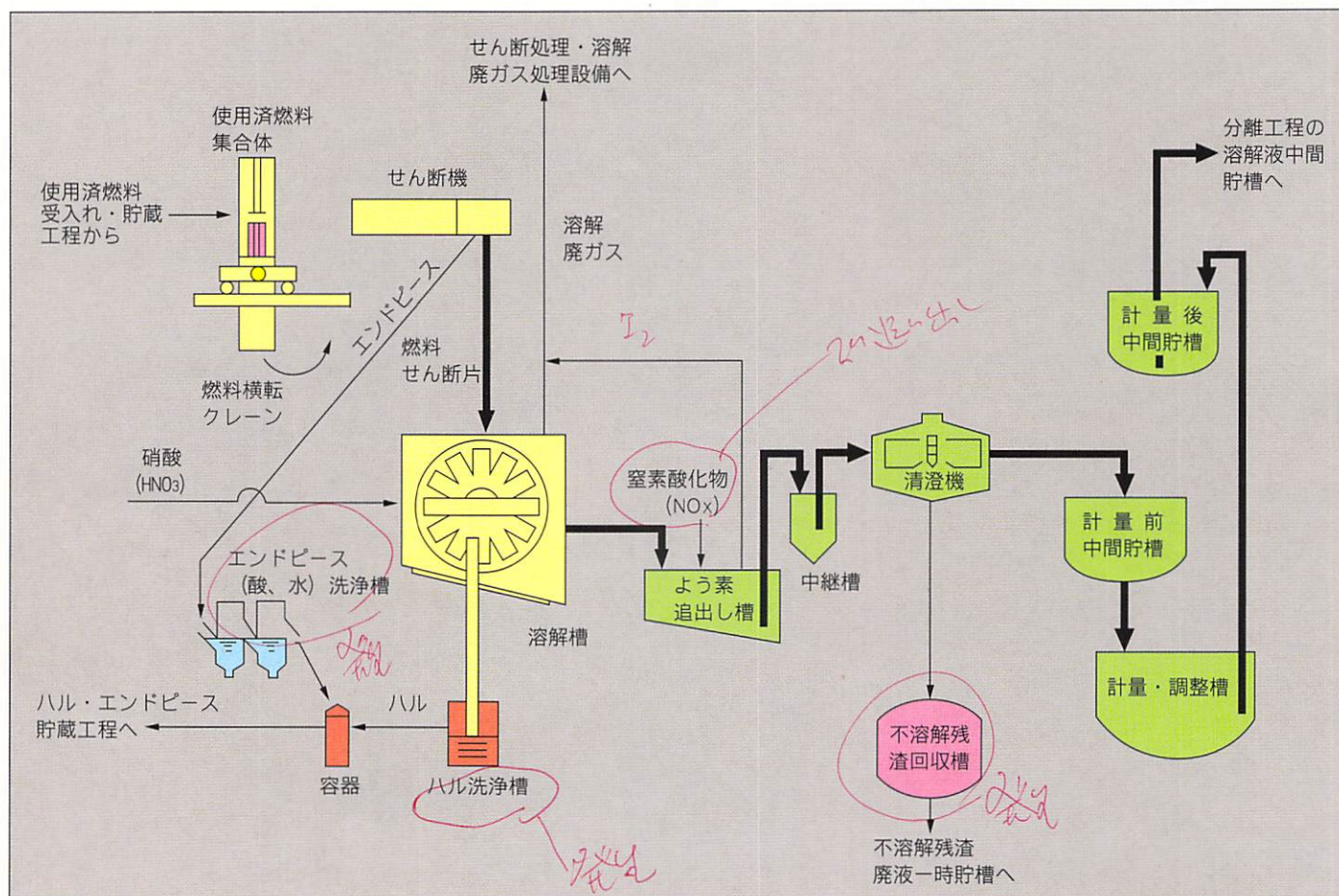
(注) チャンネル ボックス: BWR燃料集合体の側面を囲むように取り付けられている金属 (ジルコニウム合金) 製の角管 (約13cm角、長さ約4m) である。

バーナブル ポイズン: PWR燃料集合体に挿入されている金属 (ステンレス等) 製の棒 (直径約1cm、長さ約4m) とそれぞれを集合体上部から支持している金属 (ステンレス等) 製の支持物から構成しているものである。棒の中には、ほうけい酸ガラス等の中性子を吸収しやすい物質が収納されている。

せん断・溶解

Mo, Ru, Pd.

同一液分岐 process with waste water 24



せん断工程と溶解工程は、前処理建屋内にあり、使用済燃料を切断した後、硝酸に溶解して分離工程に送ります。

せん断工程では、使用済燃料の受入れ・貯蔵工程のバスケット搬送機から使用済燃料集合体を燃料横転クレーンによりせん断機へ供給し、燃料せん断片を溶解槽へ供給します。

溶解工程は、溶解設備と清澄・計量設備とで構成されています。溶解設備では、燃料せん断片を溶解槽のバケットに入れて硝酸(HNO₃)を用いて燃料部分を溶解し、よう素追出し槽において、溶解液中のよう素をせん断処理・溶解廃ガス処理設備へ追い出します。清澄・計量設備では、清澄機で不溶解残渣を溶解液から除去し、溶解液を計量・調整槽で計量し、必要があれば酸濃度の調整を行った後、分離工程の溶解液中間貯槽へ溶解液を移送します。

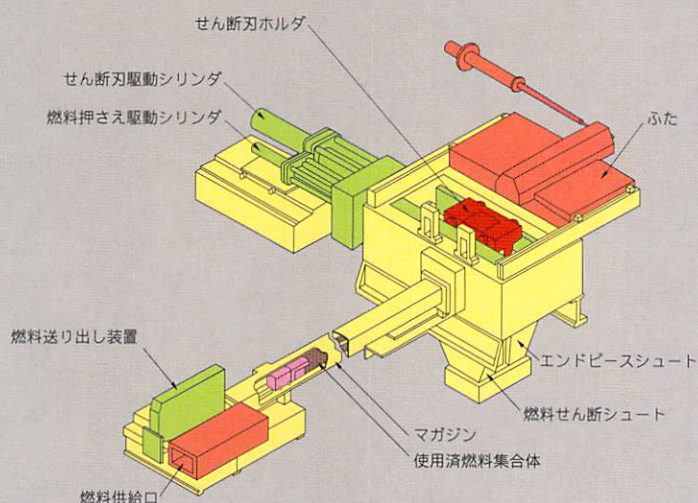
(注) 不溶解残渣：燃料せん断片を溶解槽で溶解した際に溶解せずに残る粒子状のもので、ルテニウム、パラジウムなどの白金族元素やモリブデンが主な成分です。

27% 94% 36%
濃硝酸 27% 94%
5-N HNO₃ & ATOMICA
Pu conc 5-N HNO₃
acid 10% 27% 94% 36%

主要設備

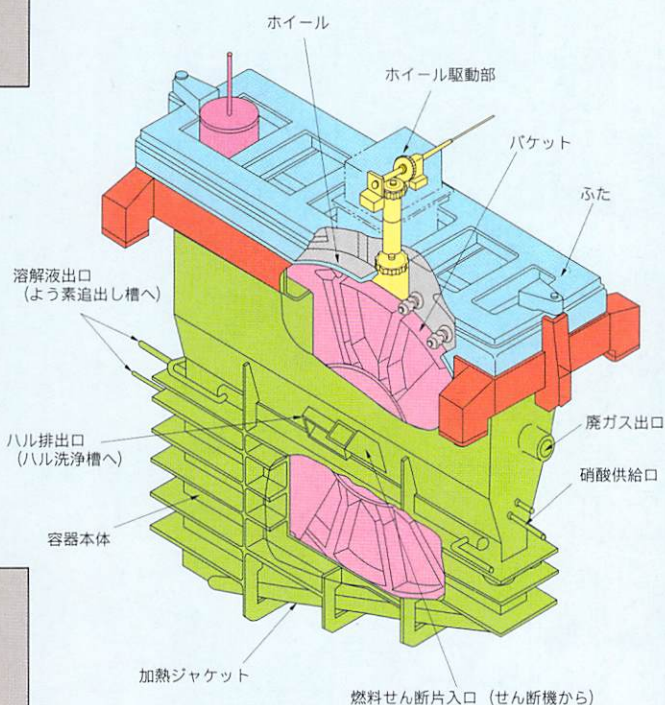
せん断機	: 2台 (1台/系列)
溶解槽(連続式)	: 2基 (1基/系列)
材料	: ジルコニウム (容器本体)
清澄機(遠心式)	: 2台 (1台/系列)
材料	: チタン (ボウル部)

