

原子燃料サイクル施設位置図

LOCATION OF NUCLEAR FUEL CYCLE FACILITIES



日本原燃株式会社

ホームページアドレス <http://www.jnfc.co.jp/>

六ヶ所村の概要

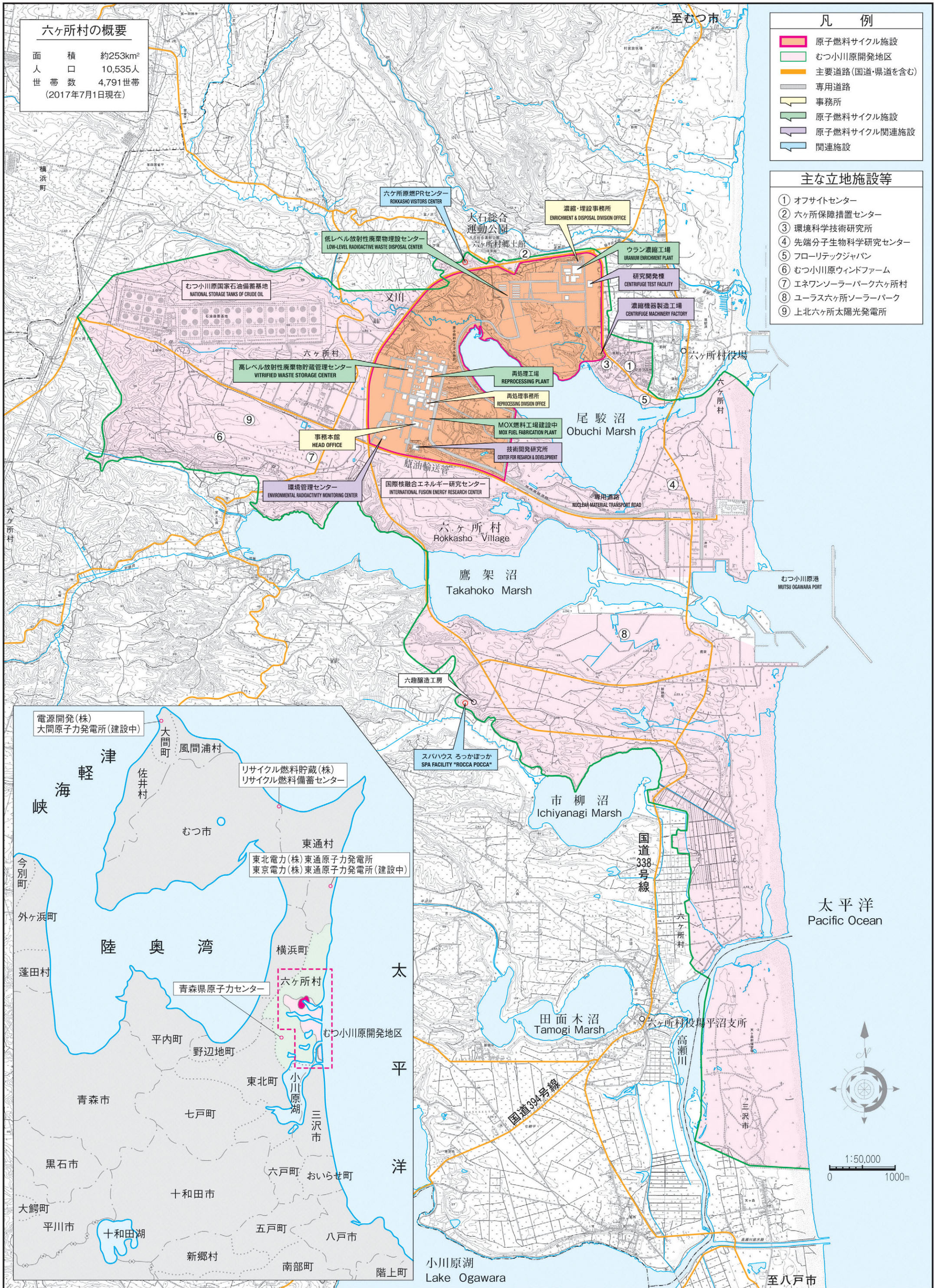
面積 約253km²
人口 10,535人
世帯数 4,791世帯
(2017年7月1日現在)

凡 例

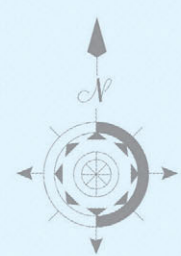
- 原子燃料サイクル施設
- むつ小川原開発地区
- 主要道路(国道・県道を含む)
- 専用道路
- 事務所
- 原子燃料サイクル施設
- 原子燃料サイクル関連施設
- 関連施設

主な立地施設等

- ① オフサイトセンター
- ② 六ヶ所保障措置センター
- ③ 環境科学技術研究所
- ④ 先端分子生物科学研究センター
- ⑤ フローリテックジャパン
- ⑥ むつ小川原ウィンドファーム
- ⑦ エネワンソーラーパーク六ヶ所村
- ⑧ ユーラス六ヶ所ソーラーパーク
- ⑨ 上北六ヶ所太陽光発電所



太平洋
Pacific Ocean



1:50,000
0 1000m

六ヶ所ウラン濃縮工場

原子燃料サイクルの一翼を担って



日本原燃株式会社

濃縮ウランができるまで

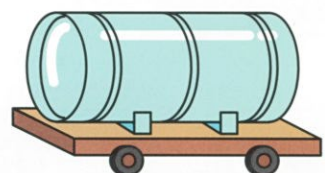


▲ウラン濃縮工場の中央制御室

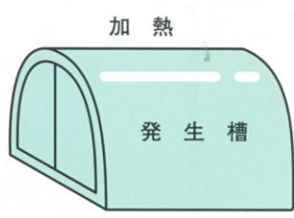


▲カスケード室

原料シリンダを貯蔵庫から発生槽へ搬送します。



原料シリンダ(約12トンUF₆)
(48Yシリンダ)



1 発生槽に原料シリンダを装着し、原料シリンダを温めて原料UF₆を固体から気体にし、カスケードに供給します。

[天然六フッ化ウラン]



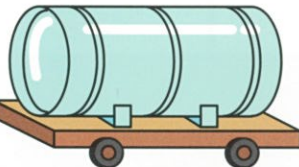
[劣化六フッ化ウラン]



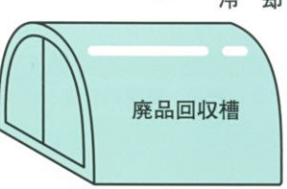
冷却/加熱

冷却

7 劣化UF₆をコールドトラップを介して廃品回収槽内の冷却した廃品シリンダに送り、固体にして回収します。



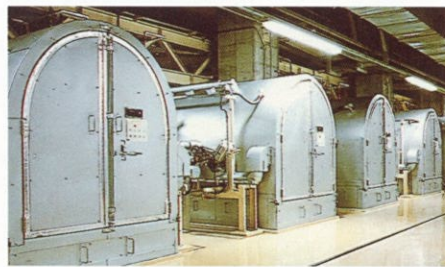
廃品シリンダ(約12トンUF₆)
(48Yシリンダ)



冷却

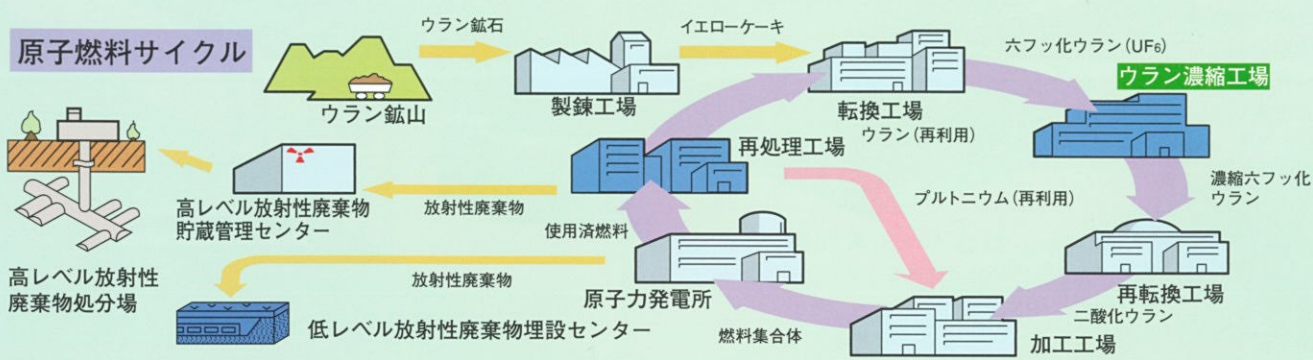
廃品回収槽

廃品シリンダを貯蔵庫へ搬送し貯蔵します。



▲発生回収室

原子燃料サイクル



▲30Bシリンダ

▲中間製品容器

▲48Yシリンダ



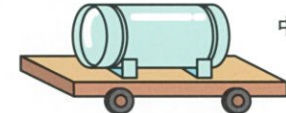
冷却/加熱

3 冷却したコールドトラップで濃縮UF₆を固体にして捕集します。



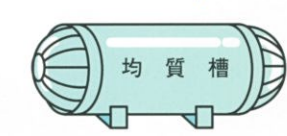
冷却

4 捕集が終わったコールドトラップを温めて濃縮UF₆を気体にし、製品回収槽内の冷却した中間製品容器に送り、固体にして回収します。



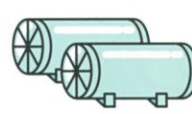
中間製品容器(約4トンUF₆)

中間製品容器を製品回収槽から均質槽へ搬送します。



加熱

5 中間製品容器を均質槽内で温めて濃縮UF₆を液体にし、均一にします。サンプルを採取して濃縮度を測定し、必要に応じて濃縮度を調節します。



冷却

6 均質槽内の中間製品容器を温めて濃縮UF₆を気体にし、製品シリンダ槽内の冷却した製品シリンダに送り、固体にして回収します。



▲均質室



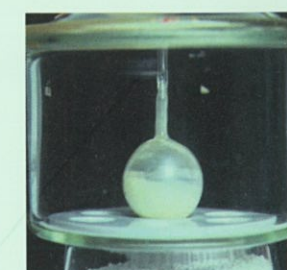
製品シリンダ(約2トンUF₆)
(30Bシリンダ)

製品シリンダを貯蔵庫へ搬送し貯蔵後出荷します。

●六フッ化ウラン(UF₆)の性質

六フッ化ウランは、1個のウラン原子に6個のフッ素原子が結合した分子で、化学式ではUF₆と表します。ウラン原子には質量の異なるウラン235とウラン238がありますが、フッ素原子には質量の異なる原子がなくフッ素19しかないことから、ウラン原子の質量に応じてUF₆の質量が決まります。また、UF₆は圧力と温度の組合せによって、その形態を容易に気体・液体・固体の状態に変えることができます。

この二つの性質から、UF₆は遠心分離法によるウラン濃縮に最適な物質と言えます。即ち、固体のUF₆を加温して気体の形態で遠心分離機に供給し、天然では0.711%しか存在しないウラン235の割合を3~5%に高めて濃縮ウランとし、これを冷却して固体の形態で回収することができます。また、固体のUF₆を密閉状態で加温すると液体の形態になるので、回収した濃縮ウランの均質も容易にできるわけです。



六フッ化ウラン

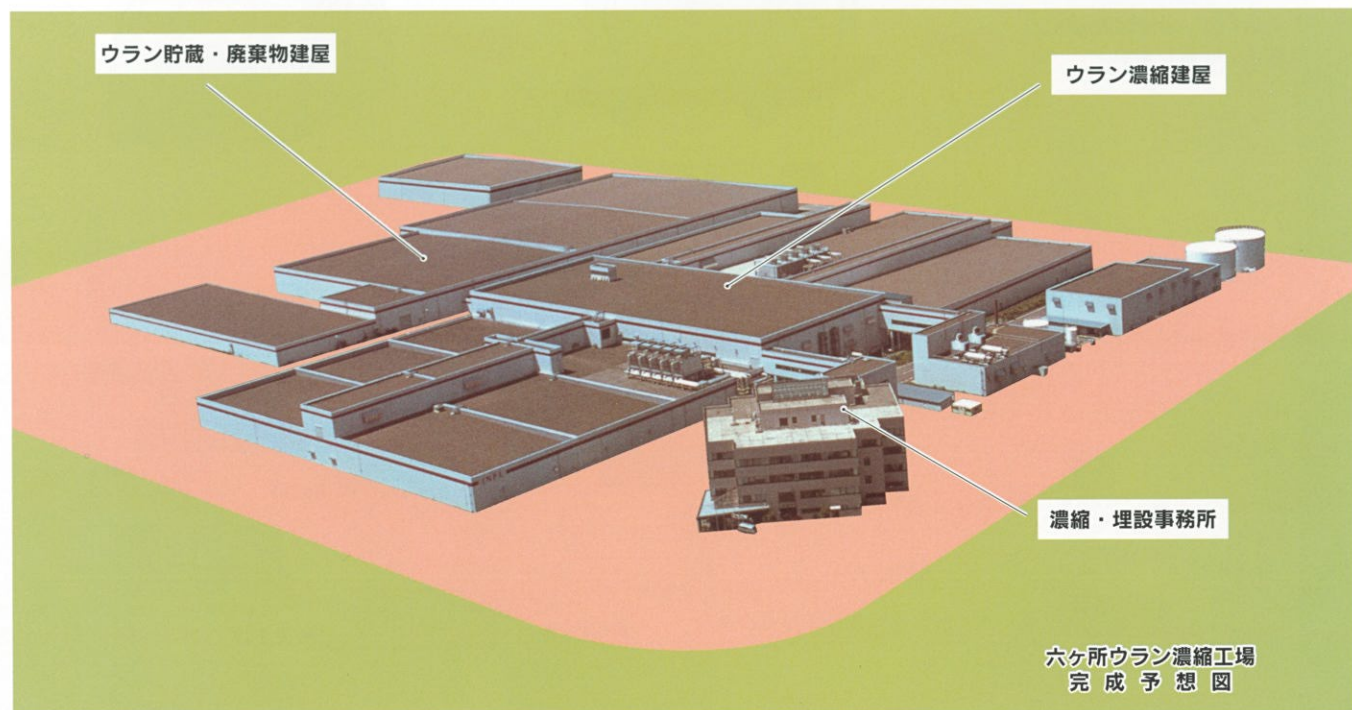
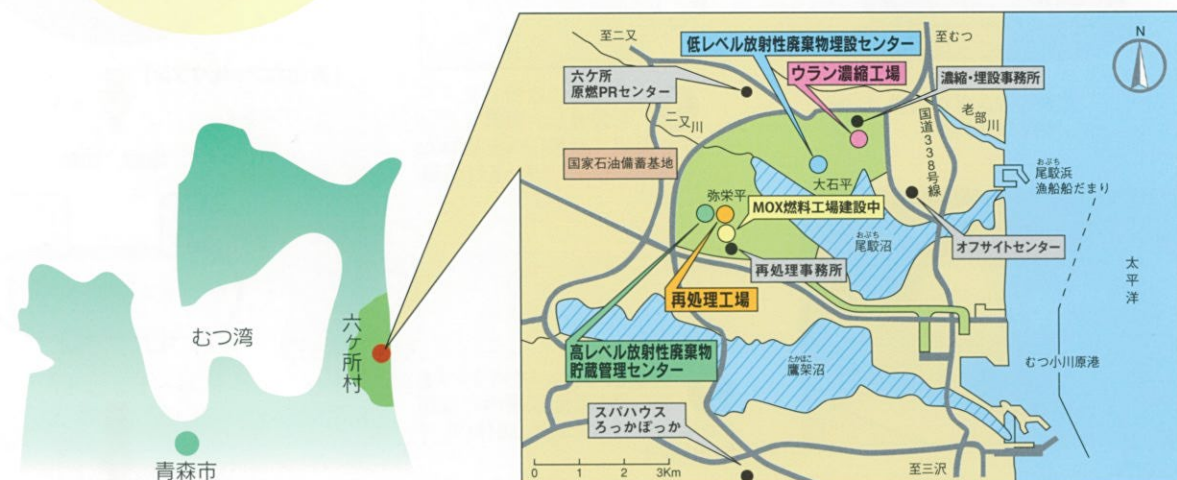
六ヶ所ウラン濃縮工場