27% 94% 36%
濃硝酸 27% 94%
5-N HNO₃ & ATOMICA
Pu conc 5-N HNO₃
acid 10% 27% 94% 36%

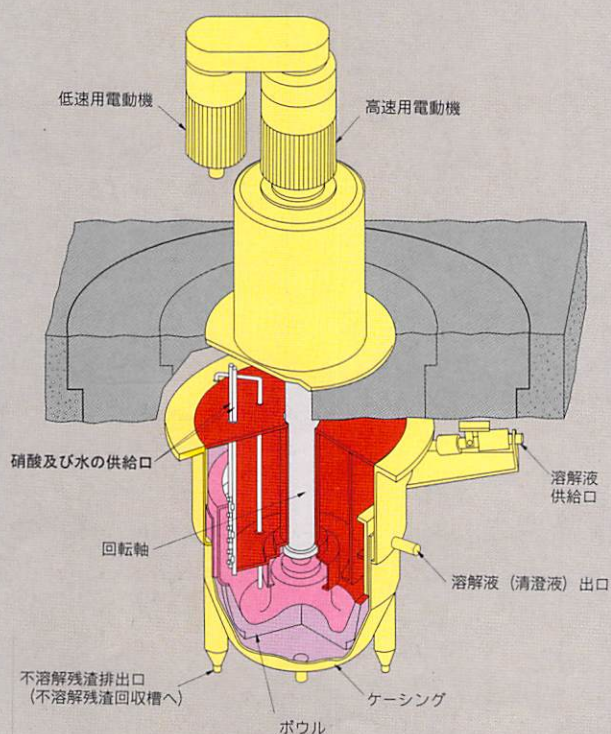


せん断機概要図

溶解槽は、容器本体と内部に12個のバケットを有する回転するホイール（車輪）で構成されています。バケット内に装荷された燃料せん断片は、ホイールが回転し一定時間以上高温の硝酸中に浸すことにより燃料部分が溶解し、燃料被覆管せん断片（ハル）のみが残ります。バケットに残ったハルは、ホイールが回転してバケットがハル排出位置に達すると、ハル排出口からハル洗浄槽へ排出されます。



溶解槽概要図



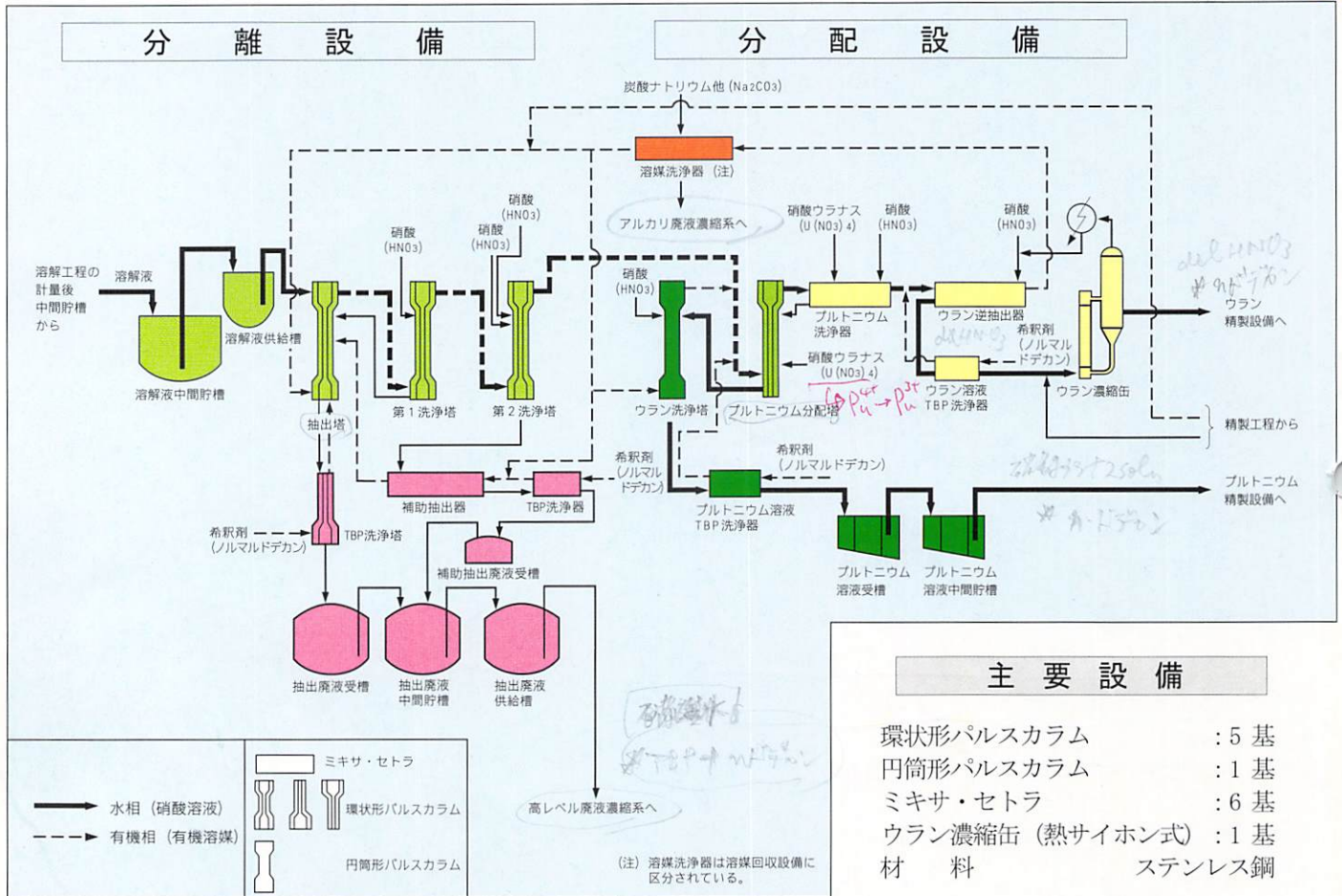
清澄機概要図

清澄機は、高速回転するボウルを内部に有する遠心式の装置で、溶解液中の不溶解残渣はこの遠心力によりボウル内面に捕集されます。所定量の溶解液を清澄処理後、捕集された不溶解残渣は、低速回転で硝酸にて洗浄処理された後、水を用いて不溶解残渣回収槽に排出されます。

分離

抽出塔で U・Pu と TBP と混合 (TBP 溶液)
 Pu と TBP と混合 (抽出剤)
 Pu^{3+} (抽出剤) Pu^{4+} (有機溶媒に溶ける)

Handwritten notes on the right side of the page, including chemical formulas and process details.



溶解工程から分離工程へ供給される溶解液は、ウラン、プルトニウム及び核分裂生成物が含まれている硝酸溶液です。

分離工程は、分離建屋内にあり、分離設備と分配設備とで構成されています。分離設備は、溶解工程から受け入れた溶解液から「ウラン及びプルトニウム」と「核分裂生成物」とに分離する設備で、後段の分配設備は、さらに「ウラン」と「プルトニウム」とに分離する設備です。

分離設備では、溶解液 (硝酸溶液) を抽出塔 (環状形パルスカラム) で、有機溶媒 (溶媒抽出に用いられる TBP と希釈剤との混合物) と向流接触させることによって、ウランとプルトニウムを有機溶媒に抽出し、核分裂生成物の大部分を硝酸溶液中に残存させます。抽出したウランとプルトニウムを含む有機溶媒は、さらに第1洗浄塔及び第2洗浄塔 (いずれも環状形パルスカラム) に送られ、硝酸と向流接触させることによって有機溶媒中に微量含まれている核分裂生成物を除去します。

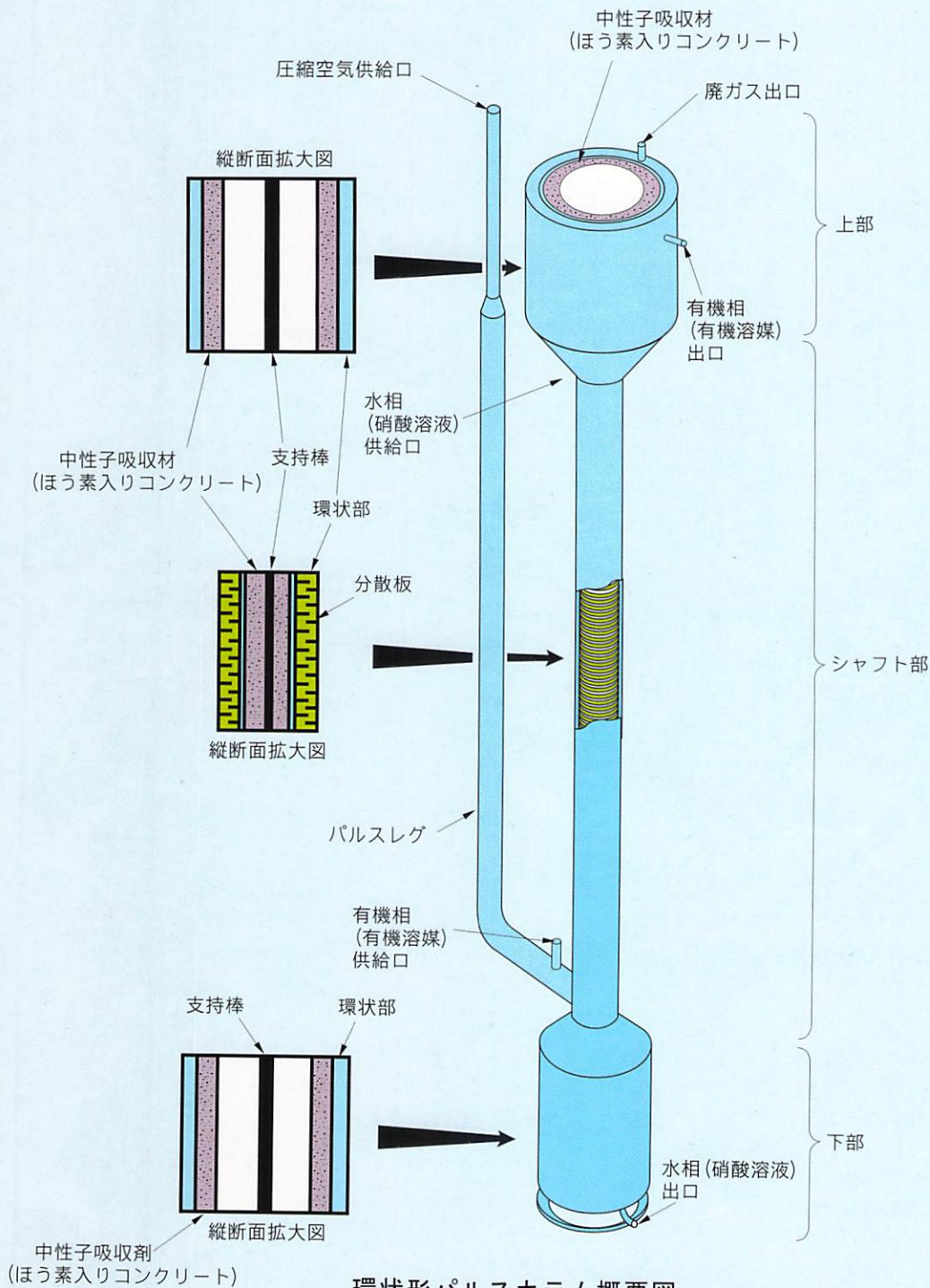
分配設備では、第2洗浄塔から送られてくるウランとプルトニウムを含む有機溶媒をプルトニウム分配塔 (環状形パルスカラム) で硝酸ウラナス ($U(NO_3)_4$) を含む硝酸溶液と向流接触させることによって、ウランとプルトニウムを分離します。このウランとプルトニウムの分離は、硝酸ウラナスを加えると有機溶媒中のプルトニウムは原子価が4価から3価に還元されますが、この3価のプルトニウムは水相 (硝酸溶液) 中に移行するという性質があるので、これを利用したものです。

プルトニウム分配塔のウランを含む有機溶媒は、プルトニウム洗浄器 (ミキサ・セトラ) に送られ、硝酸ウラナスを含む硝酸と接触させることによって、有機溶媒中に微量含まれているプルトニウムを除去します。その後、ウランを含む有機溶媒は、ウラン逆抽出器 (ミキサ・セトラ) で濃度の薄い硝酸と接触させることによって、ウランを水相 (硝酸溶液) 中に逆抽出します。この硝酸ウラニル溶液 (ウランを含む硝酸溶液) は、ウラン溶液 TBP 洗浄器 (ミキサ・セトラ) で、希釈剤 (ノルマルドデカン) と接触させることによって、硝酸溶液中に微量含まれている TBP を除去した後、ウラン濃縮缶で濃縮されます。

一方、プルトニウム分配塔で分離された硝酸プルトニウム溶液 (プルトニウムを含む硝酸溶液) はウラン洗浄塔 (円筒形パルスカラム) で、有機溶媒と向流接触させることによって、硝酸溶液中に微量含まれているウランを除去した後、さらにプルトニウム溶液 TBP 洗浄器 (ミキサ・セトラ) で、希釈剤 (ノルマルドデカン) と接触させることによって微量含まれている TBP を除去します。

(注) TBP : リン酸トリブチル (TriButyl Phosphate) の略。溶媒抽出法でウラン、プルトニウムを抽出するのに使用される抽出剤の一種。

継手部, 腐食 ^{waste} リンクスは太い方がよい;
 1. 酸化, 2. HNO_3 , TBP の入れも出ては (追加)
 その方が抽出にいい



環状形パルスカラム概要図

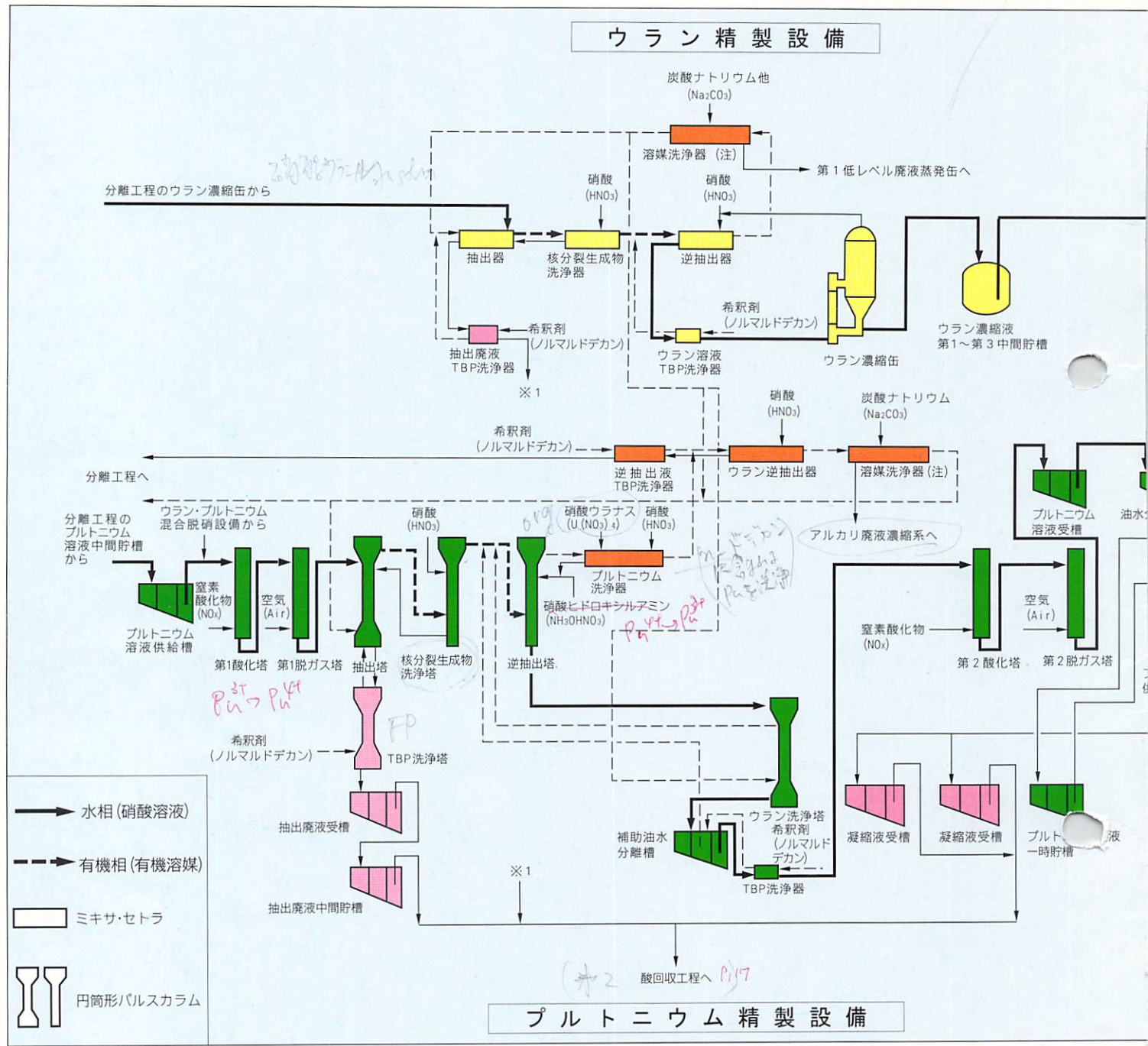
パルスカラムでは、シャフト部の上部から水相（硝酸溶液）を、下部から有機相（有機溶媒）を供給し、パルスレグから圧縮空気により脈動を与えながら両相を向流接触させます。脈動とシャフト部の分散板によって連続相中に分散相（液滴）を形成させ、両相間の物質移動の効率をより良くします。『抽出塔』を例にしますと、上部から溶解液（硝酸溶液：水相）を供給し、下部から有機溶媒（有機相）を供給して、両相を向流接触させることによって溶解液中のウランとプルトニウムをほぼ全量有機溶媒中に抽出させることができます。