日本のエネルギーの安定供給のために

我が国の工場や家庭などに供給されている電力の約3割を占める原子力発電、その燃料である濃縮ウランのほとんどは今までアメリカ、フランスに依存していました。

そこで、国内における自立的な原子燃料サイクルを確立し、将来にわたってエネルギーの安定確保を図るため、当社は、純国産技術を駆使した、我が国初めての商業用のウラン濃縮工場を青森県六ヶ所村に建設・運転しています。

- 施設所在地
青森県上北郡六ヶ所村大字尾駈字野附
- 施設の概要
ウラン濃縮工場は金属銅遠心機にて、1992年に150トンSWU/年規模で操業を開始し、その後、150トンSWU/年規模ずつ増設を行ってきました。
2010年から金属銅遠心機を新型遠心機に更新する工事を開始し、2012年には新型遠心機による生産を開始しました。今後も、段階的に新型遠心機への更新工事をを行い、最終的には1,500トンSWU/年規模を目指します。
- 用地面積
低レベル放射性廃棄物埋設センターと合わせて約340万平方メートル



安全対策に万全を期します

ウラン濃縮工場で扱うウランの放射能は低いものです

ウラン濃縮工場で扱うウランは、六フッ化ウラン(UF₆)という化合物の形で扱われますが、濃縮ウランでも5%以下の低濃縮です。放射能は天然ウランと大差のない僅かなものです。

また、UF₆は可燃性も爆発性もありません。

臨界安全設計をしています

ウラン濃縮工場では、UF₆の供給から濃縮、回収に至る主要工程において大気中の湿分が混入しないよう密封設備の中で取扱い、臨界事故が起きない設計としています。

耐震設計をしています

ウラン濃縮工場は、地震により発生する可能性のあるウランによる環境への影響の観点から、耐震設計上の重要度を第1類、第2類および第3類に分類し、それぞれ重要度に応じた設計を行っています。また、建物は十分な地耐力を有する鷹架層の砂岩・凝灰岩類に支持させる設計としています。

さらに、設計想定を超える大地震に対しても、機器や建物が損壊することのないように、十分な余裕を持った設計を行っています。

火災や爆発を防止しています

ウラン濃縮工場の建物は、耐火建築物又は準耐火建築物とし、設備や機器は、可能な限り不燃性や難燃性の材料を使用しています。

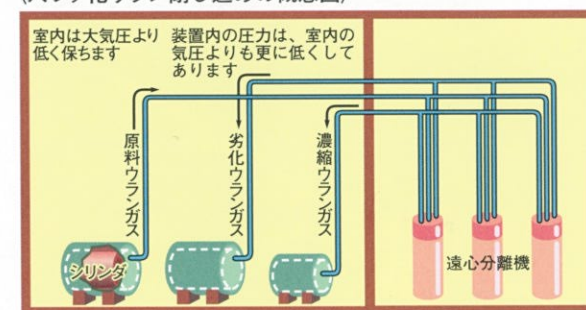
また、主な工程には可燃性や爆発性の物質などは使用していません。

六フッ化ウラン(UF₆)を閉じ込めます

UF₆を取扱う機器や装置は、漏洩のない構造とするとともに、万一、漏洩した場合でも漏洩を最小限に止め、施設外への拡大を防止できる設計としています。

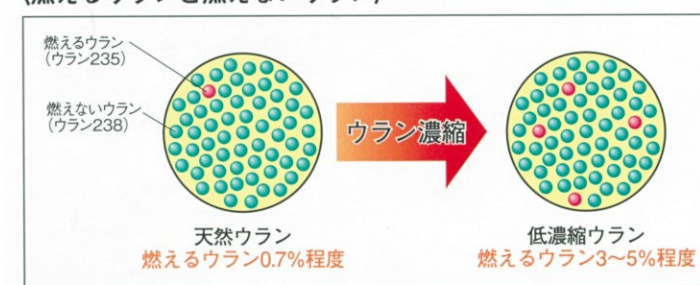
また、第1種管理区域（汚染の可能性のある区域）は負圧に維持され、排気設備により処理をして屋外に排気しています。

〈六フッ化ウラン閉じ込めの概念図〉



ウラン濃縮

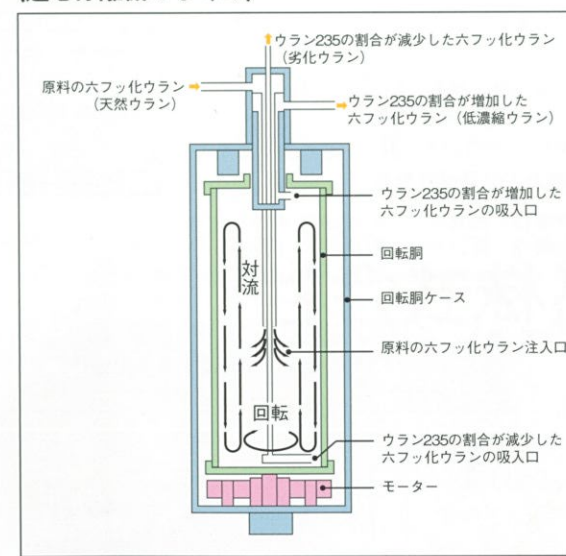
〈燃えるウランと燃えないウラン〉



●ウラン濃縮

核分裂するウラン235の濃度を0.7%程度から3~5%程度に高めます。濃縮の方法には、ガス拡散法、レーザー法などがありますが、当社では遠心分離法の技術を導入しています。

〈遠心分離機のしくみ〉



●遠心分離機とは

遠心分離機は脱水機の原理と同じで、内部では回転胴が超高速で回転しており、内部に注入された六フッ化ウランガスは、重力の百万倍もの強さの遠心力によって回転胴に押し付けられます。このとき重いウラン238の割合が高い六フッ化ウランが外側に押され、外側で238の割合が高くなり、軽いウラン235の割合が高い六フッ化ウランが中心部に集まり、中心部で235の割合が高くなります。そして中心部から六フッ化ウランガスを抜き取ることで、濃縮ウランが得られます。

●カスケードとは

1台の遠心分離機によって濃縮される割合は、ごくわずかで、必要な濃縮度を得るためには何回も処理を繰り返す必要があります。このために複数の遠心分離機を連結して効率よく運転を行う設備が必要であり、これをカスケードといいます。

研究・設計・開発・製造・操業の自社一貫体制

ウラン濃縮工場では、2012年3月より新型遠心分離機による生産運転を開始しました。

この新型遠心分離機は、研究・開発から製造・操業までの一連について、当社が一貫体制の下に進めております。

○ウラン濃縮技術開発センター



世界最高水準の遠心機技術の確立を目指し、より高性能で経済性に優れた新型遠心機の開発・研究を行なっています。このため、2000年11月に「ウラン濃縮技術開発センター」（以下「開発センター」という）を発足させ、遠心機に関する材料評価技術、ガス流動解析技術、回転体構造解析技術、濃縮システム運用技術などの最先端技術を研究すると共に、濃縮開発技術に係わる人材の養成を行っています。

また、新型遠心機を開発し、実用化を実現すると共に、我が国唯一の濃縮技術研究開発拠点として、新型遠心機の更なる改良研究や運転支援を行っています。

○濃縮機器製造工場



当社、濃縮機器製造工場では、ウラン濃縮技術開発センターにて開発した新型遠心機の量産化に向けて、開発段階で確立した製造に関わる品質確保体制の実効性や量産体制の有効性の確認後、2010年4月から製造を開始しており、我が国唯一の商業プラント用の遠心機量産を行っています。

各種ウラン濃縮技術

	濃縮原理	特徴	消費電力	概念図	現在の開発状況
遠心分離法	UF ₆ ガスを遠心分離機により遠心力を作用させて ²³⁵ UF ₆ を濃縮し回収する	①消費電力が小さい ②可動部が多い	小		日本、ヨーロッパ、ロシア等で実用化
ガス拡散法	²³⁵ UF ₆ ガスと ²³⁸ UF ₆ ガスの分子の運動速度の差を利用する	①消費電力が大きい ②設備が大規模	大		米国、仏国等で実用化
レーザー法（原子法）	金属ウランを蒸気化した後、レーザー光を照射し、ウラン ²³⁵ のみイオン化して分離回収する	①可動部が少ない ②設備がコンパクト	小		日本、米国等で研究開発が行われた
レーザー法（分子法）	超音速ノズルで冷却されたUF ₆ ガスにレーザー光を照射し、ウラン ²³⁵ のみ粉体のUF ₅ にした後、捕集する	①既存の原子燃料サイクルとの整合性がよい ②設備費大幅低減の可能性大	小		日本等で研究開発が行われた

世界の主なウラン濃縮工場

(2018年1月現在)

国名	運転者	所在地	濃縮法	規模(tSWU*/年)	営業運転
アメリカ	Louisiana Energy Services LLC	ニューメキシコ	遠心分離法	3,200	2010
フランス	—	トリカスタン	遠心分離法	7,500	2011
オランダ	URENCO Nederland B.V.	アルメロ	遠心分離法	5,400	1972
ドイツ	URENCO Deutschland GmbH	グロナウ	遠心分離法	4,100	1985
ロシア	Fuel Company of Rosatom TVEL	トムスク	遠心分離法	—	1953
		アンガルスク	遠心分離法	—	1954
イギリス	URENCO UK Ltd.	カーベンハースト	遠心分離法	4,900	1972
日本	日本原燃株式会社(JNFL)	青森県六ヶ所村	遠心分離法	1,050	1992
ブラジル	Indústrias Nucleares do Brasil	リオデジャネイロ	遠心分離法	125	2009

※SWU:天然ウランから濃縮ウランを分離する際に必要な仕事量を表す単位

出典:一般財団法人日本原子力文化財団 原子力・エネルギー図面集

会社概要

名 称	日本原燃株式会社 Japan Nuclear Fuel Limited (略称 JNFL)	事業内容	1. ウランの濃縮 2. 原子力発電所等から生ずる使用済燃料の再処理 3. 前記2. に関する海外再処理に伴う回収燃料物質 および廃棄物の一時保管 4. 低レベル放射性廃棄物の埋設 5. 混合酸化物燃料の製造 6. ウラン、低レベル放射性廃棄物および使用済燃料 等の輸送 7. 前各号に付帯関連する事業
資本金	4,000億		
従業員数	2,744名(2018年4月1日現在)		

六ヶ所ウラン濃縮工場の沿革

【第1期分】RE-1

年	月 日	主 要 事 項
1985年(昭和60年)	3月 1日	日本原燃産業株式会社発足
1987年(昭和62年)	5月 26日	核燃料物質加工事業許可申請 (第1期分600トンSWU/年)
1988年(昭和63年)	8月 10日 10月 14日	核燃料物質加工事業許可 ウラン濃縮工場着工
1991年(平成3年)	7月 25日 9月 10日	安全協定締結(青森県・六ヶ所村・日本原燃産業(株)) 安全協定締結(隣接6市町村、日本原燃産業(株))
1992年(平成4年)	3月 27日 7月 1日 12月 18日	ウラン濃縮工場操業開始(RE-1A(150トンSWU/年)生産運転開始)* ¹ 日本原燃サービス(株)と日本原燃産業(株)が合併し、日本原燃(株)が発足 RE-1B(150トンSWU/年)生産運転開始* ²
1993年(平成5年)	5月 27日	RE-1D(150トンSWU/年)生産運転開始* ³
1994年(平成6年)	9月 21日	RE-1C(150トンSWU/年)生産運転開始* ⁴
2013年(平成25年)	5月 14日	ウラン濃縮工場の第1期分の生産機能停止(分離作業能力を1,050トンSWU/年から450トンSWU/年に変更)に係わる核燃料物質加工事業変更許可を申請
2017年(平成29年)	5月 17日	核燃料物質加工事業変更許可(分離作業能力を1,050トンSWU/年から450トンSWU/年に変更)

*¹:2000年(平成12年)4月 3日 計画停止中*²:2002年(平成14年)12月19日 計画停止中

*³:2005年(平成17年)11月30日 計画停止中*⁴:2003年(平成15年)6月30日 計画停止中

【第2期分】RE-2(450トンSWU/年)

年	月 日	主 要 事 項
1992年(平成4年)	7月 3日	ウラン濃縮工場の第2期分増設(450トンSWU/年)に係わる加工事業変更許可を申請
1993年(平成5年)	7月 12日 9月 9日	核燃料物質加工事業変更許可 ウラン濃縮工場着工
1997年(平成9年)	10月 17日	RE-2A(150トンSWU/年)生産運転開始* ⁵
1998年(平成10年)	4月 1日 10月 6日	RE-2B(150トンSWU/年)生産運転開始* ⁶ RE-2C(150トンSWU/年)生産運転開始* ⁷
2008年(平成20年)	12月 16日	ウラン濃縮工場の第2期分の一部更新(RE-2Aの150トンSWU/年のうち、75トンSWU/年)に係わる加工事業変更許可を申請
2010年(平成22年)	1月 21日 3月 1日	核燃料物質加工事業変更許可(75トンSWU/年) ウラン濃縮工場着工(75トンSWU/年)
2012年(平成24年)	3月 9日	RE-2A(37.5トンSWU/年)生産運転開始* ⁸
2013年(平成25年)	5月 14日 5月 21日	ウラン濃縮工場の第2期分の更新(450トンSWU/年のうち、375トンSWU/年)に係わる核燃料物質 加工事業変更許可を申請 RE-2A(37.5トンSWU/年)生産運転開始* ⁹
2017年(平成29年)	5月 17日	核燃料物質加工事業変更許可(375トンSWU/年)

*⁵:2006年(平成18年)11月30日 計画停止中*⁶:2010年(平成22年)12月15日 計画停止中

*⁷:2008年(平成20年)2月12日 計画停止中*⁸:2017年(平成29年)9月12日 生産運転一時停止

・生産運転開始:濃縮ウランの生産開始



日本原燃株式会社

【本 社】青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字沖付4番地108

TEL 0175-71-2000(代表)

【濃縮・埋設事業部】青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字野附504番地22

TEL 0175-72-3311(代表)

【再処理事業所】青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字沖付4番地108

TEL 0175-71-2000(代表)

【青森地域共生本社】青森県青森市本町一丁目2番15号青森本町第一生命ビルディング

TEL 017-773-7171(代表)

【東京支社】東京都千代田区内幸町二丁目2番3号日比谷国際ビル

TEL 03-6371-5800(代表)

六ヶ所 低レベル放射性廃棄物 埋設センター

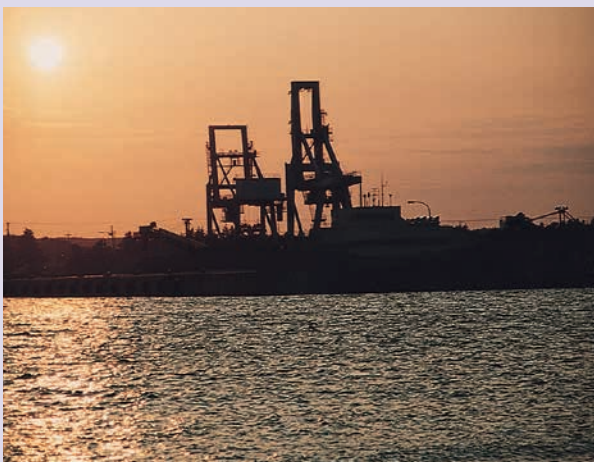
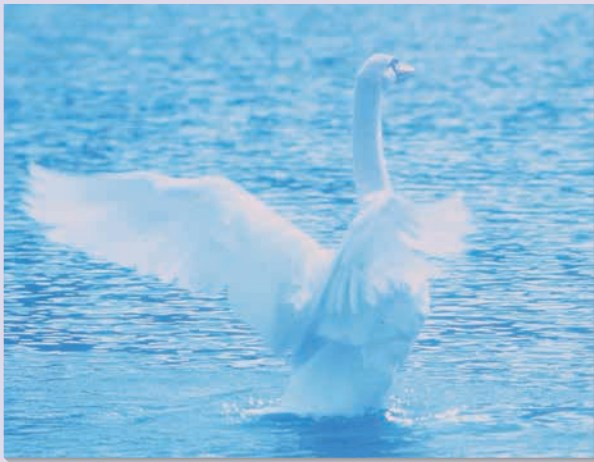
その概要と安全性について



本 社
〒039-3212
青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字沖付
4番地108
TEL 0175-71-2000(代)

濃縮・埋設事業所
〒039-3212
青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字野附
504番地22
TEL 0175-72-3301(代)