精製

TBP ($C_{12}H_{21}O_2$)₂ PO

※ F.P.12 HNO_3 soln 1:2.80

水

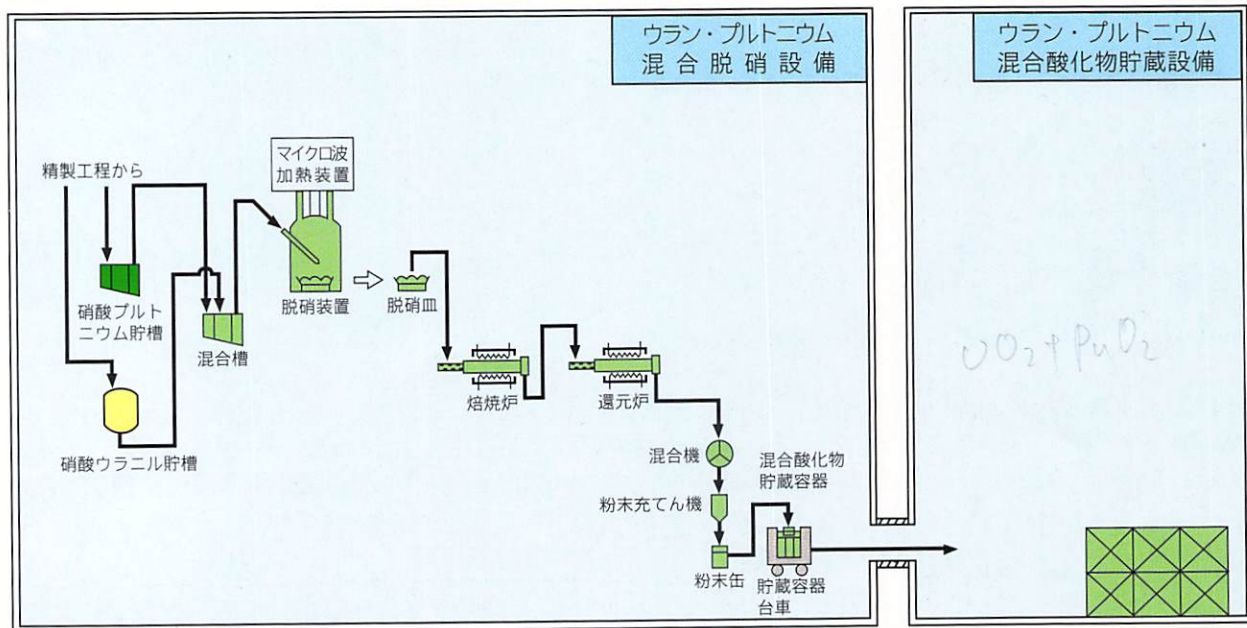
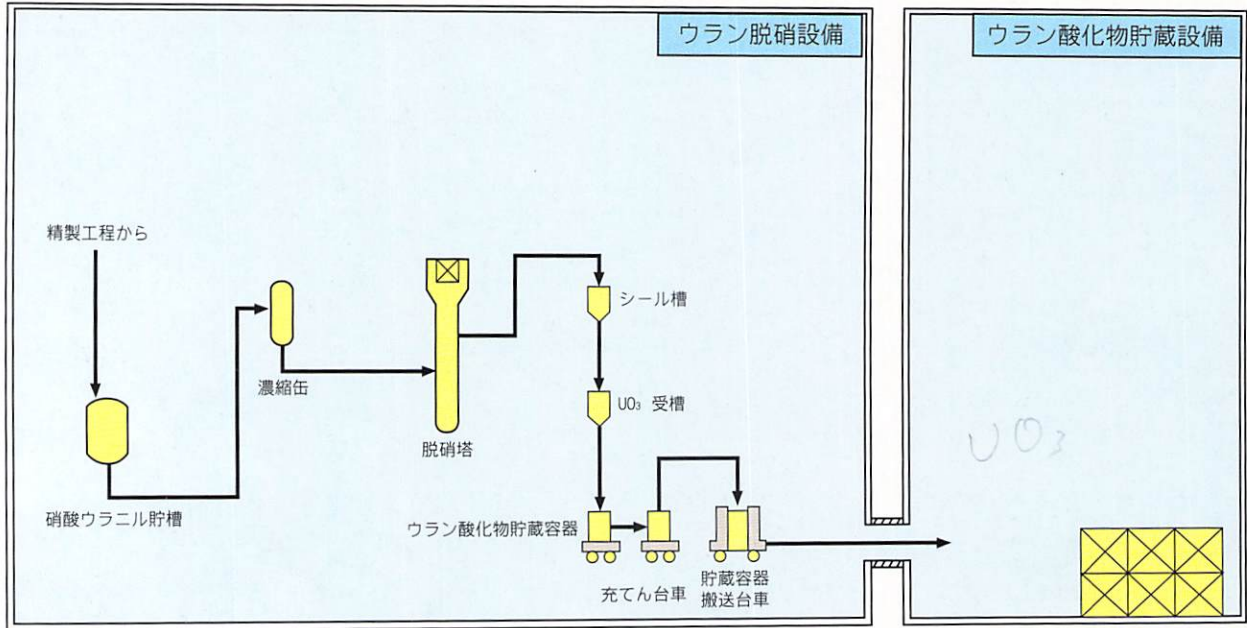


精製工程は、精製建屋内にあり、ウラン精製設備とプルトニウム精製設備とで構成されています。

ウラン精製設備では、分離工程のウラン濃縮缶から送られてきた硝酸ウラニル溶液（ウランを含む硝酸溶液）を、抽出（抽出器）、核分裂生成物の洗浄（核分裂生成物洗浄器）、逆抽出（逆抽出器）、TBPの洗浄（ウラン溶液TBP洗浄器）及び濃縮（ウラン濃縮缶）の一連の操作によって核分裂生成物等やTBPを十分除去します。

プルトニウム精製設備では、分離工程のプルトニウム溶液中間貯槽から送られてきた硝酸プルトニウム（プルトニウムを含む硝酸溶液）を、酸化塔で窒素酸化物（ NO_x ）を吹き込むことによってプルトニウムの原子価を3価から4価に酸化した後、抽出塔で有機溶媒と向流接触させます。原子価が4価となったプルトニウムのほとんどは有機溶媒中に移行するのに対して、核分裂生成物のほとんどは硝酸溶液中に残るため、これを抽出廃液としてTBP洗浄塔を経て抽出廃液受槽に排出します。プルトニウムを抽出した有機溶媒は、

脱硝・製品貯蔵



脱硝工程

分離工程と精製工程で核分裂生成物が除去された硝酸ウラニル溶液（ウランを含む硝酸溶液）と硝酸プルトニウム溶液（プルトニウムを含む硝酸溶液）は、脱硝工程に送られ、ウラン酸化物（ UO_3 ）粉末とウラン・プルトニウム混合酸化物（ $UO_2 \cdot PuO_2$ ）粉末（以下「MOX粉末」と呼ぶ）となります。

●ウラン脱硝設備

精製工程から受入れた硝酸ウラニル溶液（ウランを含む硝酸溶液）は、硝酸ウラニル貯槽で一時貯蔵された後、濃縮缶で濃縮され、脱硝塔に供給されます。脱硝塔は、流動層式の反応塔で、硝酸ウラニル溶液（ウランを含む硝酸溶液）を熱分解して UO_3 粉末にします。脱硝塔では、下部から空気を吹き込んで、脱硝塔内部の UO_3 粉末を流動化して流動層を形成させています。この流動層の中に硝酸ウラニル溶液（ウランを含む硝酸溶液）を空気とともに噴霧ノズルから噴霧供給し、電気ヒータ等で約300℃に加熱することにより熱分解します。

生成した UO_3 粉末は、シール槽、 UO_3 受槽を経てウラン酸化物貯蔵容器に充てん・封入され、ウラン酸化物貯蔵設備に移送されます。

●ウラン・プルトニウム混合脱硝設備

精製工程からそれぞれ硝酸プルトニウム貯槽と硝酸ウラニル貯槽に受入れた硝酸プルトニウム溶液（プルトニウムを含む硝酸溶液）と硝酸ウラニル溶液（ウランを含む硝酸溶液）は、混合槽においてウラン濃度とプルトニウム濃度が等しくなるように混合調整されます。その後、一定量ずつ脱硝装置中の脱硝皿に給液し、マイクロ波加熱により蒸発濃縮・脱硝処理し、ウラン・プルトニウム混合脱硝粉体とします。

さらに、ウラン・プルトニウム混合脱硝粉体は、焙焼炉において空気雰囲気中で約800℃で加熱処理（焙焼）され、還元炉において窒素・水素混合ガス雰囲気中で約800℃で加熱処理（還元）されて、MOX粉末となります。このMOX粉末は、混合機によって混合処理された後、粉末缶に充てんされ、粉末缶はさらに混合酸化物貯蔵容器に収納・封入され、ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵設備に移送されます。