六ヶ所 低レベル放射性廃棄物 埋設センター

その概要と安全性について

C O N T E N T S

目 次

低レベル放射性廃棄物埋設センターは六ヶ所村大石平に位置しています。 1・2

低レベル放射性廃棄物埋設事業は原子燃料サイクルの一翼を担います。 3・4

原子力発電所で発生した低レベル放射性廃棄物は埋設するために適切に処理されます。 5・6

埋設する廃棄体はいくつもの検査を行っています。 7・8

埋設センターへ運ばれた廃棄体の最終検査を行い、それぞれの埋設設備に定置します。 9・10

低レベル放射性廃棄物を安全に埋設します。 11・12

廃棄物埋設地の安全対策には万全を期しています。 13・14

環境への影響がないことを確認しています。 15

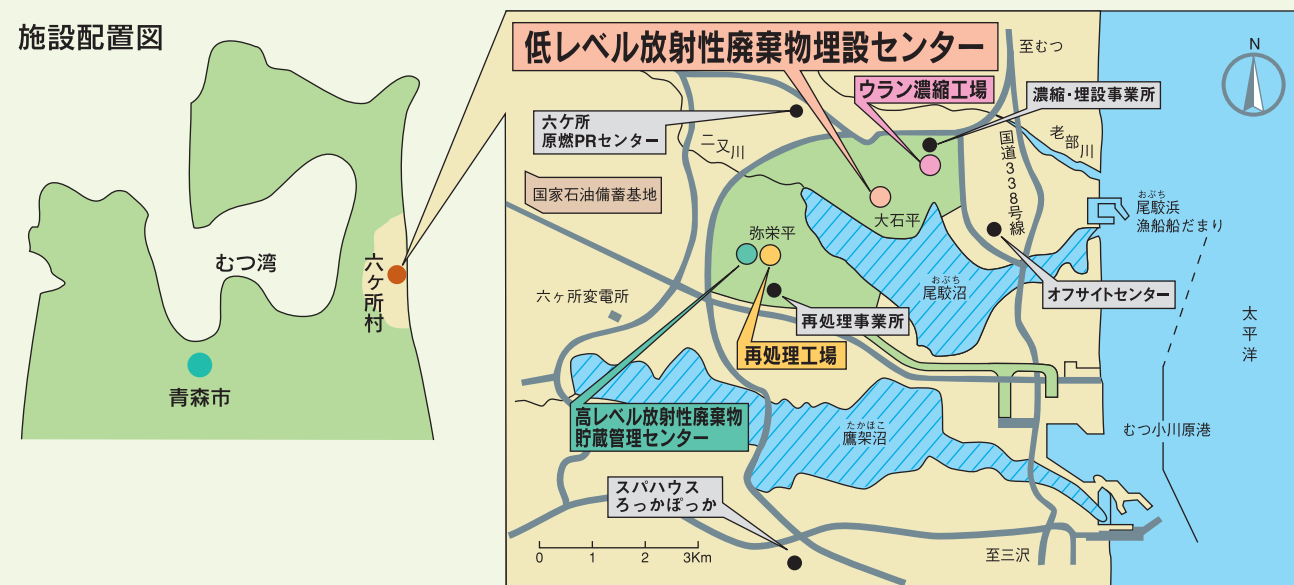
廃棄物埋設事業は厳重な規制を受けています。 16

海外にも放射性廃棄物処分場があります。 17・18

事業の主な経緯 19

低レベル放射性廃棄物埋設センターは六ヶ所村大石平に位置しています。

同センターの位置は、青森県の北東部に位置する下北半島南部の上北郡六ヶ所村大石平です。



事業所の敷地は、約360ヘクタールです。（ウラン濃縮工場用地、専用道路を含む）

敷地は、下北半島の太平洋側に位置し、北側の老部川、南側の二又川および尾駁沼等で囲まれた標高30～60mの台地になっています。

低レベル放射性廃棄物埋設センター内には受け入れた廃棄物の一時保管や検査などを行う低レベル廃棄物管理建屋、低レベル放射性廃棄物を埋設する廃棄物埋設地などが設置されています。

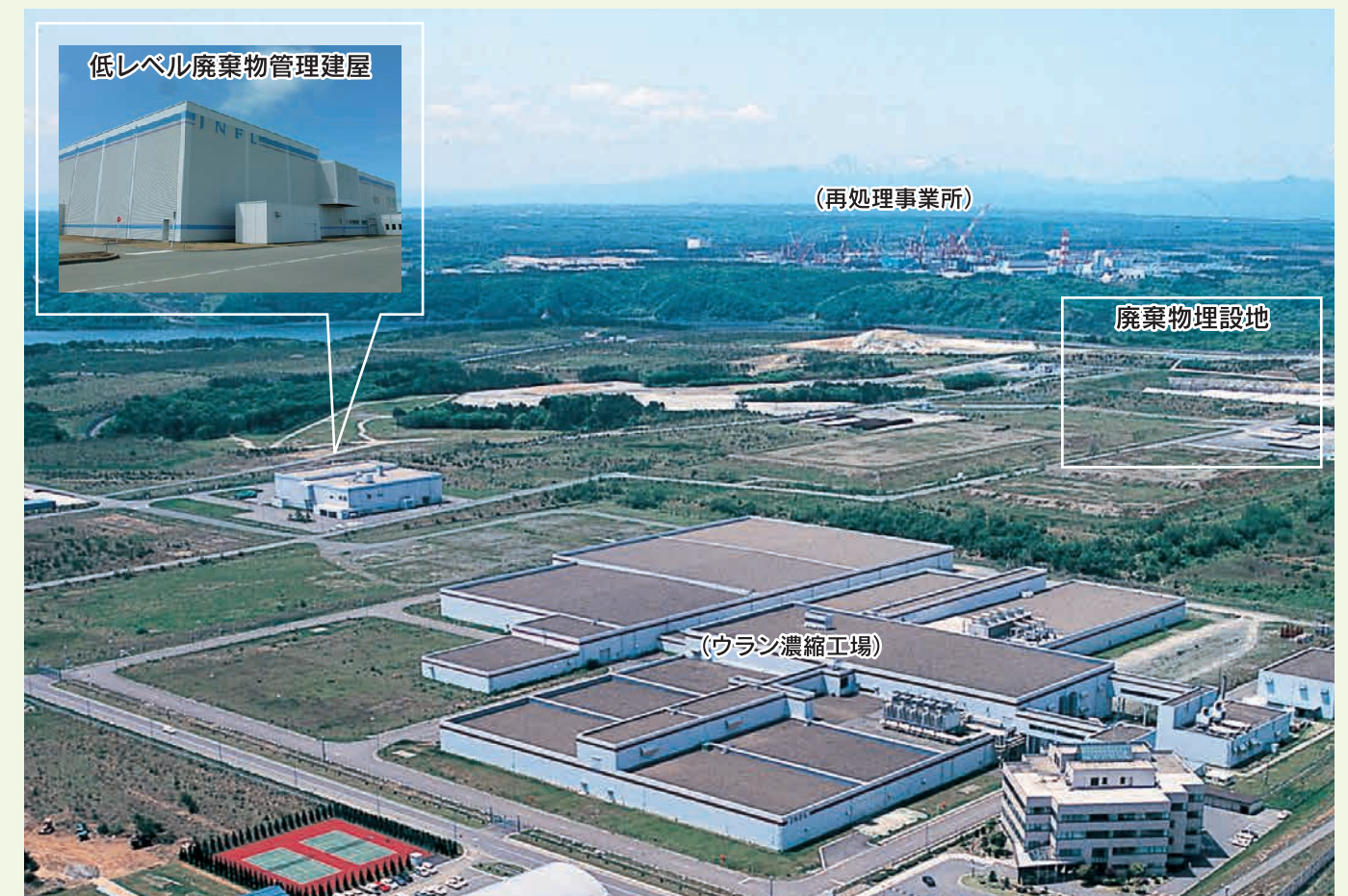
現在1号、2号埋設設備に埋設できる廃棄物の量は8万m³です。

平成2年11月15日に許可された1号廃棄物埋設地には4万³㎡（200³ℓドラム缶20万本相当）、平成10年10月8日に許可された2号廃棄物埋設地には4万³㎡（200³ℓドラム缶20万本相当）の合計8万³㎡の原子力発電所から受け入れた廃棄物を埋設します。

現在の事業許可を含めて約20万m³（200%ドラム缶100万本相当）を埋設する計画です。その中には原子燃料サイクル施設で発生した低レベル放射性廃棄物も埋設することもあります。

なお、最終的には約60万m³を埋設することを考えています。

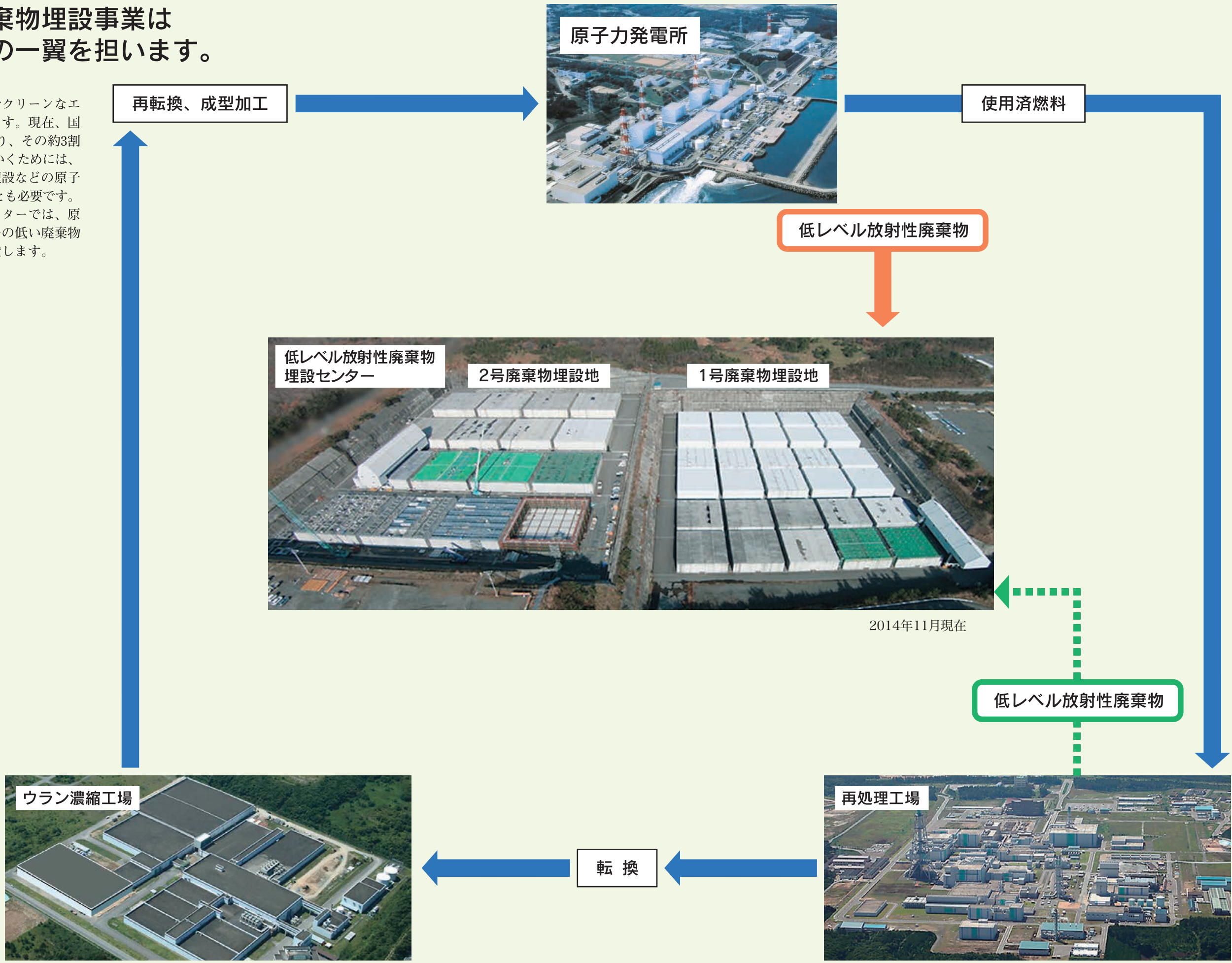
■濃縮・埋設事業所全景



低レベル放射性廃棄物埋設事業は
原子燃料サイクルの一翼を担います。

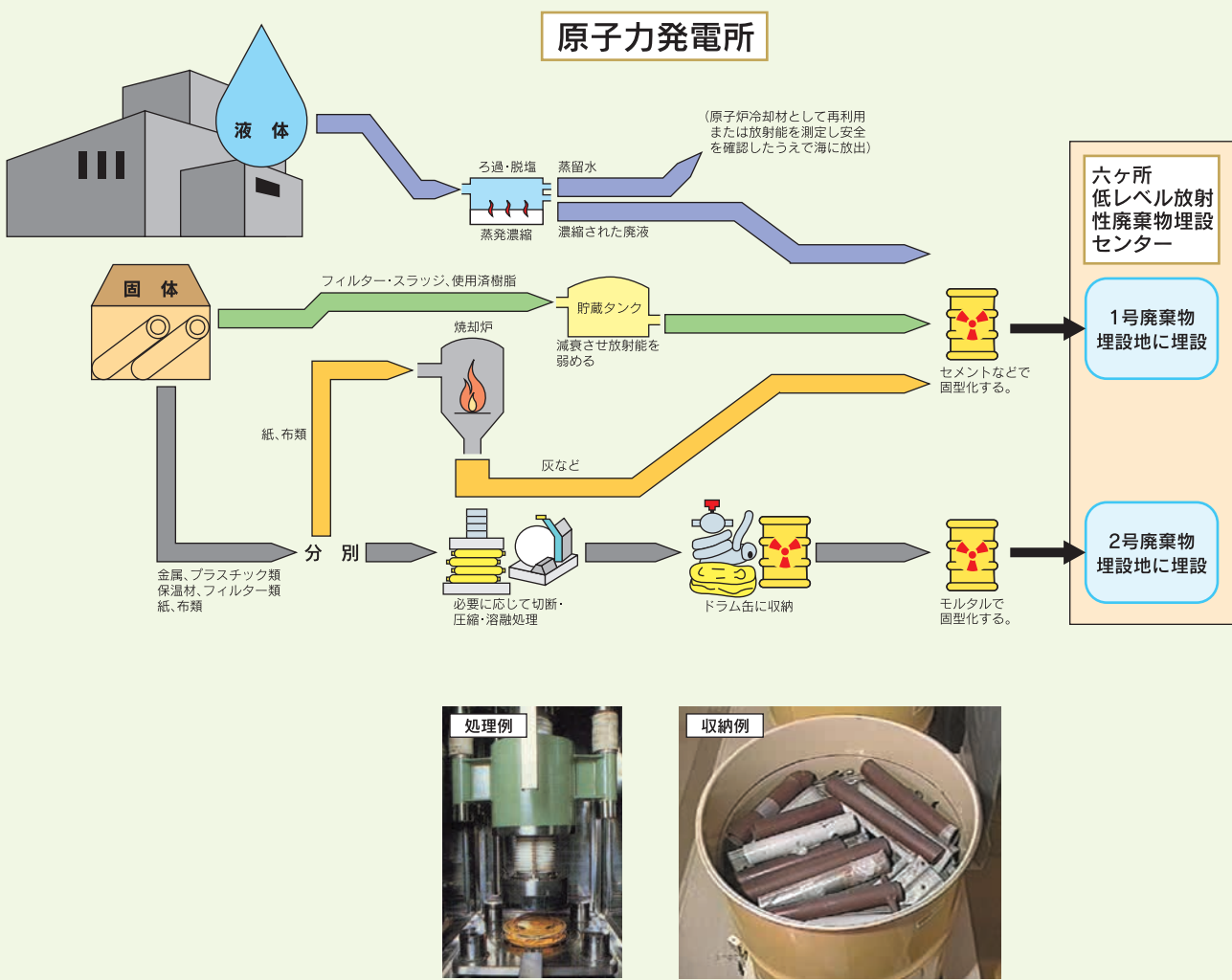
私たちの暮らしや産業では、安全でクリーンなエネルギーとして電気が利用されています。現在、国内の発電電力量は約9,000億kWhであり、その約3割を占める原子力発電を有効に活用していくためには、国内でウラン濃縮、再処理、廃棄物埋設などの原子燃料サイクルを確立することが、ぜひとも必要です。