製品貯蔵工程

製品貯蔵工程では、脱硝工程で生成した UO_3 粉末とMOX粉末の製品を燃料加工施設等に払い出されるまでの期間、貯蔵します。

主 な 仕 様

ウラン酸化物貯蔵設備 : 最大貯蔵能力 4,000t・U
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵設備 : 最大貯蔵能力 60t・(U+Pu)

(注) 流動層式 : 容器中に粒径の小さな粉粒体を充填し、下方から気体を吹き込むと、粉粒体が液体のように流動する（ウラン脱硝設備の場合は UO_3 粉末）。この現象を利用して、流動を保った状態を流動層という。

マイクロ波加熱 : 家庭用の電子レンジと同じ周波数のマイクロ波での加熱をいう。

2010.7.10
 #2 acid 100% 重酸
 level 100% 100%
 level 100% 100%
 level 100% 100%
 level 100% 100%
 level 100% 100%



主要設備

溶媒回収設備

ミキサ・セトラ（溶媒再生系の溶媒洗浄器）	：9基
蒸発缶（減圧薄膜式）	：2基
材 料	ステンレス鋼
溶媒蒸留塔（充てん式減圧蒸留方式）	：1基
材 料	ステンレス鋼

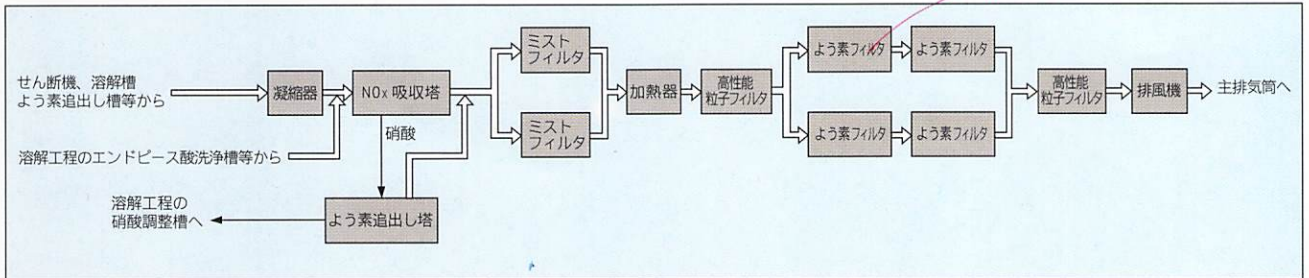
気体廃棄物

gas waste water

気体廃棄物は、その処理する廃ガスの性状により、主として以下の3設備において処理されます。

(1) せん断処理・溶解廃ガス処理設備

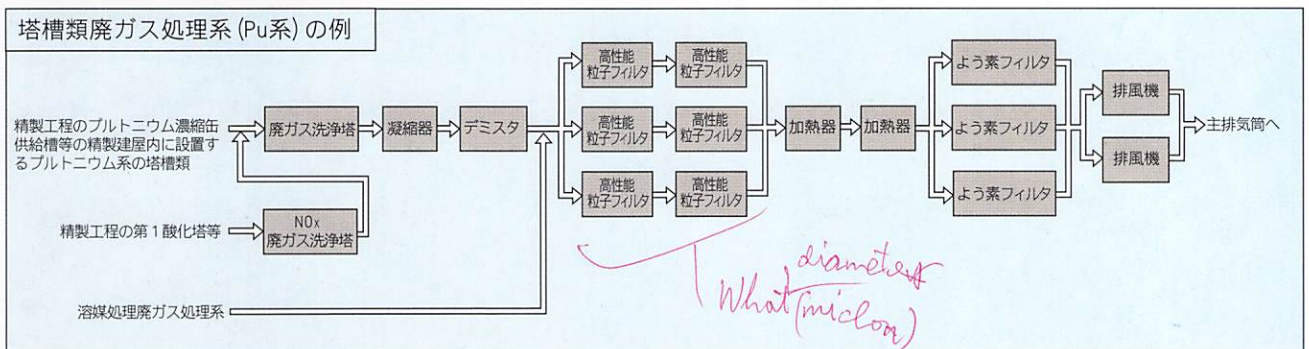
よ素の4 よ素等への処理?



せん断工程のせん断機及び溶解工程の溶解槽、よう素追出し槽等から発生する廃ガスは、凝縮器で冷却された後、NOx 吸収塔での窒素酸化物 (NOx) の回収及び放射性物質の除去、ミストフィルタでろ過、加熱器での加熱、高性能粒子フィルタでのろ過、及びよう素フィルタでのよう素の除去の組み合わせにより処理されます。

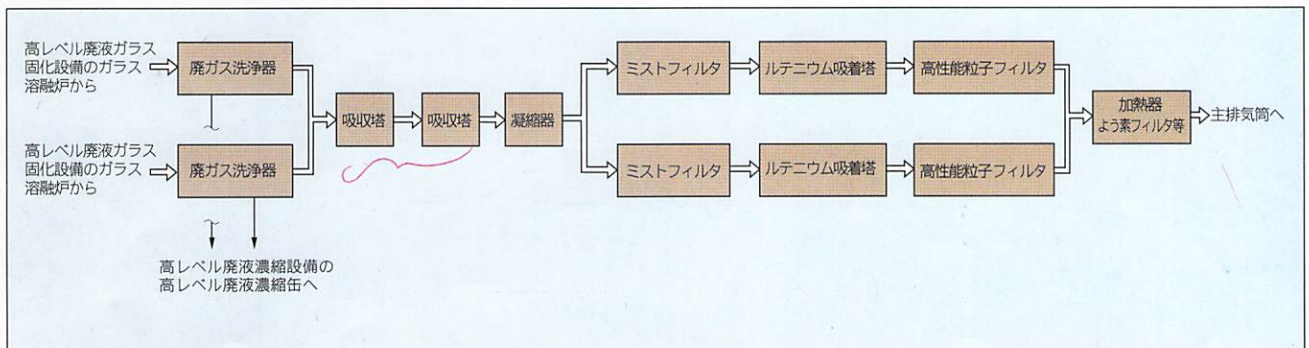
NOx 吸収塔で回収された硝酸は、よう素追出し塔において残留よう素を追い出した後、溶解槽で再使用されます。

(2) 塔槽類廃ガス処理設備



各建屋の塔槽類の廃ガスは、高性能粒子フィルタのほか廃ガスの性状に応じて、廃ガス洗浄塔、凝縮器、デミスタ、加熱器、よう素フィルタ等の組み合わせにより処理されます。

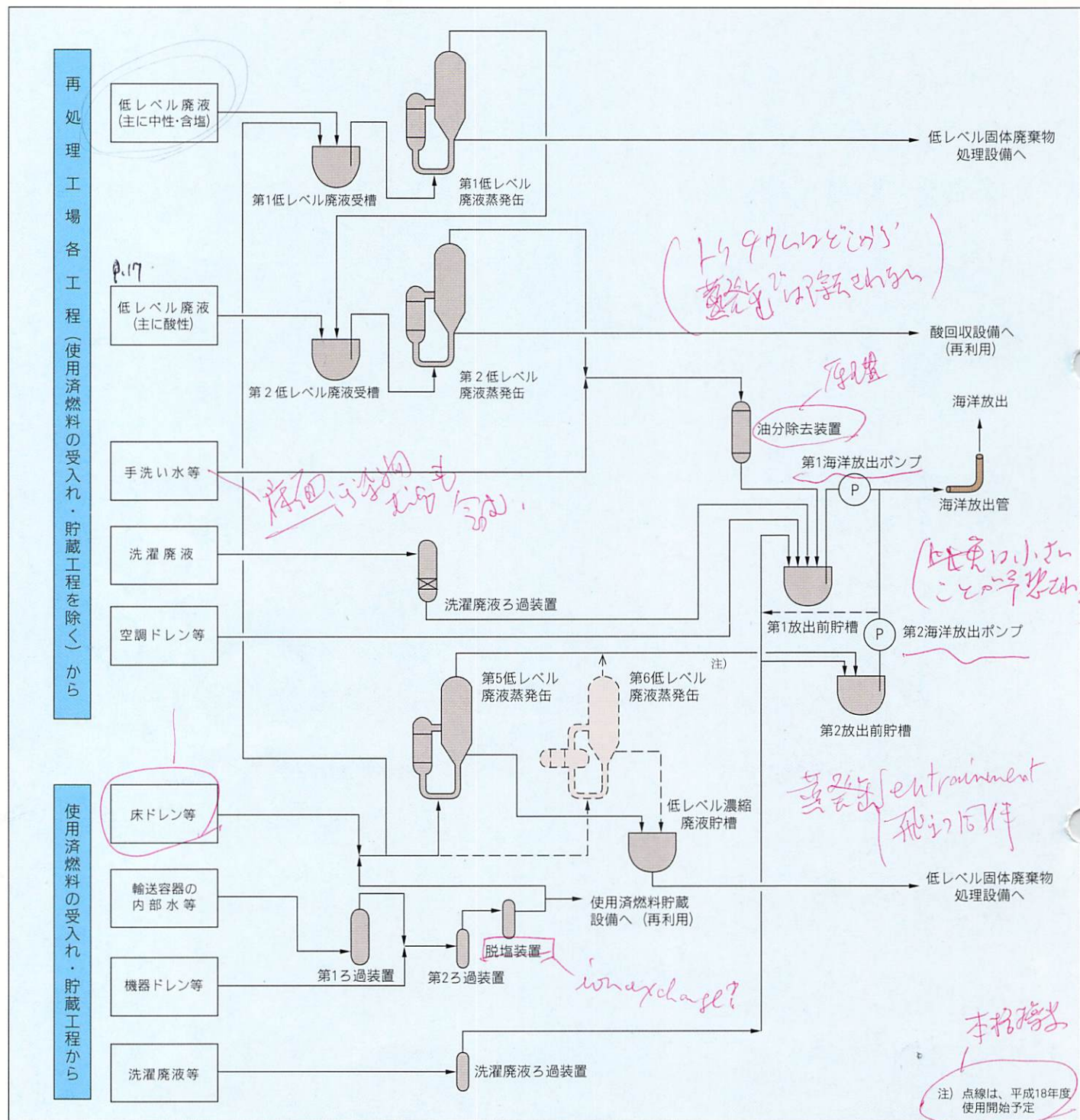
(3) 高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備