当社低レベル放射性廃棄物埋設センターでは、原子力発電所から発生する放射能レベルの低い廃棄物を、人と環境を守りながら安全に埋設します。



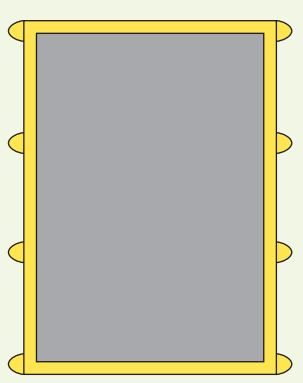
原子力発電所で発生した低レベル放射性廃棄物は埋設するために適切に処理されます。

埋設するための処理方法(例)



1号廃棄物埋設地に埋設する廃棄体

原子力発電所の運転に伴い発生した低レベル放射性廃棄物であって、濃縮廃液、使用済樹脂、焼却灰などをセメント、アスファルト、プラスチックを用いてドラム缶に固型化したものです。



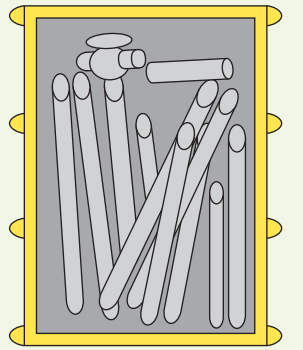
●固型化方法例



濃縮された廃液をセメントで固型化したもの

2号廃棄物埋設地に埋設する廃棄体

原子力発電所の運転に伴い発生した低レベル放射性廃棄物であって、金属類、プラスチック、保温材、フィルター類などの固体状廃棄物を分別し必要に応じて切断・圧縮・溶融処理などを行い、ドラム缶に収納した後、セメント系充てん材（モルタル）で一体となるように固型化したものです。



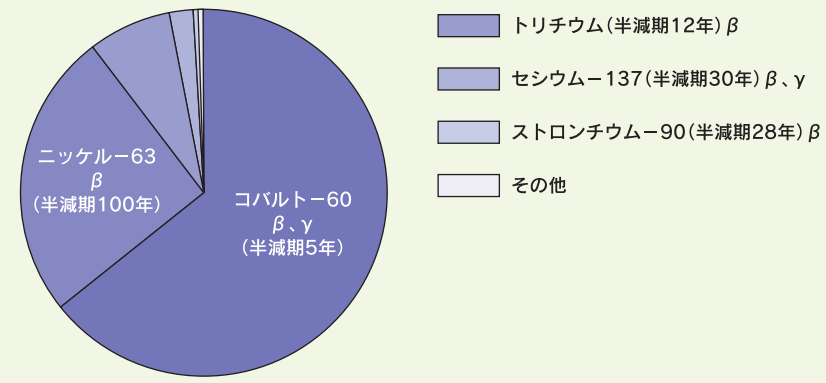
●固型化方法例



金属類等を収納し、セメント系充てん材（モルタル）で一体となるよう固型化したもの

- 原子力発電所で使用した水などの液体廃棄物は蒸発濃縮処理し、セメントなどで固型化されます。
- 原子力発電所で使用した水などを浄化するために使用したフィルター・スラッジ、イオン交換樹脂は、貯蔵タンクに貯蔵し、放射能を減衰させた後、セメントなどで固型化されます。
- 原子力発電所で使用した紙、布等の燃えるものは焼却し、その灰などはセメントで固型化されます。
- 定期点検作業等により発生した金属等の固体状廃棄物は種類ごとに分別し、必要に応じて切断・圧縮・溶融処理などを行い、セメント系充てん材（モルタル）で一体となるよう固型化されます。

埋設する低レベル放射性廃棄物中の放射性物質の割合



埋設する廃棄体はいくつもの検査を行っています。

原子力発電所における検査から輸送まで

1 原子力発電所

原子力発電所から搬出する廃棄体を一つずつ検査します。

廃棄体貯蔵庫



貯蔵庫から廃棄体を取り出す



検査装置へ搬入

●表面汚染密度の測定



スミヤ法により、廃棄体の上面と側面、下面の表面汚染の検査をします。
スミヤろ紙を測定装置にかけ、廃棄体の表面に放射性物質が付着していないことを確認します。

●一軸圧縮強度の測定 (1号廃棄体)



超音波にて、廃棄体の外側から、超音波伝播速度を測定し、セメントで固化された廃棄体の一軸圧縮強度をもとめ、セメント固化体の強度を確認します。

●放射能濃度・重量の測定



この装置では、核種ごとの放射性物質量の測定、廃棄体の重量の測定を行います。ここで得られた放射性物質量と重量から、廃棄体の放射性物質濃度をもとめ、安全を確認します。

●外観検査・線量当量率の測定



GM検出器で、廃棄体の表面の線量当量率を測定し、基準値以下であることを確認します。
外観は上面、側面、下面に設置されたカメラで破損等がないことを確認します。

●整理番号及び色帯の貼付



全ての検査に合格した廃棄体は、コンピュータの情報に基づき、整理番号表示ラベルを自動的にプリントし、廃棄体に貼り付けます。また、表面線量当量率に応じた色帯も自動的に選別し、所定の位置に貼り付けます。



廃棄体を輸送容器へ収納

2 輸送

検査した廃棄体は専用の船やトラックで輸送します。



廃棄体を輸送する為の表面線量当量率を測定



輸送容器を輸送船へ積込む



廃棄体を海上輸送
専用運搬船「青栄丸」



輸送船から輸送容器を陸揚げ



ゲートモニターにより線量当量率の測定



低レベル廃棄物管理建屋へ輸送容器を運搬

埋設センターへ運ばれた廃棄体の最終検査を行い
それぞれの埋設設備に定置します。

3 低レベル廃棄物管理建屋

検査

低レベル放射性廃棄物埋設センターに受け入れた
廃棄体は以下のような最終検査を行います。

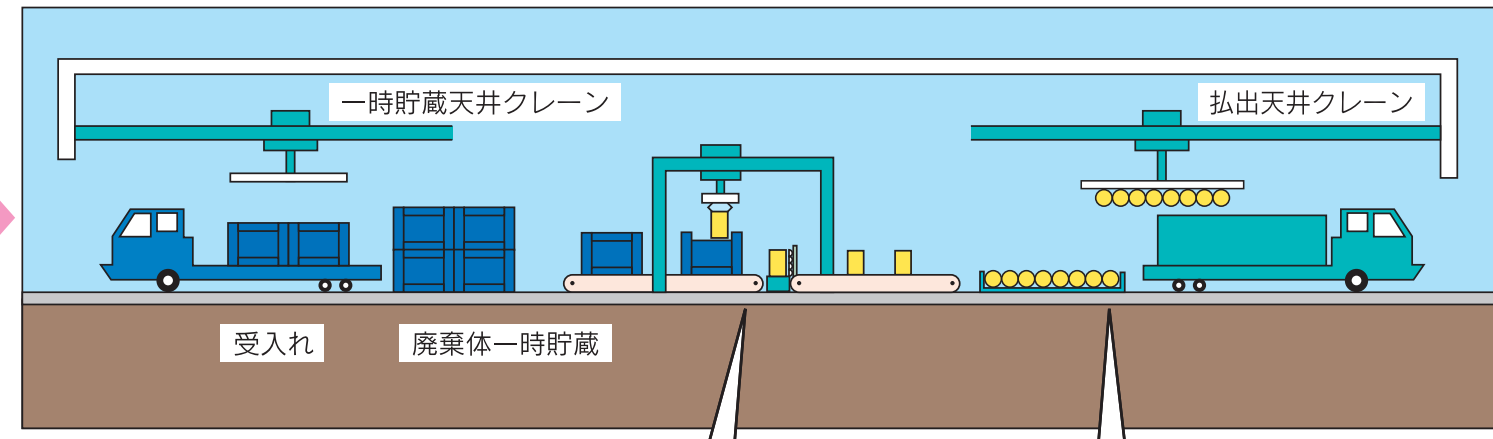
- ・ 外観検査
(輸送中に破損がなかったかどうか)
- ・ 整理番号の確認
(原子力発電所から送られてきた廃棄体と受け入れた廃棄体が同一のものかどうか)
- ・ 放射性廃棄物を示す標識の確認
(三葉マークが貼付されているかどうか)



制御室での検査風景



低レベル廃棄物管理建屋へ輸送容器を搬入



埋設地へ廃棄体を搬出



検査装置への搬入

検査



廃棄体払い出し

4

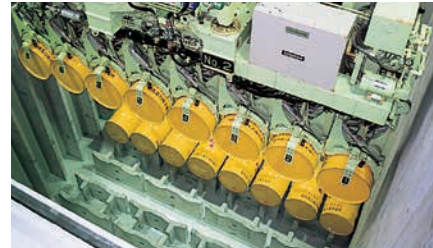
低レベル放射性廃棄物埋設地

低レベル放射性廃棄物を安全に埋設します。

4 低レベル放射性廃棄物埋設地

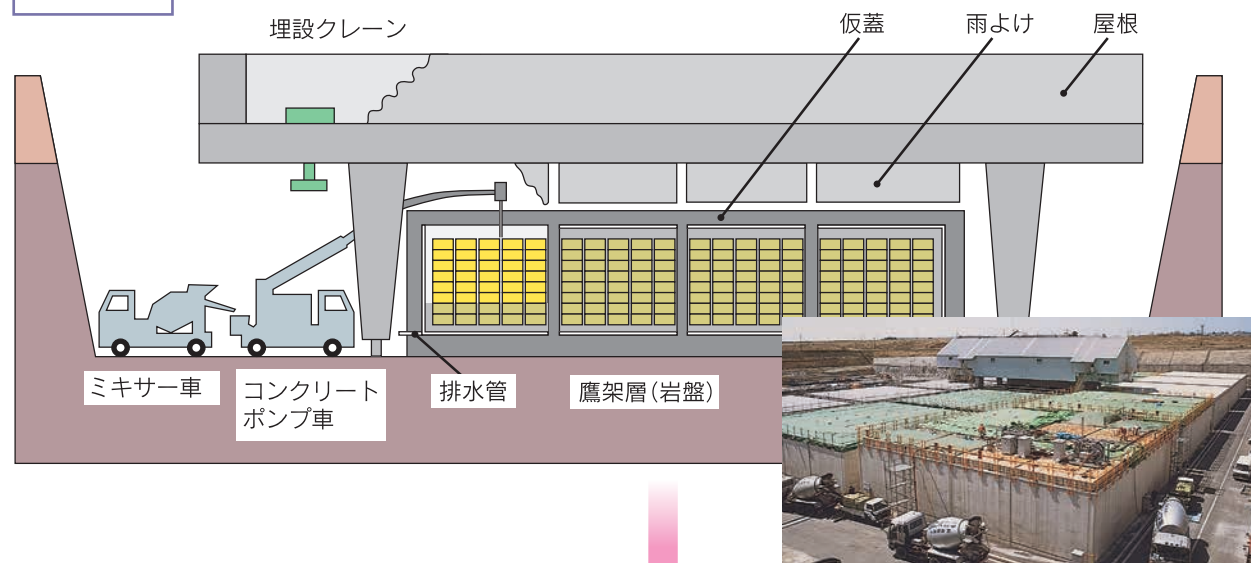
定 置

埋設設備に廃棄体を定置します。



充てん

廃棄体と廃棄体の間にセメント系充てん材（モルタル）を注入します。



覆 い

埋設設備を鉄筋コンクリートで覆い、一つの岩石のように仕上げます。



覆 土

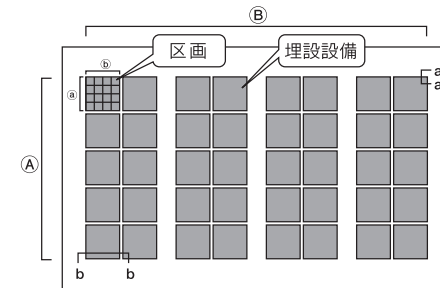
埋設設備に点検路を取り付け、側面は水を通しにくいベントナイト（粘土の一種）混合土で覆い、その上部に土砂等を被せ、植生を施します。

埋設設備の構造と覆土

1号埋設設備

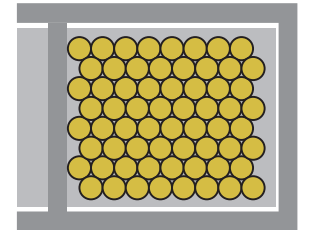
●全体平面図

- ①:約132m
- ②:約231m
- ③:約24m
- ④:約24m

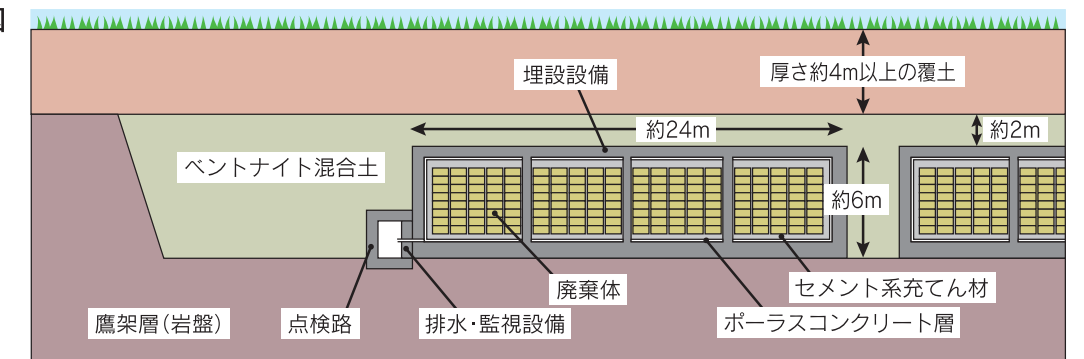


●区画断面図 (a-a断面)

廃棄体を8段5列8行の
積み方で定置します。



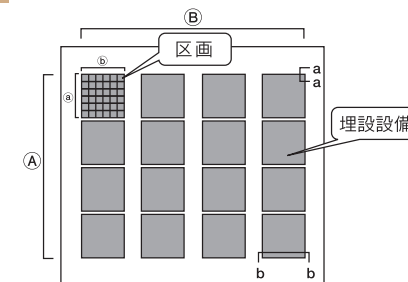
●埋設地断面図 (b-b断面)



2号埋設設備

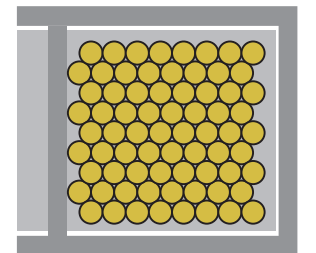
●全体平面図

- ①:約152m
- ②:約191m
- ③:約36m
- ④:約37m

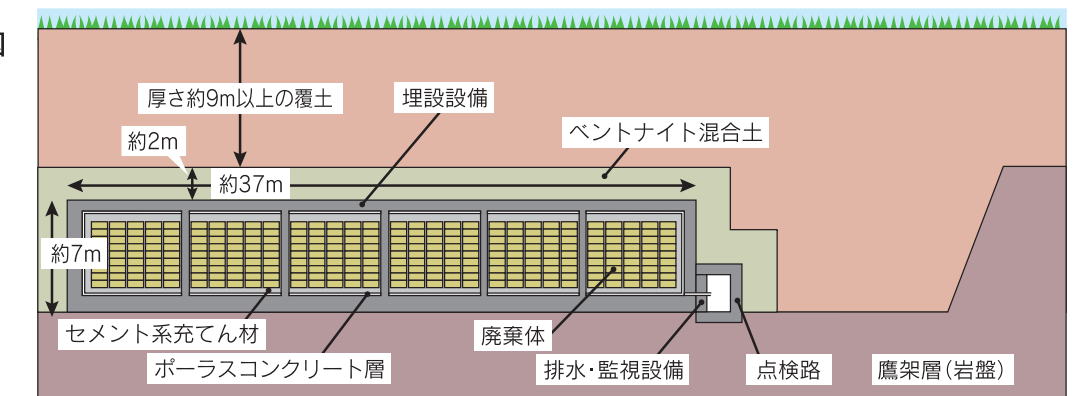


●区画断面図 (a-a断面)

廃棄体を9段5列8行の
積み方で定置します。



●埋設地断面図 (b-b断面)



廃棄物埋設地の安全対策には万全を期しています。

埋設後の段階管理

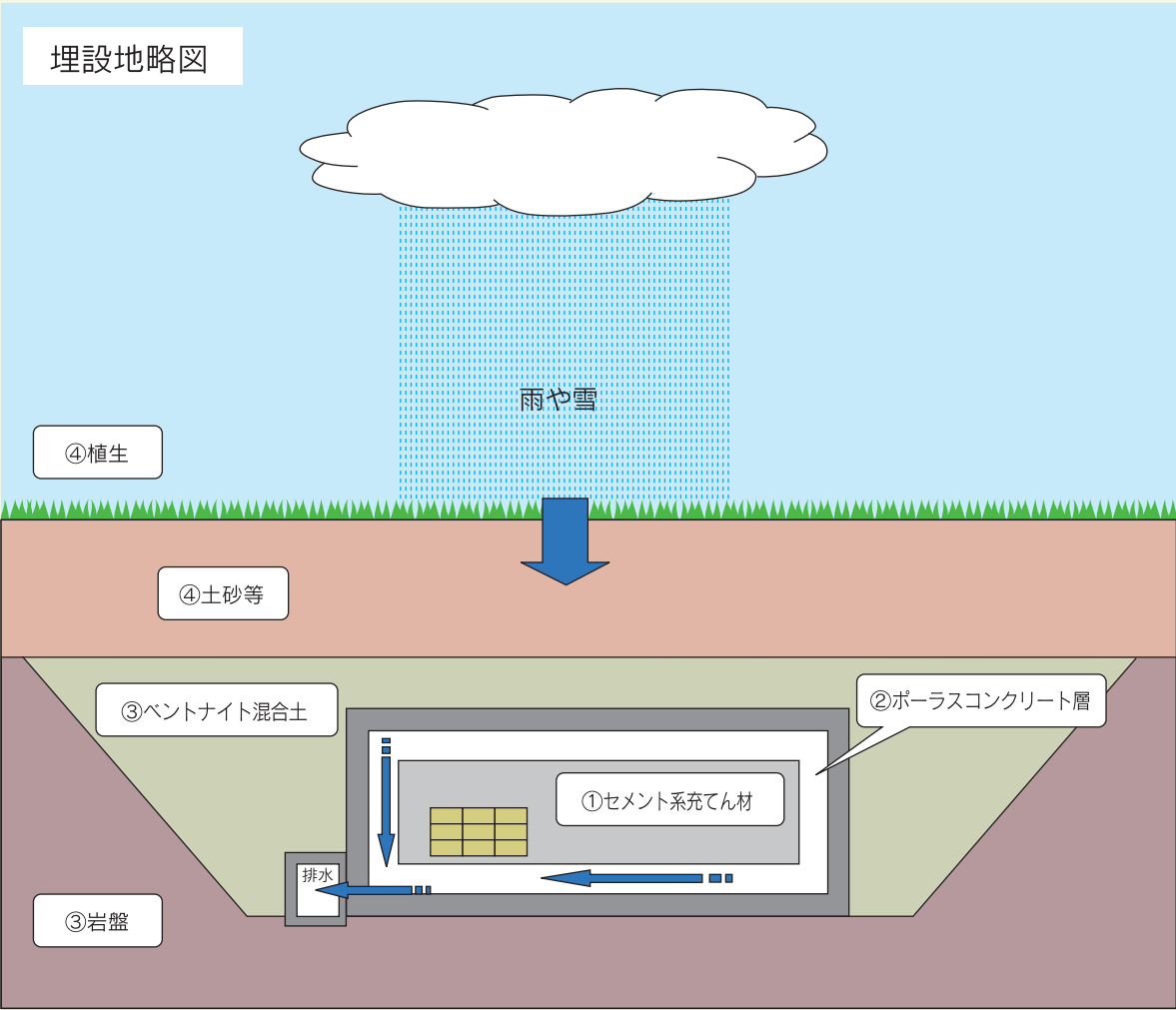
埋設が完了した廃棄物埋設地については、原子力安全委員会の定める埋設施設の安全性を確保する際の考え方（放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方）に従った管理を行うこととしています。

当センターでは段階的な管理を約300年間にわたって行います。この間に埋設した廃棄物中の放射能は安全上問題の無いレベルになるまで低減します。



放射性物質の漏出を抑えるしくみ

- ①廃棄体は、鉄筋コンクリート製の埋設設備に収納されます。埋設設備はセメント系充てん材（モルタル）で隙間なく充てんされており、放射性物質を閉じ込めています。
- ②埋設設備には水を通しやすい多孔質のコンクリート（ポーラスコンクリート）の層が設けられており、仮に設備内に水が浸入しても廃棄体に達する前に排水されます。（第2段階まで）
- ③埋設設備は、水を通しにくい岩盤（鷹架層）を掘り下げて設置されています。また、埋設設備の上面及び側面はベントナイト（粘土の一種）を混合した土で締固め、岩盤よりさらに水を通しにくくし、埋設設備への水の浸入を抑えます。
- ④更に周辺を土砂等で覆い、植生を施します。

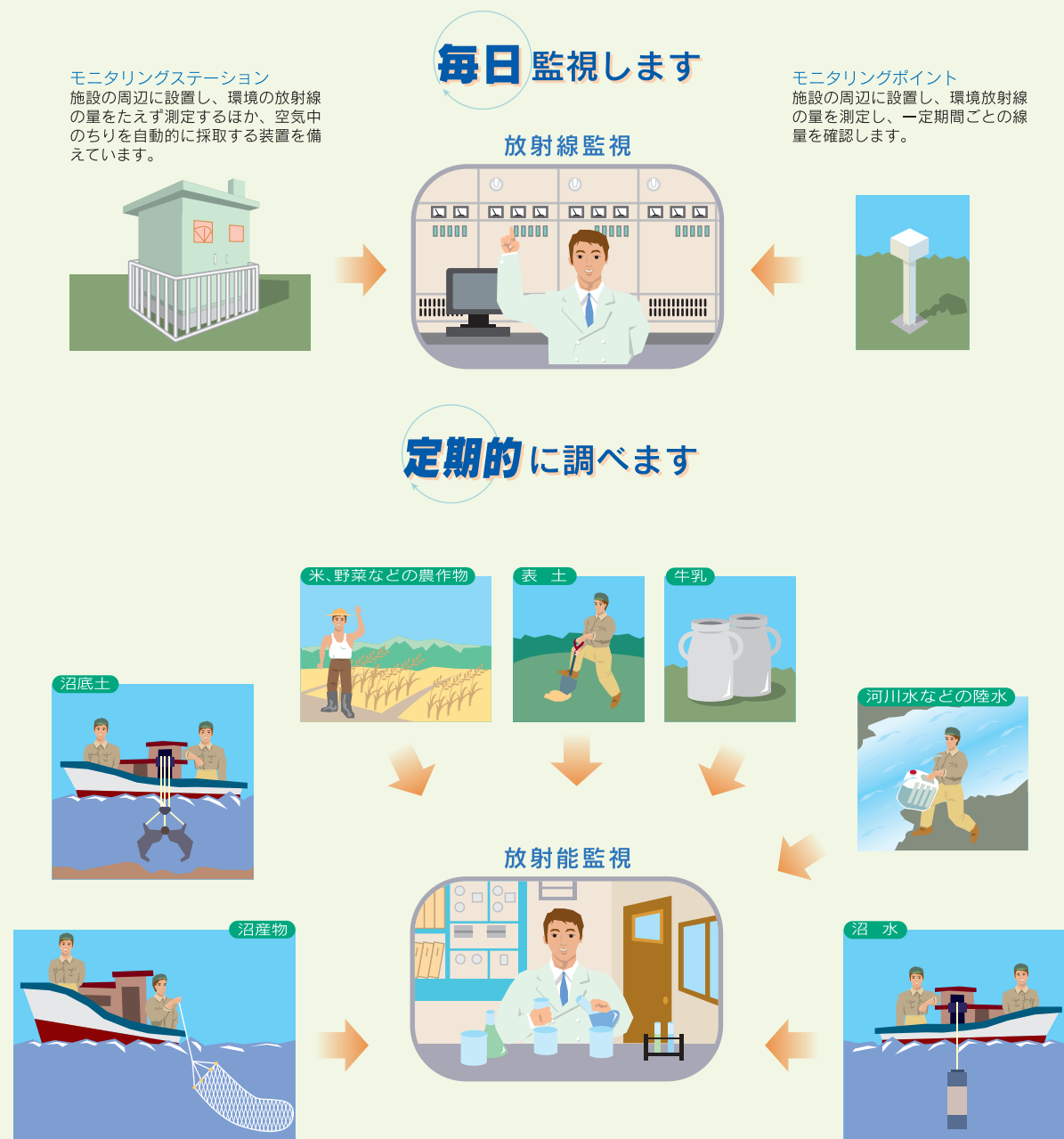


放射能は時間と共に減衰します。また、将来埋設設備が劣化した場合でも、図のように周辺の岩盤や土壌などによって放射性物質の生活環境への移行が抑えられるので、安全性が確保されます。

環境への影響がないことを確認しています。

原子燃料サイクル施設の周辺においては、運転開始前から、自然界にもともと存在している放射線などの測定を行っています。

施設の運転開始後の排気や排水は十分に安全を確認して放出しますが、あわせて、周辺環境の測定を継続して行っています。そして、運転開始前のデータと比較して周辺環境への影響がないことを確認しています。



測定データは青森県民の皆さんに公表されます

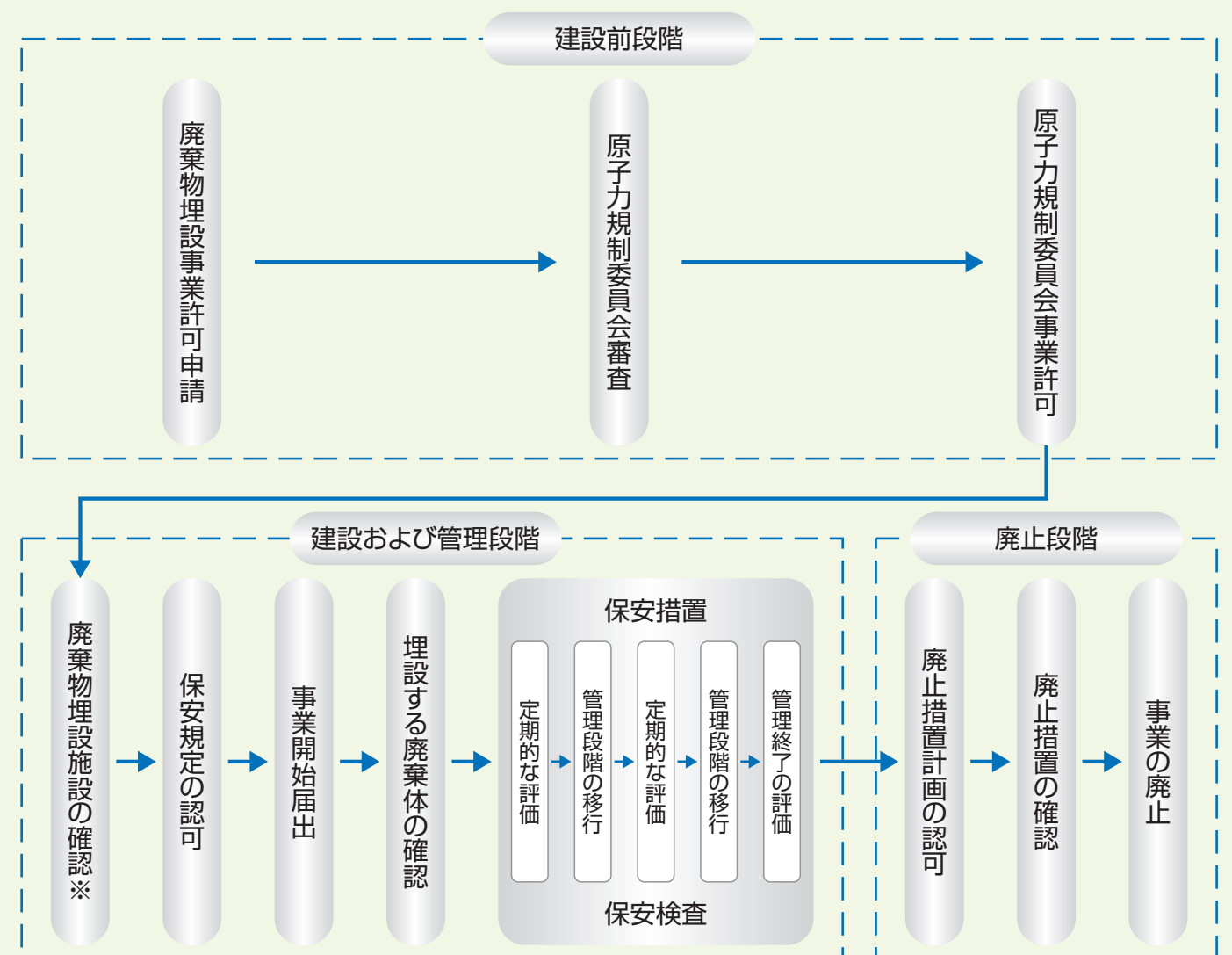
環境モニタリングは、当社だけでなく、青森県も同時に行っています。相互のデータは、青森県が設置した「青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議」で検討・評価された後、県より定期的に一般公表されています。

廃棄物埋設事業は厳重な規制を受けています。

廃棄物埋設を始めるときは、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく、事業許可申請書を国に提出します。国は、当事業の安全性について安全審査を行います。このような手続きを経て、国が十分安全であることを確認し、事業を許可します。

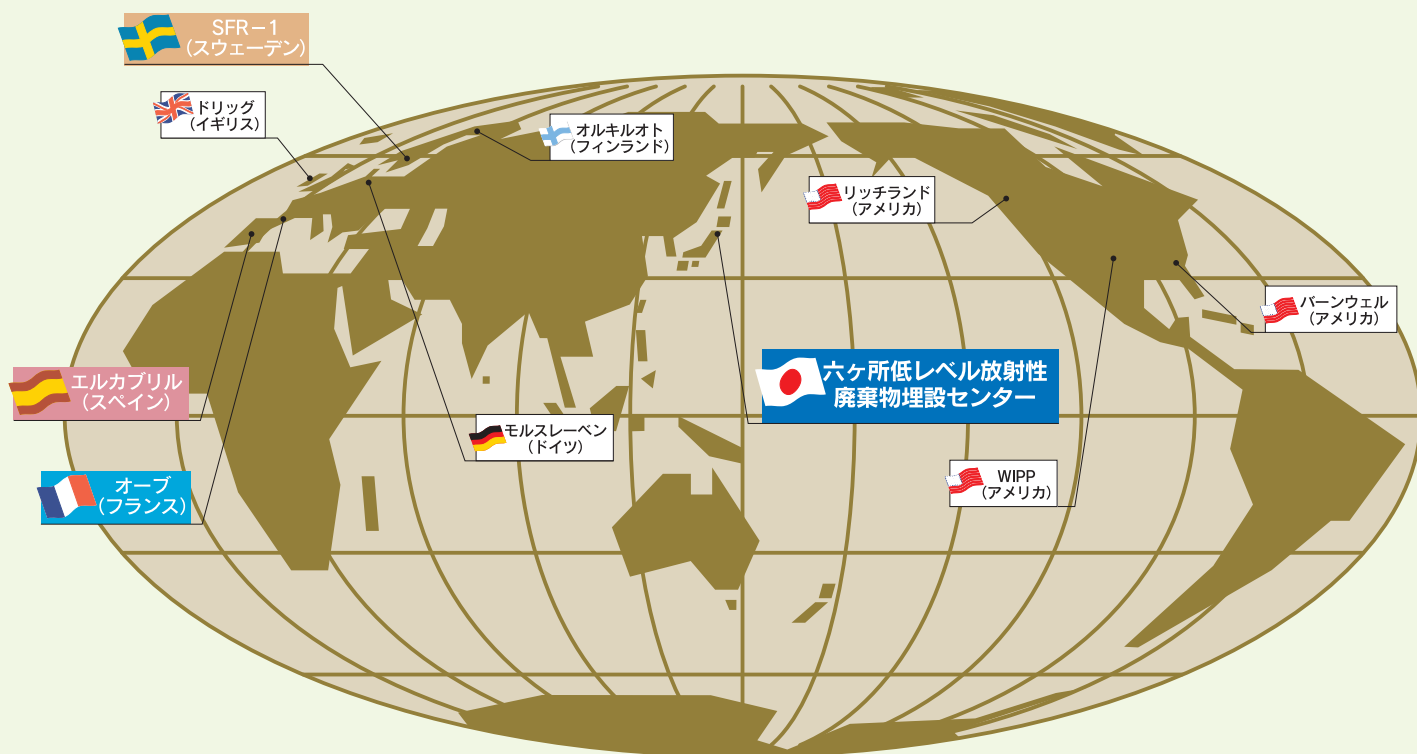
事業許可を受けたのち、廃棄物埋設施設および埋設する廃棄体の確認、保安規定の認可などを国に申請し、その認可等を得て事業を開始します。