高レベル廃液ガラス固化設備のガラス溶融炉から発生する廃ガスは、廃ガス洗浄器での洗浄・冷却、吸収塔での洗浄、凝縮器での冷却、ミストフィルタでのろ過、ルテニウム吸着塔での揮発性ルテニウムの除去、高性能粒子フィルタでのろ過、加熱器での加熱、及びよう素フィルタでのよう素の除去を組み合わせで処理されます。

なお、廃ガス洗浄器からの洗浄廃液は、高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶に戻され処理されます。

液体廃棄物 (低レベル廃液処理)



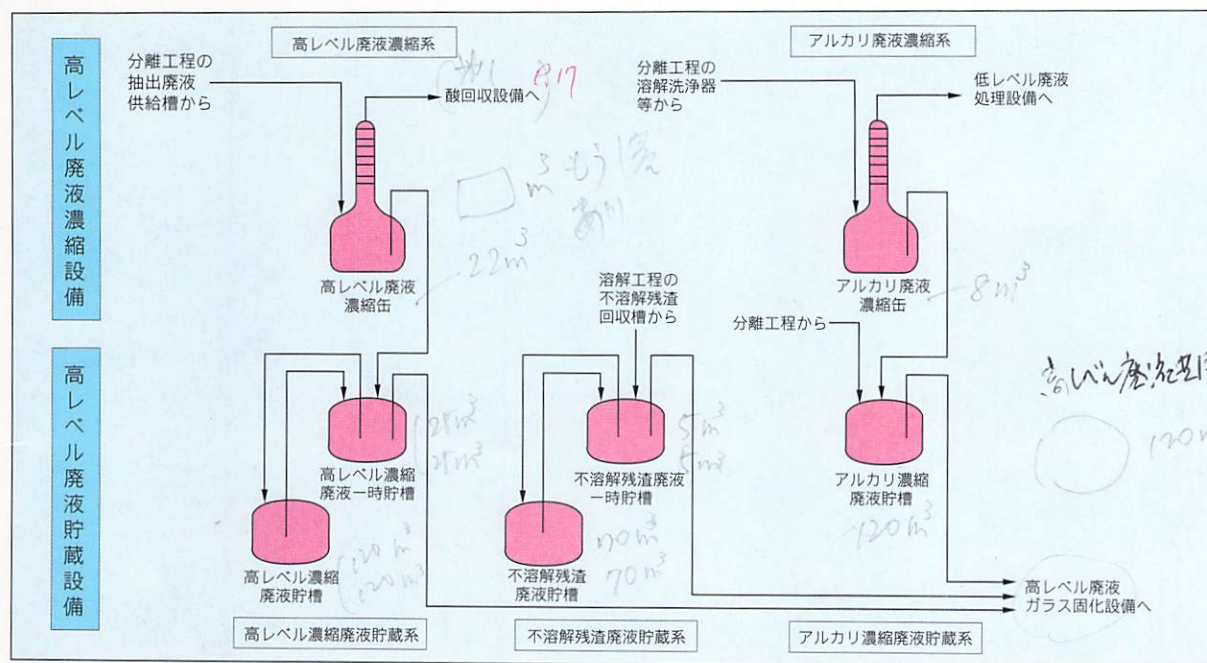
低レベル廃液は、その性状 (酸性か中性か、塩 (Na) を含むか否か等) に応じて分類され、低レベル廃液蒸発缶やろ過装置等により処理されます。処理後の排水は、放射性物質の濃度やPH等を測定し、基準値以下であることを確認した後、海洋へ放出されます。

主要設備

低レベル廃液蒸発缶 (熱サイホン式)	3 基
材 料	ステンレス鋼
注) 低レベル廃液蒸発缶 (強制循環式)	1 基
材 料	ニッケル基合金

注) 平成18年度使用開始予定

液体廃棄物 (高レベル廃液処理)

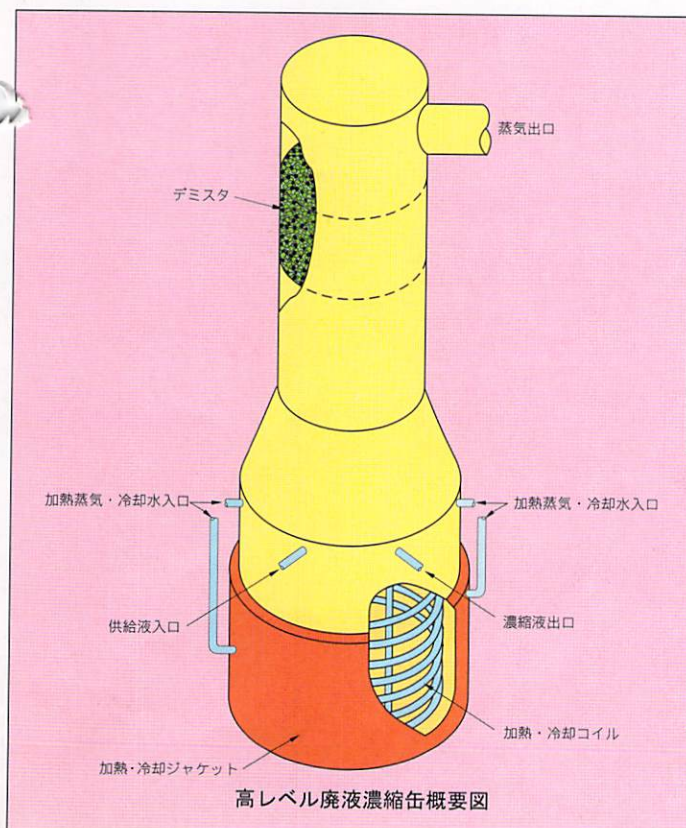


高レベル廃液処理工程は、高レベル廃液濃縮設備と高レベル廃液貯蔵設備とで構築されています。

さらに、高レベル廃液濃縮設備は、高レベル廃液濃縮系とアルカリ廃液濃縮系とで構成され、高レベル廃液貯蔵設備は、高レベル濃縮廃液貯蔵系、不溶解残渣廃液貯蔵系、及びアルカリ濃縮廃液貯蔵系等で構成されています。それぞれの廃液は、その性状にあった系で蒸発・濃縮・貯蔵されることとなります。例として、分離工程から発生する抽出廃液や高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の廃ガス洗浄器から発生する洗浄廃液等は、高レベル廃液濃縮缶で、分離工程の溶媒洗浄器等から発生する廃液等は、アルカリ廃液濃縮缶で処理されることとなります。」