日常的な保安措置の活動状況については、常駐する保安検査官による確認および定期的な実施される保安検査を受けます。また、廃棄物埋設地の保全について、定期的な評価および管理を終了する段階における評価を行い、国はその評価結果および評価結果を踏まえた必要な措置内容を確認します。



(※)廃棄物埋設施設の確認は継続的に実施される。

海外にも放射性廃棄物処分場があります。



オーブ処分場 (フランス)



ドラム缶及びコンクリート容器に廃棄物を入れモルタルで固めます。
これらをコンクリート施設に定置した後、砂やモルタル等を注入し、一体化します。
その後、上部を透水層、防水層等の多層構造で覆土することとなっています。

- 操業開始年
1991年
- 処分量
約100万m³
- 受入廃棄物
 - ・コンクリートコンテナ詰固化体
 - ・角型金属容器入雑固体
 - ・200ℓ、400ℓドラム缶圧縮雑固体

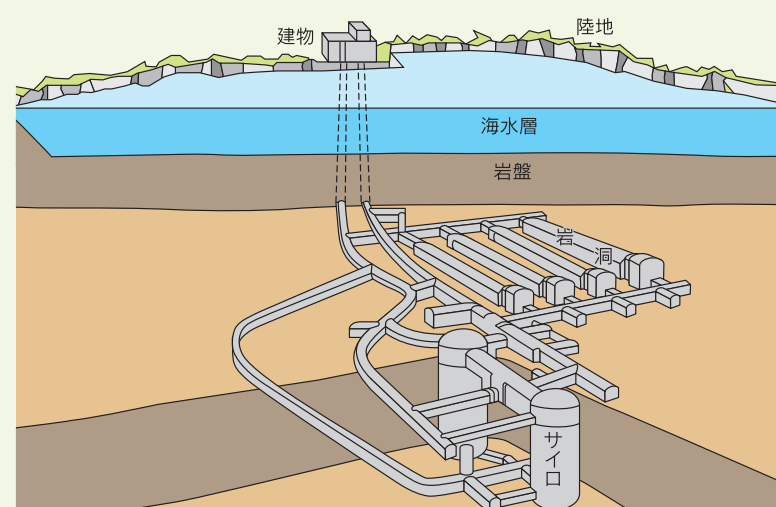
エルカブリル処分場 (スペイン)



ドラム缶等の廃棄物をコンクリート容器に入れモルタルで固めます。
これをコンクリート施設に定置し、隙間を砂で埋めた後、コンクリートの覆いをします。
その後、上部を透水層、防水層等の多層構造で覆土することとなっています。

- 操業開始年
1992年
- 処分量
約3.5万m³
- 受入廃棄物
 - ・200ℓドラム詰固化体及び雑固体
 - ・200ℓドラム缶18本を鉄筋コンクリート製容器に収納し、モルタル充てん固化したものを処分

SFR-1 処分場 (スウェーデン)



海底下の岩盤にサイロ、水平トンネルが造られます。
ドラム缶、金属又はコンクリート角型容器、コンクリートタンク等様々な形態の廃棄物を放射能レベルにより分けて、これらの地下空洞に定置し、将来はベントナイト、破碎石、モルタル等で埋め戻されることとなっています。

- 操業開始年
1988年
- 処分量
約6万m³
- 受入廃棄物
 - ・コンクリート角型コンテナ詰金属箱入雑固体
 - ・200ℓドラム缶アスファルト固化体等

事業の主な経緯

(昭和59年)	7月27日	電事連会長が青森県知事及び六ヶ所村長に立地の申し入れ
(昭和60年)	4月18日	青森県知事及び六ヶ所村長から電事連会長に原子燃料サイクル3施設の立地受諾の正式回答 「原子燃料サイクル施設の立地への協力に関する基本協定書」を締結
(昭和63年)	4月27日	内閣総理大臣に「六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設施設に係わる埋設事業許可」を申請
(平成 2年)	11月15日	低レベル放射性廃棄物埋設事業許可
	11月30日	低レベル放射性廃棄物埋設センター着工
(平成 4年)	7月 1日	日本原燃サービス株式会社と日本原燃産業株式会社が合併し、「日本原燃株式会社」を発足
	9月21日	「六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター周辺地域の安全確保及び環境保全に関する協定書」を青森県及び六ヶ所村と締結
	10月26日	「六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター周辺地域の安全確保及び環境保全に関する協定書」を隣接市町村と締結
	12月 8日	低レベル放射性廃棄物埋設センター操業開始
(平成 9年)	1月30日	内閣総理大臣に「六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設施設に係わる事業変更許可」を申請
(平成10年)	10月 8日	低レベル放射性廃棄物埋設事業変更許可
	10月12日	埋設施設増設工事着工
(平成12年)	10月10日	2号廃棄物埋設施設受入れ開始



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。

当社の六ヶ所再処理工場は、国内初の商業用再処理工場であり、フランスやイギリスの経験（実績）と日本原子力研究開発機構の運転経験（実績）等を踏まえ実用化された技術を導入しています。

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	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 390 万㎡（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
800t・Upr
 - 一日あたりの最大再処理能力
4.8t・Upr
4. 使用済燃料貯蔵設備の最大貯蔵能力
3,000 t・Upr
5. 主要経緯
 - 1989 年 3 月 再処理事業の指定申請
 - 1992 年 12 月 再処理事業の指定
 - 1993 年 4 月 着工
 - 2022 年度上期 しゅん工（予定）

（注） t・Upr：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 年間稼動させるために必要なウランは、
 加圧水型原子炉 (PWR)：約 20t・Upr
 沸騰水型原子炉 (BWR)：約 23t・Upr
 （出典：2005 年版原子力ポケットブック）

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

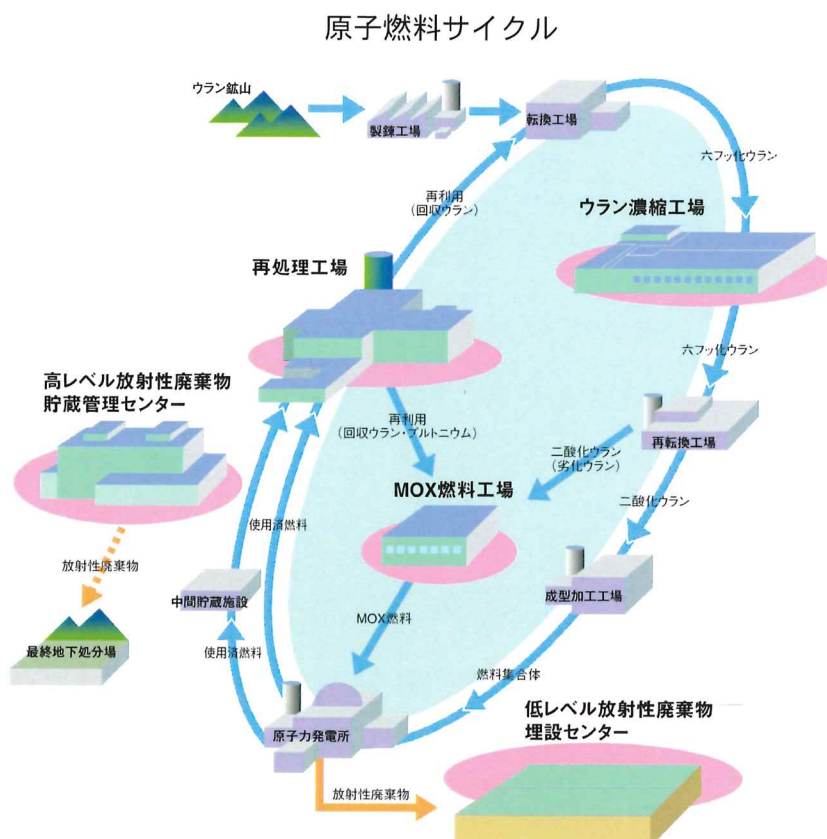
鉱山で採掘されたウラン鉱石は、製錬、転換、濃縮、再転換、成型加工などの多くの工程を経て、燃料集合体となります。そして原子力発電所で燃料として熱エネルギーを放出したのち、使用済燃料として取り出されます。

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。

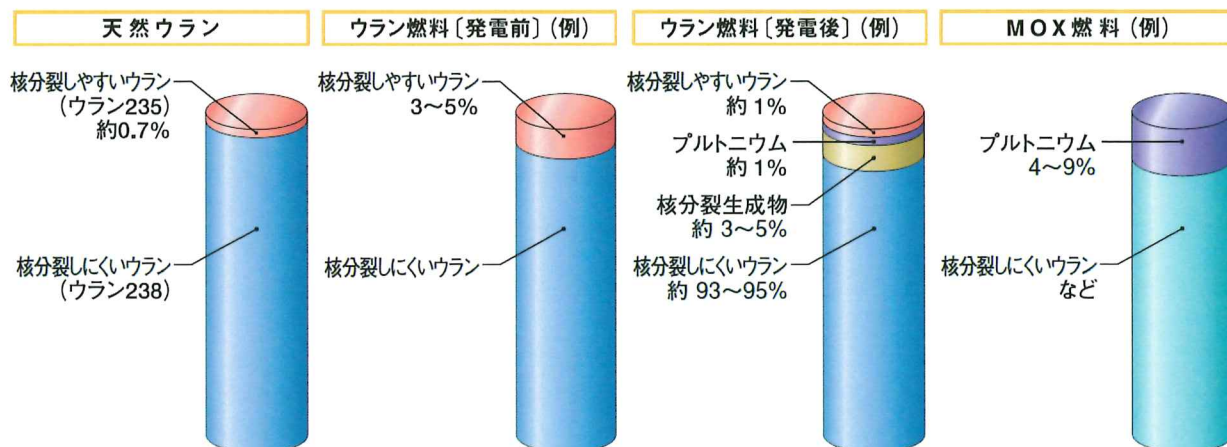
資源の乏しい日本が、将来にわたってエネルギーの安定供給を確保していくうえで、原子力の開発はきわめて重要な役割を担っています。このため、日本では、原子力平和利用に徹し、これを有効利用していくことによって、エネルギー供給構造のバランスを整え、さらに、新たに生み出されるプルトニウムをエネルギー資源として再利用していくことにより、ウラン資源を効率的に利用していくこととしています。

ウラン燃料には、燃えるウラン 235 が 3～5% 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 3～5% 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。



原子力発電所で使用される燃料の変化



2. 世界の主な再処理工場

日本とエネルギー事情が似ているフランスやイギリスでは、早くから再処理事業が行われています。日本でも、動燃事業団（現：日本原子力研究開発機構）により 1977 年から技術開発施設として運転が行われました。

当社の再処理工場は、国内はもとより実績のあるフランスを中心にイギリスやドイツなどの国外の技術を採用しています。

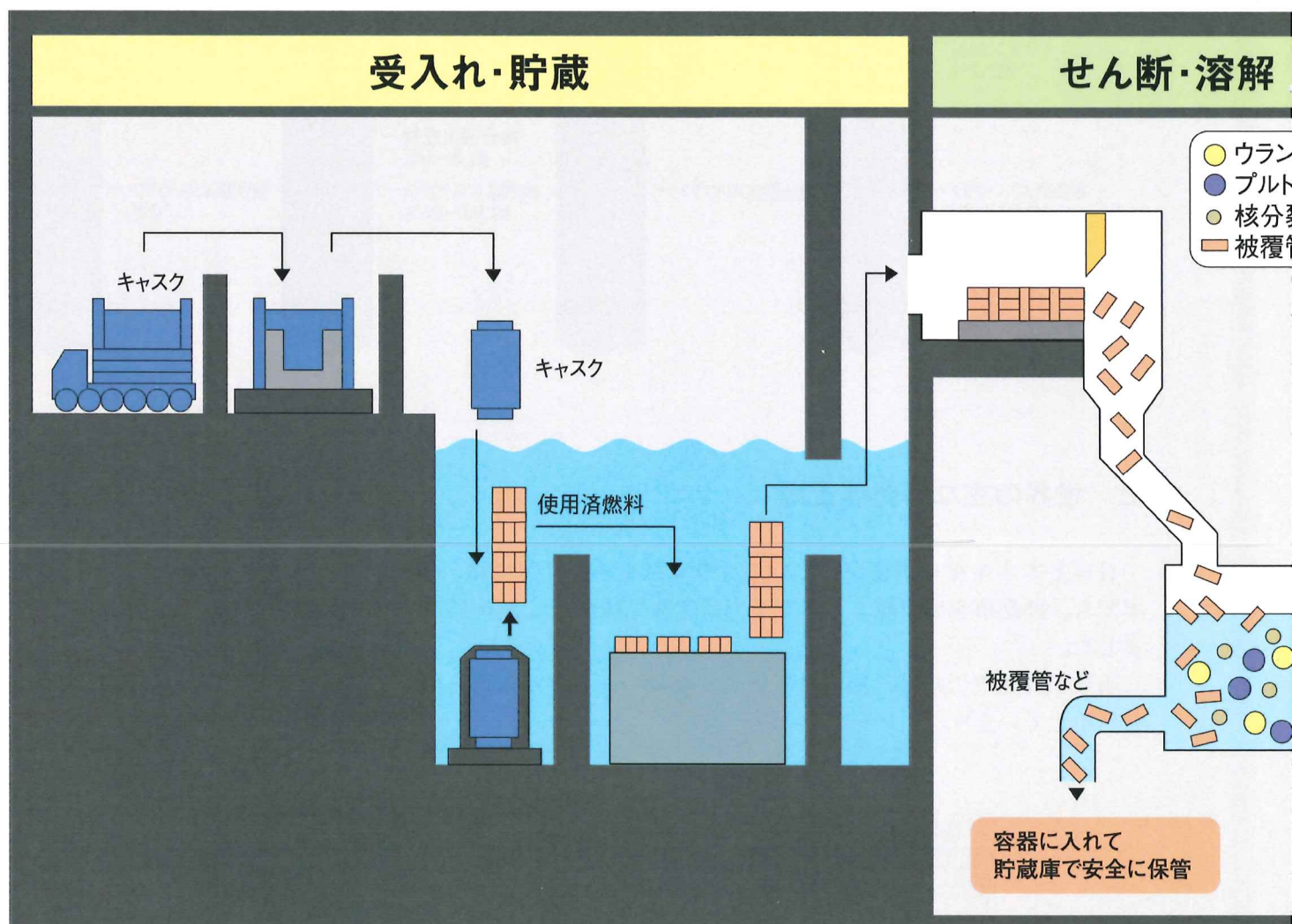
世界の主な再処理工場			(2020年1月現在)		
国名	事業者	所在地	施設名	年間再処理能力 (tU/年)	営業運転
フランス	Orano Cycle	ラ・アーグ	La Hague Plant	1,700	1996
イギリス	Sellafield Ltd.	カンブリリア・ シースケール	Sellafield (Thorp)	900	1994
			Sellafield (Magnox Reprocessing Plant)	1,000t	1964
ロシア	PA Mayak	チェリャビンスク	RT-1 Plant	400	1977
日本	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 (JAEA)	茨城県 東海村	東海再処理工場	120	1981 (2018.6.13 廃止措置計画 認可済)
	日本原燃株式会社 (JNFL)	青森県 六ヶ所村	六ヶ所原子燃料 サイクル施設	800	2021年度 上期 (しゅん工)

※ U:ウランが金属の状態であるときの質量を表す単位

出典：一般財団法人日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」

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。

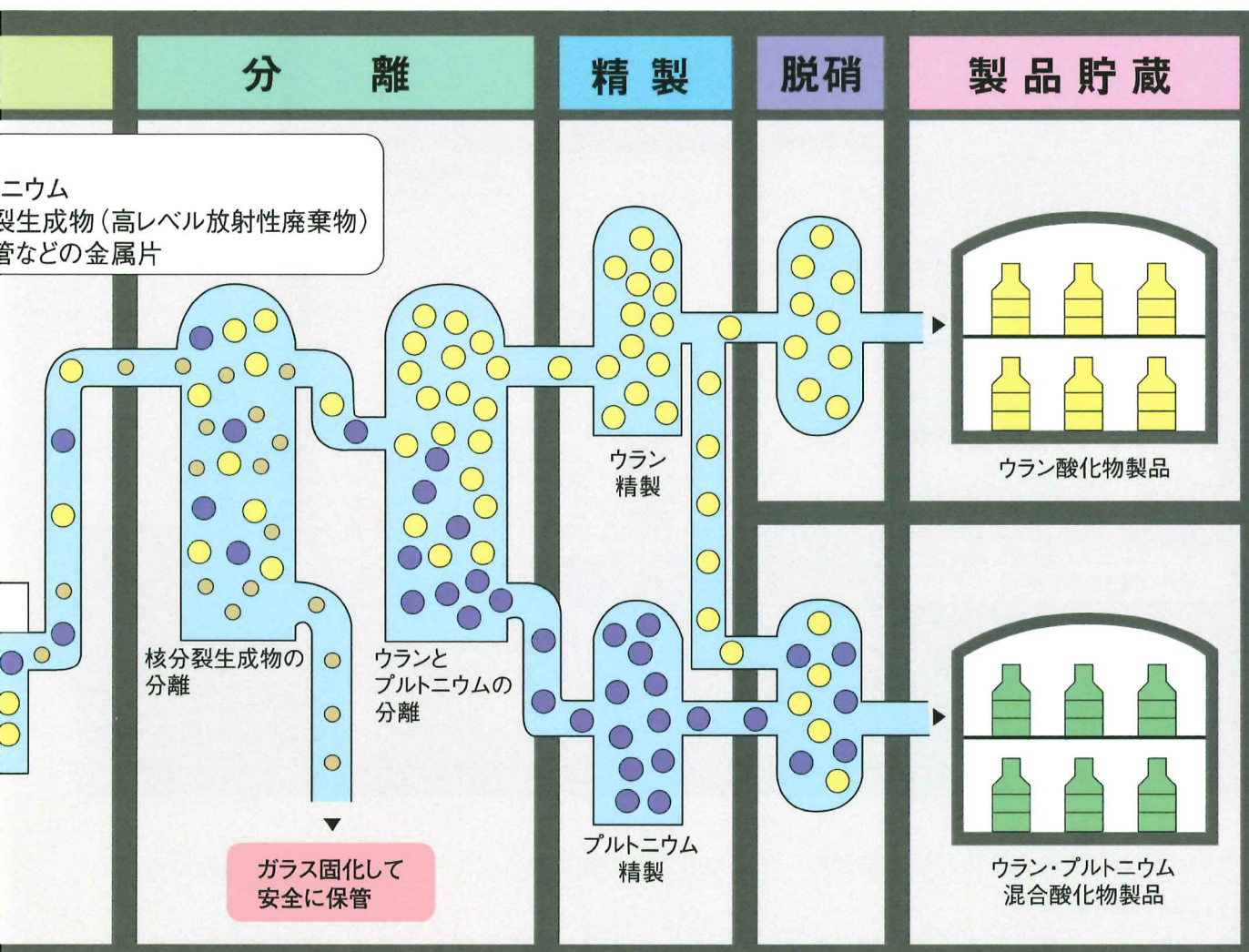
精製工程では、ウラン溶液及びプルトニウム溶液それぞれから微量に含まれている核分裂生成物をさらに取り除いて純度を高めます。

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



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）
再処理施設に受入れまでの冷却期間 : 4年以上

ただし、燃料貯蔵プールの容量 $3,000t \cdot U_{pr}$ のうち、冷却期間4年以上12年未満の使用済燃料の貯蔵量が $600t \cdot U_{pr}$ 未満、それ以外は冷却期間12年以上となるよう受入れを管理する。

せん断処理するまでの冷却期間 : 15年以上

- c. 使用済燃料集合体最高燃焼度 : $55,000\text{MWd/t} \cdot U_{pr}$

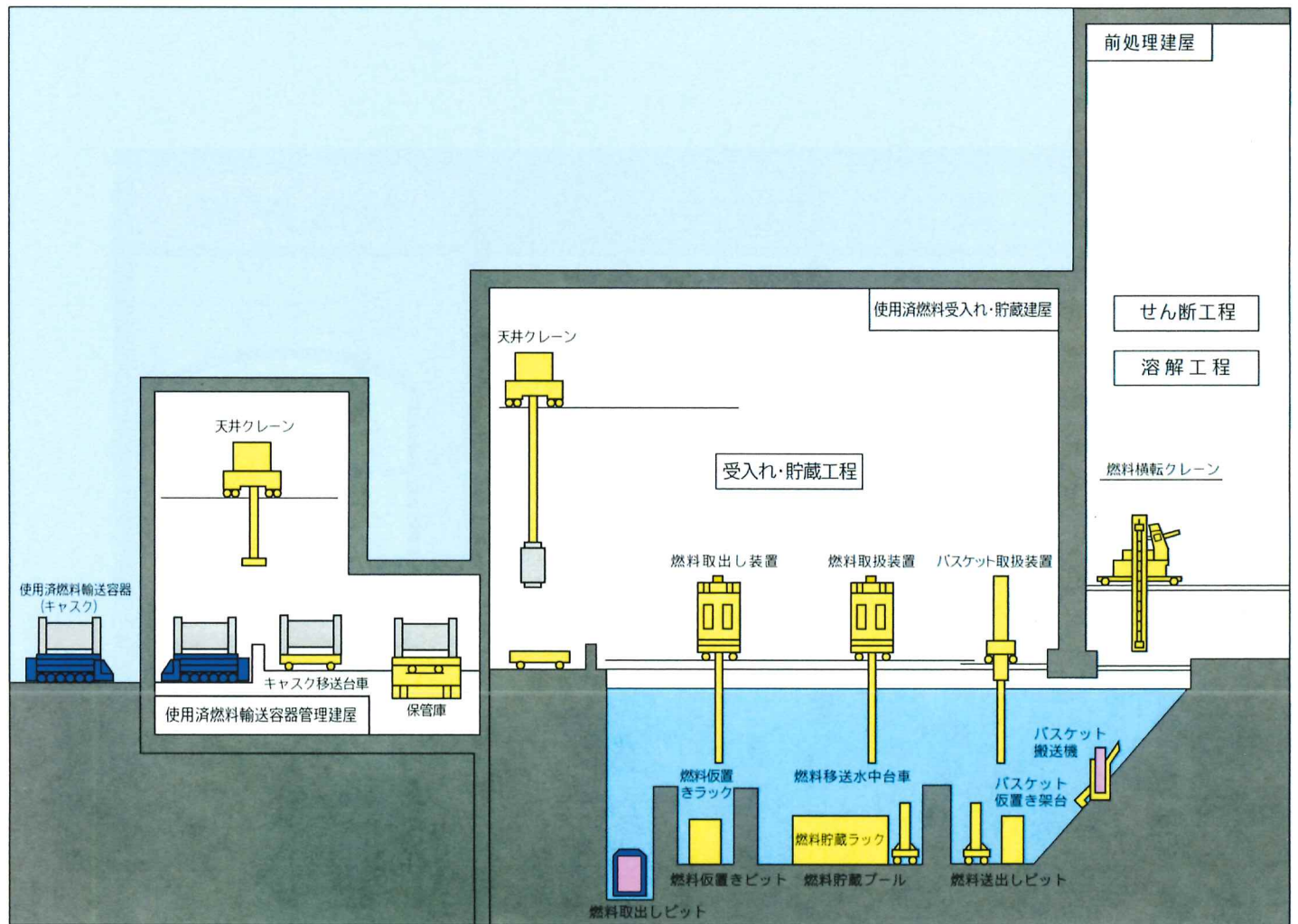
なお、1日当たり再処理する使用済燃料の平均燃焼度は $45,000\text{MWd/t} \cdot U_{pr}$ 以下とする。

(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。

- 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

使用済燃料受入れ・貯蔵

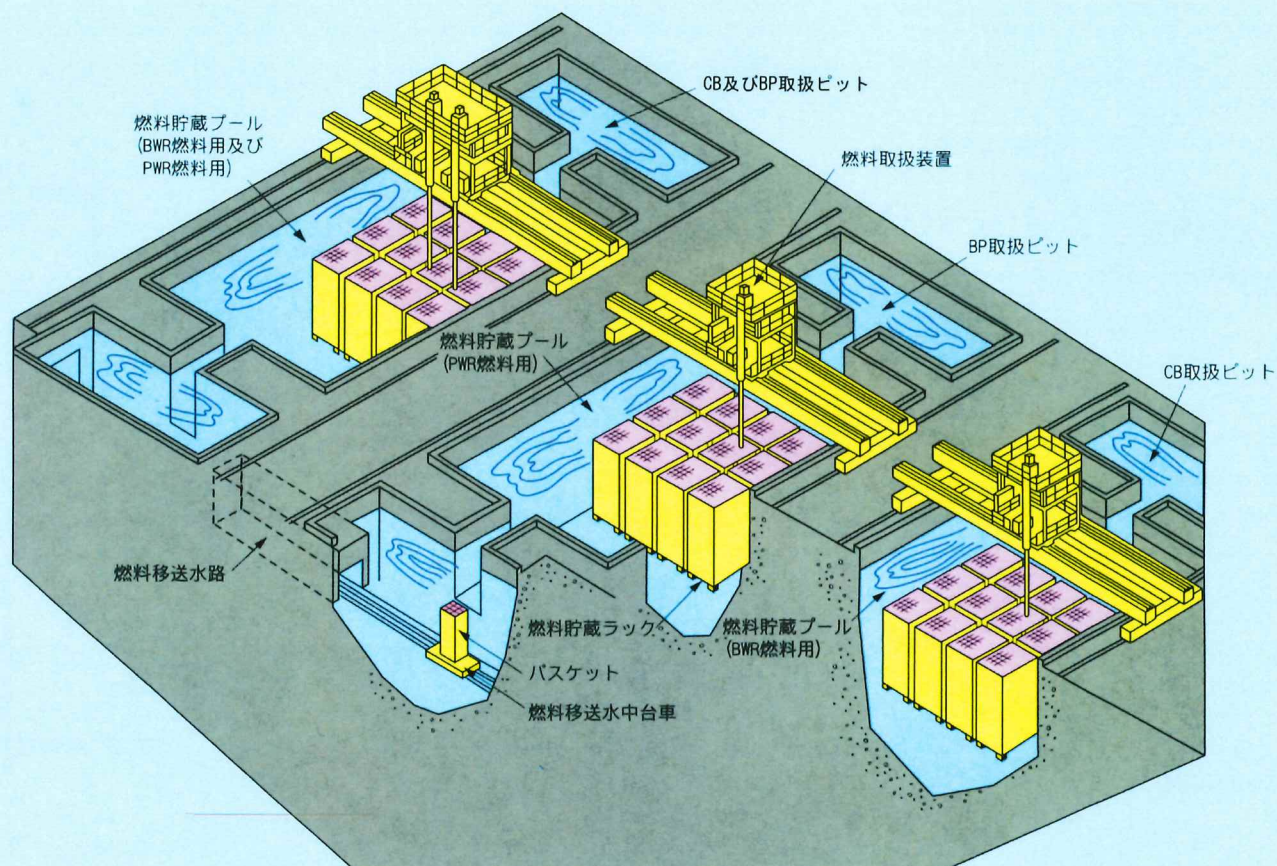


原子力発電所の使用済燃料集合体（使用済燃料）は、使用済燃料輸送容器（キャスク）に入れて各発電所から海上輸送により運ばれます。

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15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

燃料貯蔵プール概要図

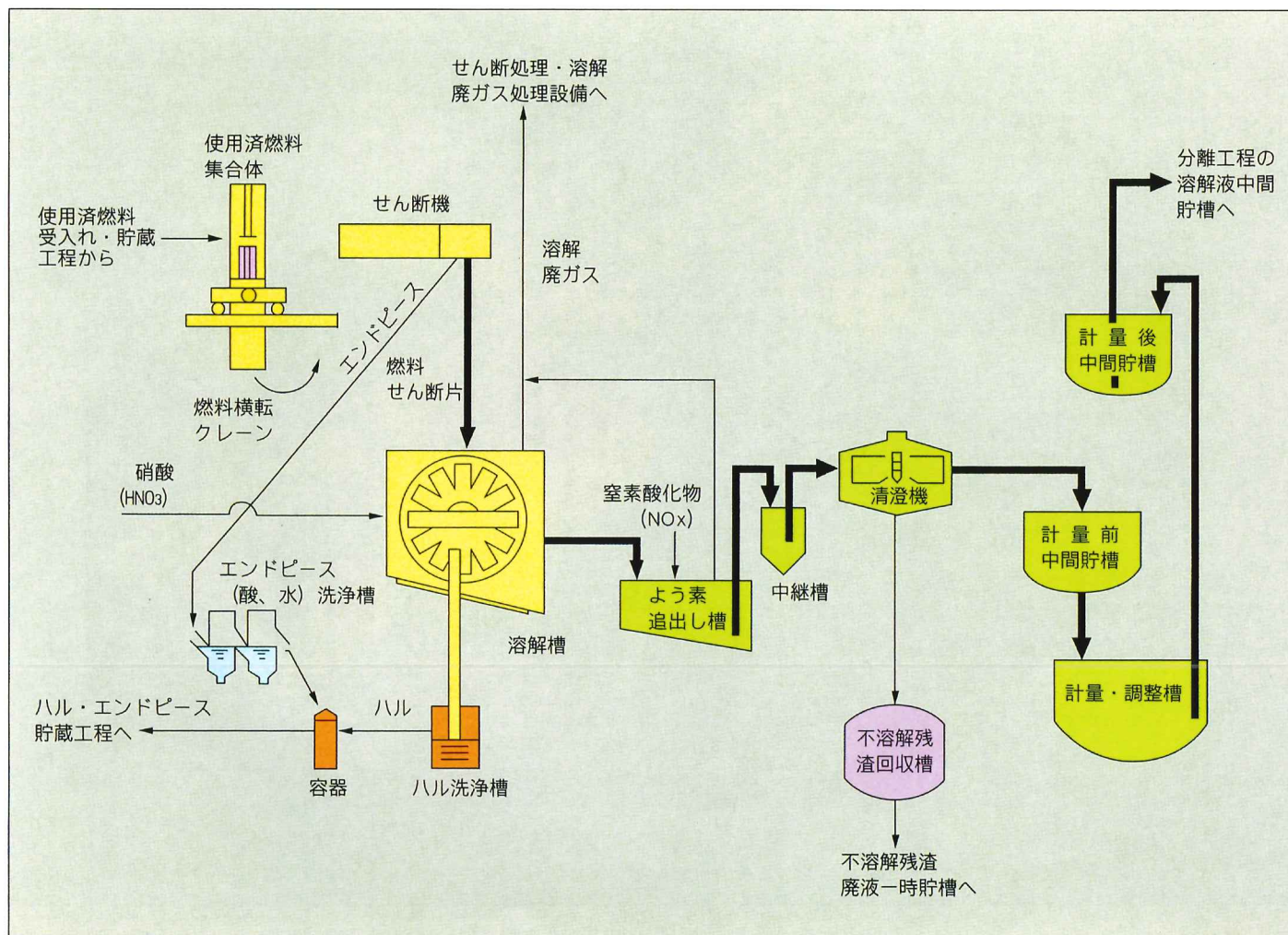
主 な 仕 様

- 燃料貯蔵プール : 3 基
- 最大貯蔵能力
 - BWR 使用済燃料集合体 : 1,500t・U_{pr} (約 8,600 体)
 - PWR 使用済燃料集合体 : 1,500t・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 : 3.5 wt% 以下
 - (b) 再処理施設に受入れるまでの冷却期間: 4年以上
ただし、燃料貯蔵プールの容量3,000t・U_{pr}のうち、冷却期間4年以上12年未満の使用済燃料の貯蔵量が600t・U_{pr}未満、それ以外は冷却期間12年以上となるよう受入れを管理する。
 - (c) 使用済燃料集合体最高燃焼度 : 55,000MWd/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



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。

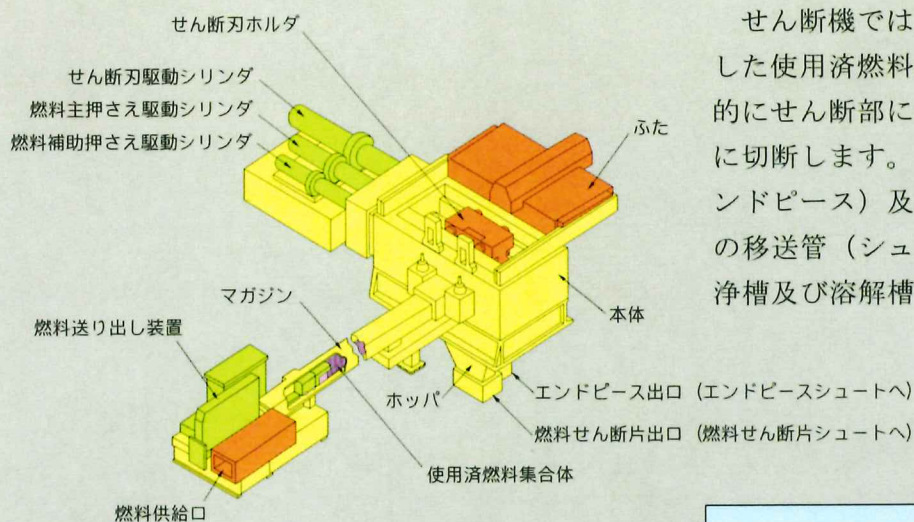
せん断工程では、使用済燃料の受入れ・貯蔵工程のバスケット搬送機から使用済燃料集合体を燃料横転クレーンによりせん断機へ供給し、燃料せん断片を溶解槽へ供給します。