主要設備

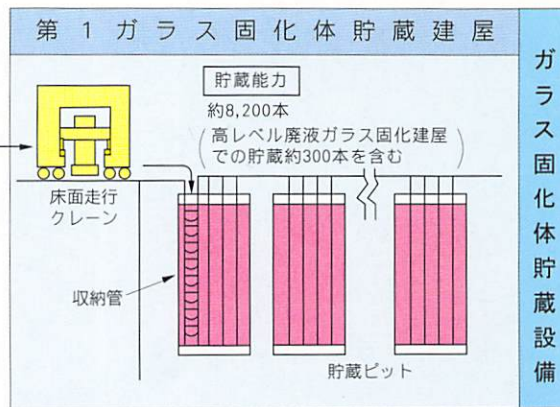
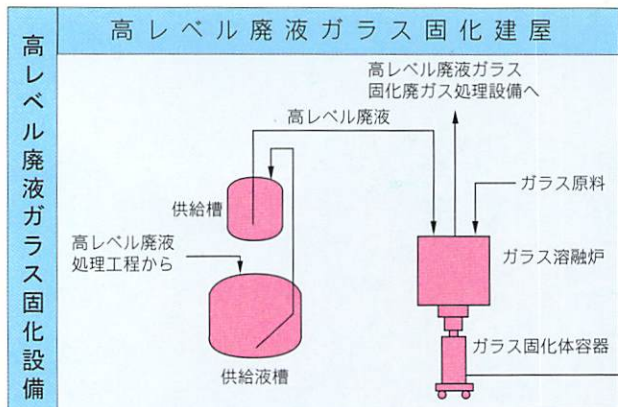
高レベル廃液濃縮缶 (ケトル型減圧蒸発方式) : 2基
材料 : ステンレス鋼
アルカリ廃液濃縮缶 (ケトル型蒸発方式) : 1基
材料 : ステンレス鋼



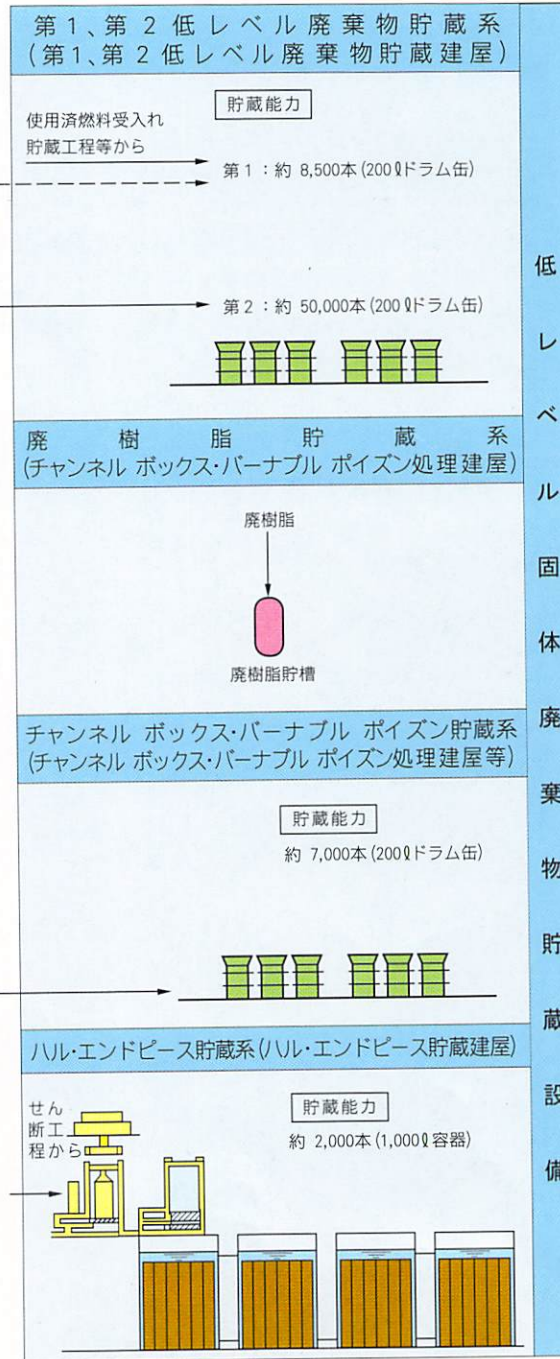
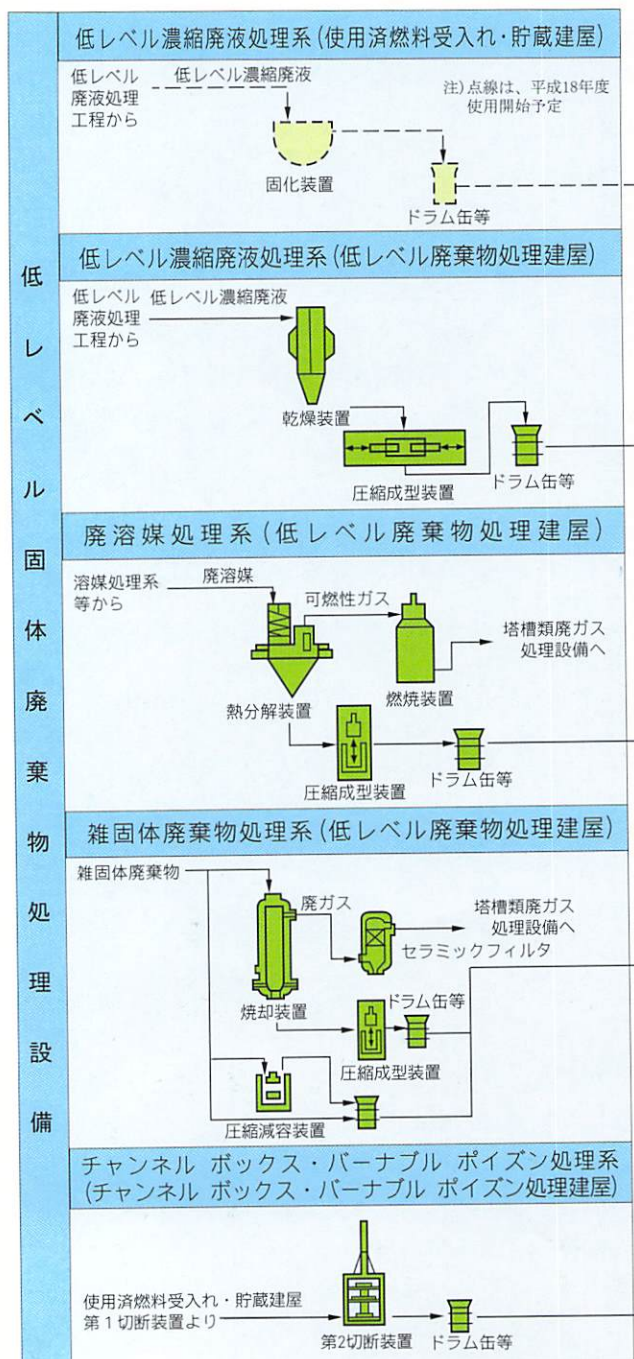
高レベル廃液濃縮缶は、腐食し難い環境とするため、缶内圧力を約50mmHgの減圧下で蒸発操作をすることによって約50℃と運転温度を低くしています。また、内蔵する廃液の崩壊熱を除去するため、停止時には加熱・冷却コイルと加熱・冷却ジャケットに冷却水を適切に供給するようになっています。

固体廃棄物

82007



ガラス固化体貯蔵設備



低レベル固体廃棄物貯蔵設備

再処理工場で発生する高レベル廃液、低レベル濃縮廃液、廃溶媒、雑固体廃棄物等は、それぞれの性状に応じた処理を施して容器に詰めた後、一時貯蔵されます。

●高レベル廃液ガラス固化設備

高レベル廃液処理工程から受入れた高レベル廃液は、必要に応じて組成調整を行った後、供給槽を経てガラス溶融炉へ移送されます。ガラス溶融炉では、ガラス原料とともに1,100～1,200℃程度で溶融され、溶融したガラスは、ガラス固化体容器に注入され、ふたを溶接した後、ガラス固化体貯蔵設備に移送されます。

●ガラス固化体貯蔵設備

高レベル廃液ガラス固化設備により製造したガラス固化体を受入れ、一時貯蔵する設備で、約8,200本のガラス固化体を貯蔵する容量を持っています。

●低レベル固体廃棄物処理設備

(1)低レベル濃縮廃液処理系

低レベル廃液処理工程から受入れた低レベル濃縮廃液は、乾燥装置で乾燥した後、圧縮成型されるか、又は固化装置で固化され、ドラム缶等に詰められます。

(2)廃溶媒処理系

溶媒処理系等から発生する廃溶媒は、水酸化カルシウムを加えて混合した後、熱分解装置で熱分解され、りん酸塩と可燃性ガスになります。りん酸塩は、熱分解装置から抜き出され、圧縮成型の後、ドラム缶等に詰められます。可燃性ガスは、燃焼装置へ導いて燃焼されます。

(3)雑固体廃棄物処理系

各工程から発生する紙、フィルタ、ポンプ等の雑固体廃棄物は、焼却、圧縮等の減容処理が行われた後、ドラム缶等に詰められます。

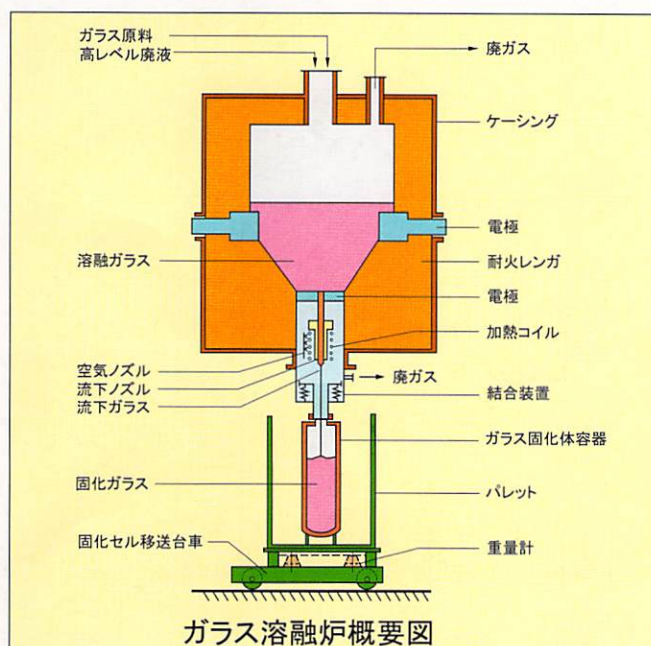
(4)チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理系

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋のチャンネル ボックス・バーナブル ポイズン取扱ピットにおいて燃料集合体から取り外されたチャンネル ボックス及びバーナブル ポイズンは、チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン取扱ピットの第1切断装置で切断し、さらにチャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理建屋の第2切断装置で切断された後、ドラム缶に詰められます。

●低レベル固体廃棄物貯蔵設備

低レベル固体廃棄物貯蔵設備は、上記(1)～(4)の処理設備で処理された固体廃棄物を貯蔵する設備で第1

低レベル廃棄物貯蔵系、第2低レベル廃棄物貯蔵系、廃樹脂貯蔵系、チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン貯蔵系及びハル・エンドピース貯蔵系とで構成されています。



ガラス溶融炉概要図

ガラス溶融炉では、炉内に設置された電極を介してガラスに直接電流を流し、それにより発生するジュール熱でガラスを加熱溶融します。ガラス溶融炉内の溶融ガラスは、ガラス溶融炉下部の流下ノズルを加熱することによりガラス固化体容器に注入します。

中央制御室



再処理工場敷地内に分散設置されている各工程の運転・監視は、中央制御室で集中的に行われます。

中央制御室は、六つの監視制御盤と工程用計算機とで構成され、膨大なデータを合理的に処理する最新のデジタル制御とCRT操作に基づくマンマシン・システムが特徴です。

これらにより、信頼性、安全性に優れた計測制御システムをベースとし、他に類例をみない大規模な中央制御室となっています。

また、工場の円滑な操業を支援するために、工場全体として管理すべき情報を処理し、一元管理する総合データ管理システム（TDMS）が設けられています。

CRT cathode ray tube, 今の時代は液晶ディスプレイ
2016

分析設備

分析設備は、再処理工場の工程管理や安全確保等のために、分析試料を採取、移送及び分析するとともに、これに伴って生じる分析済溶液等を処理する設備です。

分析試料は、主に気送方式の装置で分析建屋等に設置する所定のグローブボックス等に移送されます。分析は、試料の性状や放射線量に応じて、分析セル、グローブボックス又はフードで行われます。

- 分 析 セ ル：ガンマ放射線量が高い分析試料（溶解液等）を取り扱います。
- グローブボックス：ガンマ放射線量が低い分析試料（低レベル放射性液体廃棄物等）を取り扱います。
- フ ー ド：ガンマ放射線量が極めて低い分析試料（処理済廃液等）を取り扱います。

Ⅳ 安全対策

再処理工場の安全対策は、国内外の長年にわたる経験（実績）のもとに、実用化された最新・最良の技術を導入するとともに、国の安全規制を受けて安全の確保に万全を期します。

主な対策等は、以下のとおりです。

(1) 安全設計

再処理工場は、火災・爆発・臨界・漏えい等の万一の故障や事故などを想定した万全の安全対策が取り入れられています。その基本は、放射性物質を工場内に閉じ込めて、周辺の方々の安全を確保することです。このため、

1. 異常の発生を防止する。
2. 万一の異常が発生しても拡大を防止する。
3. 万一の事故にも周辺への影響を緩和する。

といった三段階の「多重防護の考え方」に基づいた安全設計を行っています。

(2) 臨界対策

① 発生防止

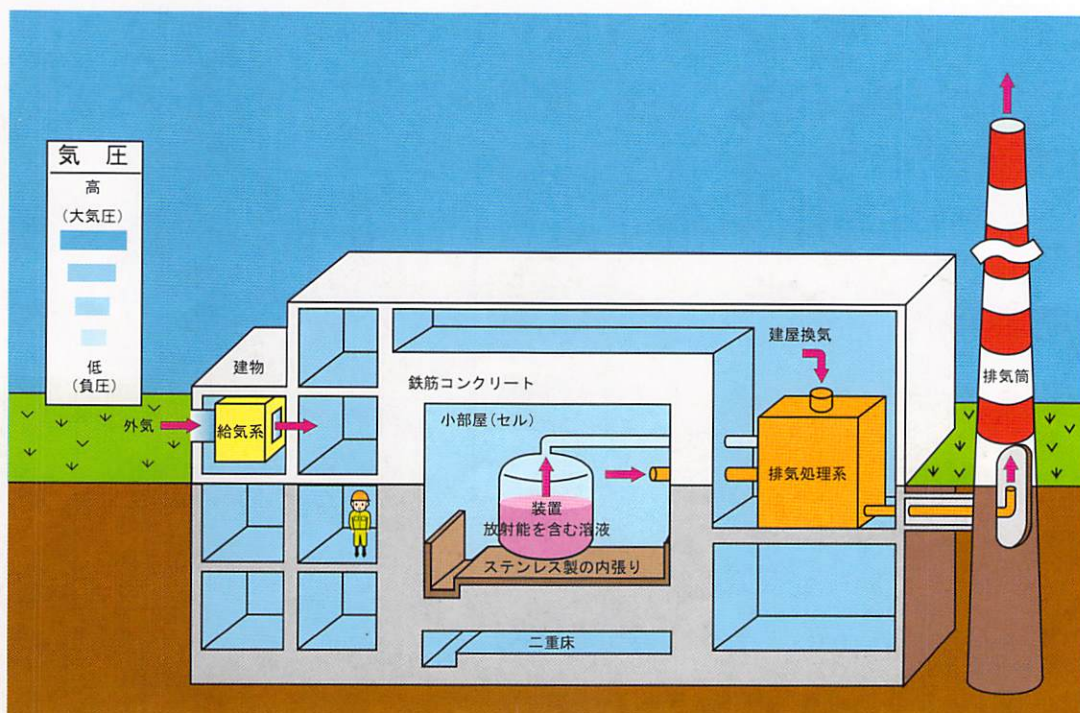
形状寸法管理、濃度管理、質量管理、同位体組成管理及び中性子吸収材管理並びにこれらの組み合わせにより臨界を防止する安全設計を行います。

② 拡大防止

濃度等の最大許容限度を設け、万一異常が発生した時は最大許容限度に達する前に自動的に運転を停止します。

③ 影響緩和

万一、臨界が発生した場合は、1 m程度以上ある厚いコンクリート壁で放射線をしゃへいします。



(3) 漏えい対策

① 発生防止

放射性物質を内蔵する系統及び機器は、腐食し難く、漏えいし難い構造にしています。

② 拡大防止

放射性物質を内蔵する系統及び機器を設置する部屋の床に受皿を設置しています。

③ 影響緩和

万一放射性物質が漏えいした場合は、漏えい液検知装置により漏えいを検知し、漏えいした液の移送及び処理ができる設計としています。また、施設内を常時負圧に維持し、施設外へ放射性物質などが外に漏れないようにしています。

(4) 火災爆発対策

① 発生防止

有機溶媒の引火点より低い温度で運転するとともに、接地等により着火源を排除します。

② 拡大防止

万一温度が引火点に近づいた場合は、加熱を自動的に停止します。

③ 影響緩和

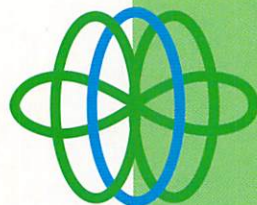
火災検知器を設置するとともに、施設や場所に応じて適切な消火設備を設置し、延焼防止のために、耐火壁などを設けています。

V 技術開発研究所

再処理工場のより一層の安全性・信頼性・経済性の向上を目指してウラン及びプルトニウムを使用しないで、以下の研究開発を行っています。

- ① 再処理工場において重要な前処理機器の運転性に関する改良・開発
- ② 稼働率、信頼性向上のための遠隔保守・補修技術の改良・開発
- ③ 再処理工場運転支援のための運転技術の改良・開発





日本原燃株式会社

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駈字沖付4番108号
tel. 0175-71-2000(代)