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。

主 要 設 備

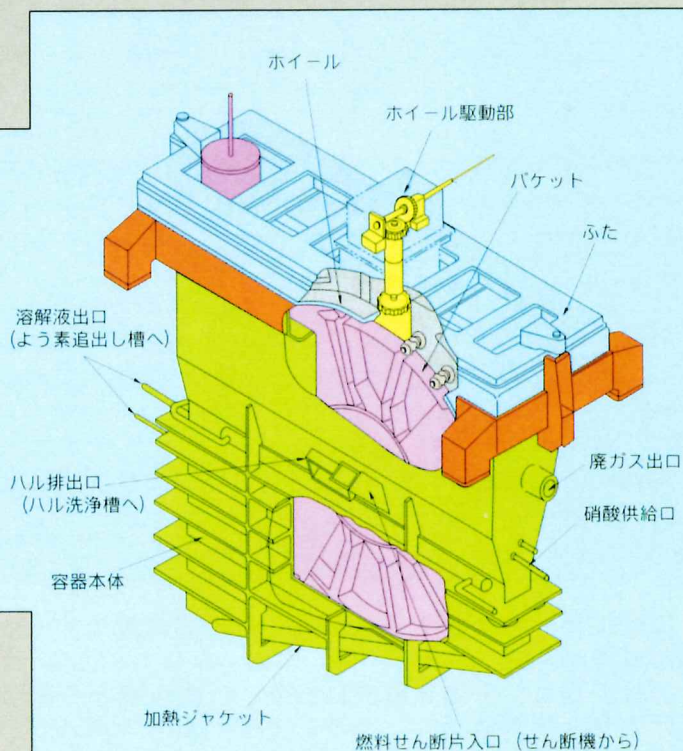
せん断機	： 2 台（1 台／系列）
溶解槽（連続式）	： 2 基（1 基／系列）
材 料	ジルコニウム（容器本体）
清澄機（遠心式）	： 2 台（1 台／系列）
材 料	： チタン（ボウル部）



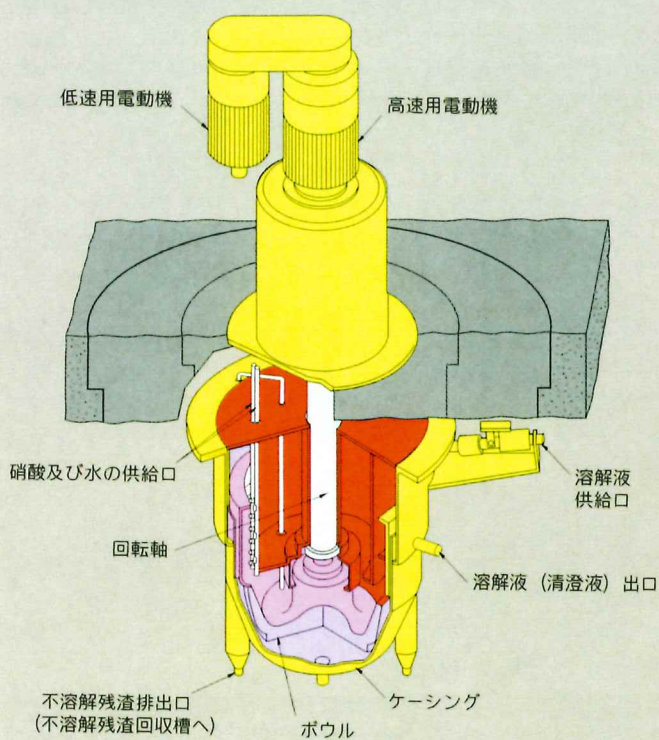
せん断機概要図

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。

せん断機では、燃料供給部（マガジン）に供給した使用済燃料集合体を燃料送り出し装置で断続的にせん断部に送り出し、せん断刃により3～4cmに切断します。切断された燃料集合体端末片（エンドピース）及び燃料せん断片は、それぞれ専用の移送管（シュート）を用いてエンドピース酸洗浄槽及び溶解槽へ重力により移送されます。



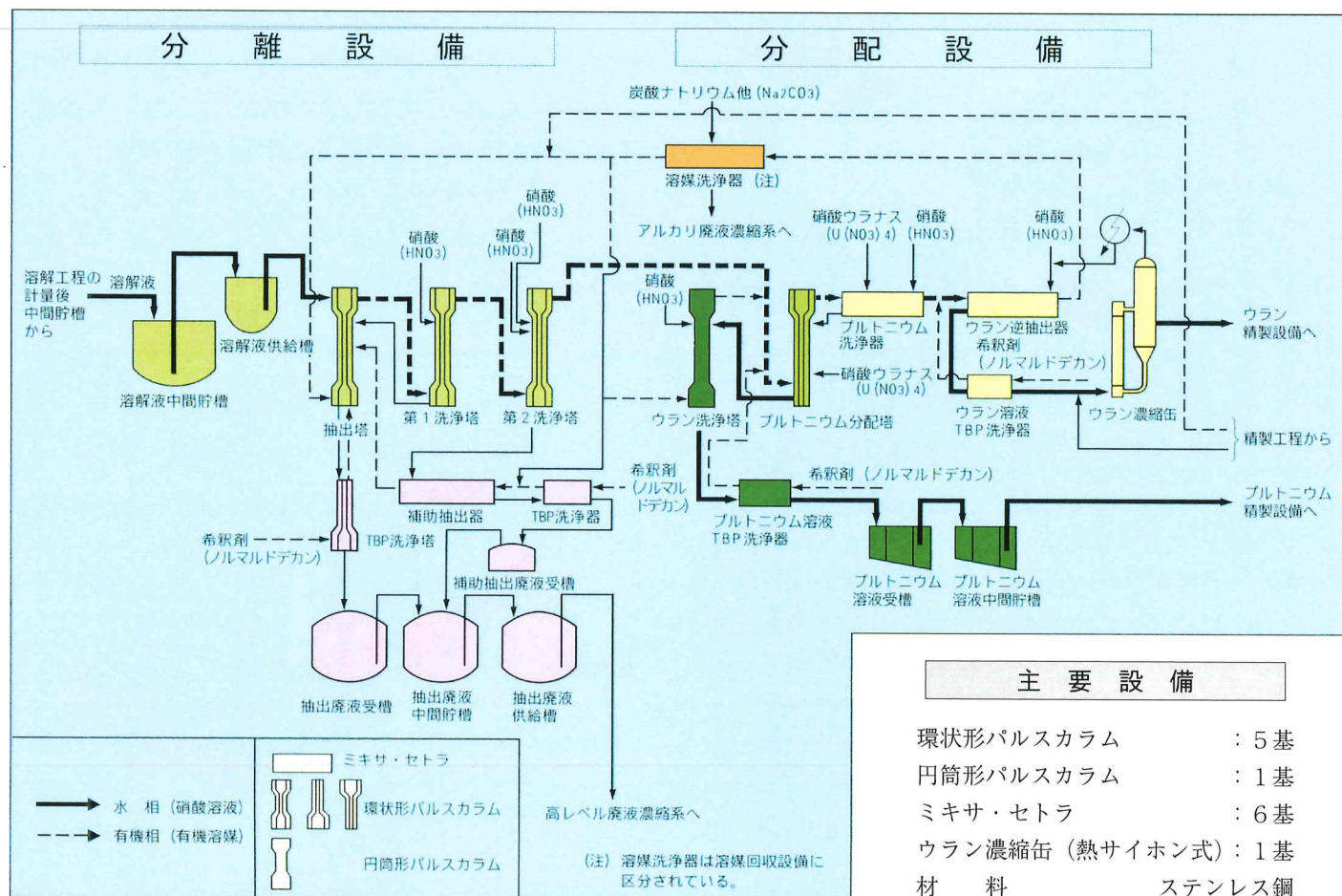
溶解槽概要図



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



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。

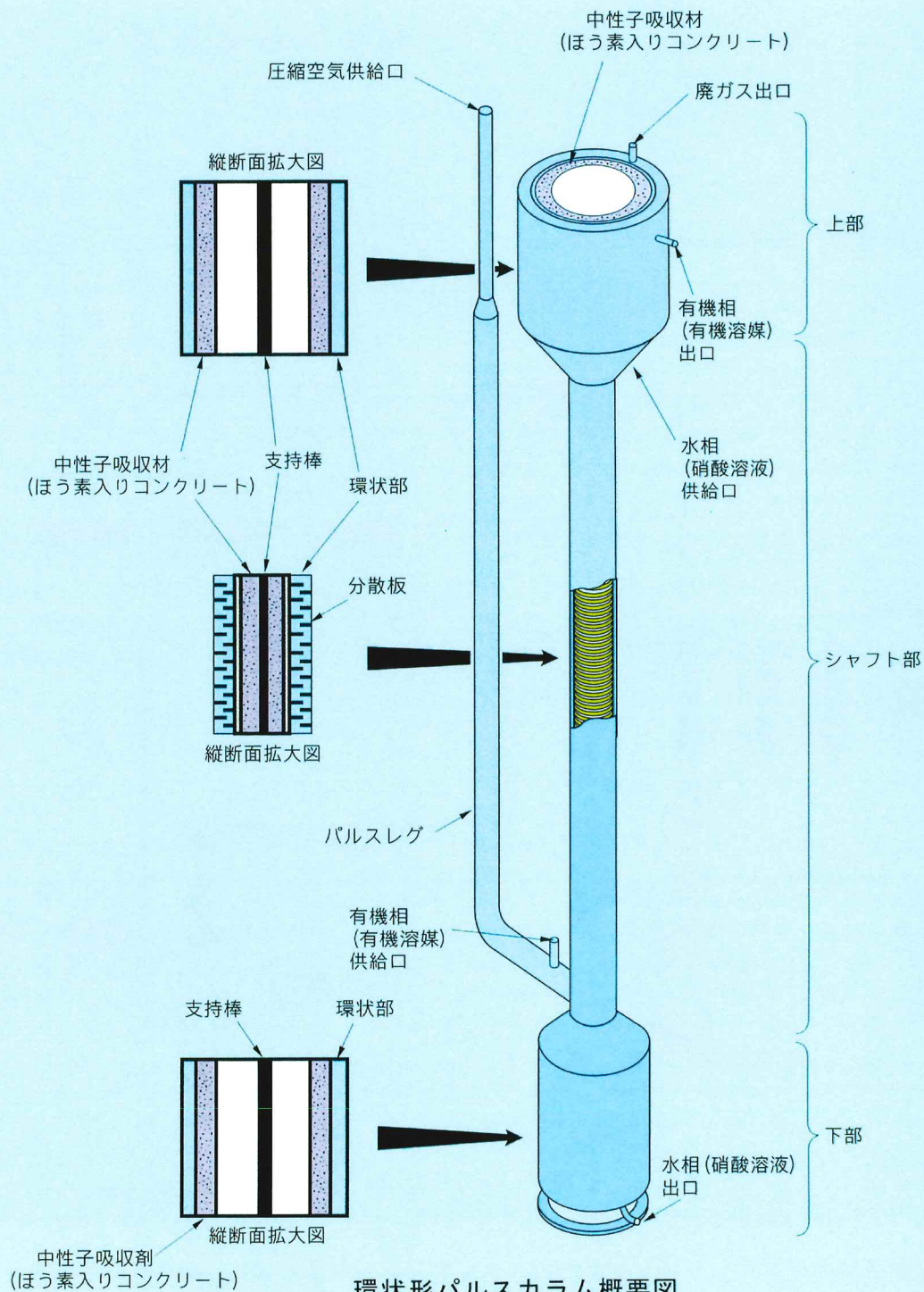
分離設備では、溶解液（硝酸溶液）を抽出塔（環状形パルスカラム）で、有機溶媒（溶媒抽出に用いられる TBP と希釈剤との混合物）と向流接触させることによって、ウランとプルトニウムを有機溶媒に抽出し、核分裂生成物の大部分を硝酸溶液中に残存させます。抽出したウランとプルトニウムを含む有機溶媒は、さらに第1洗浄塔及び第2洗浄塔（いずれも環状形パルスカラム）に送られ、硝酸と向流接触させることによって有機溶媒中に微量含まれている核分裂生成物を除去します。

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 ($\text{U}(\text{NO}_3)_4$) 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。

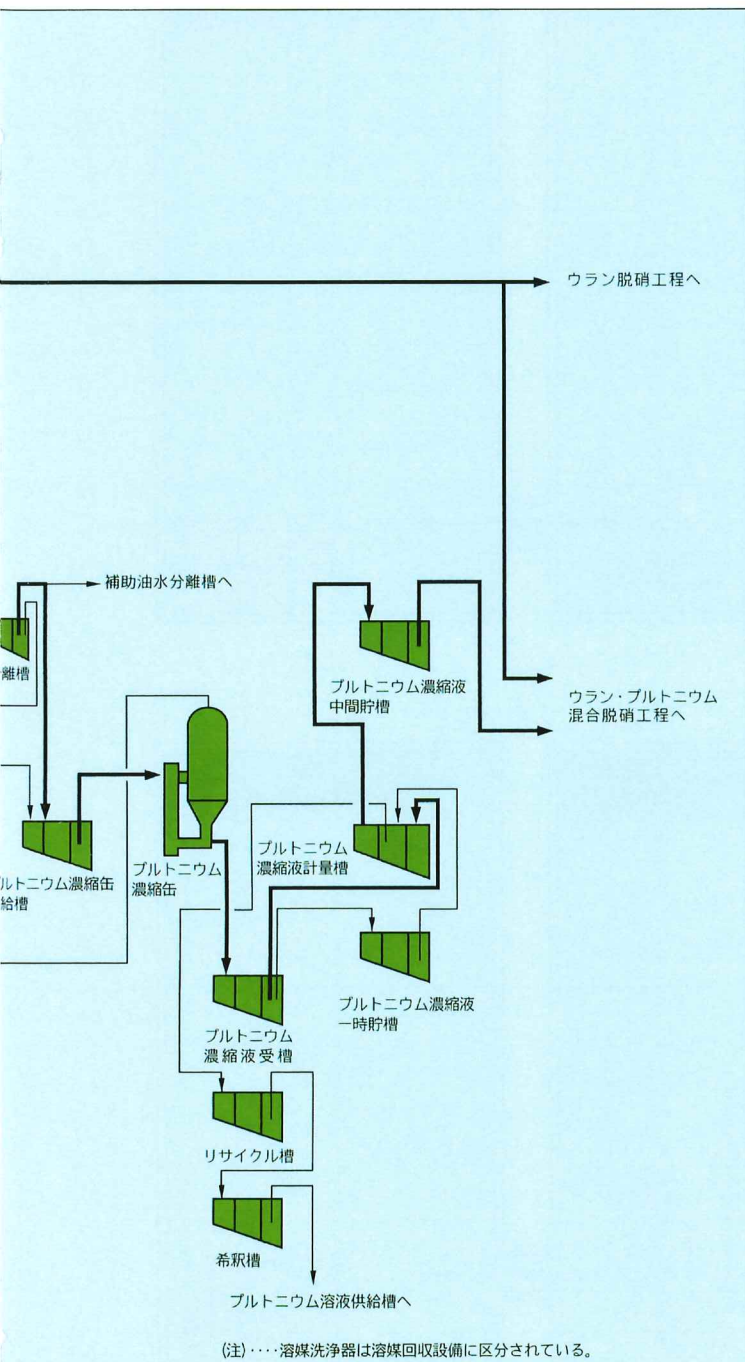
プルトニウム分配塔のウランを含む有機溶媒は、プルトニウム洗浄器（ミキサ・セトラ）に送られ、硝酸ウラナスを含む硝酸と接触させることによって、有機溶媒中に微量含まれているプルトニウムを除去します。その後、ウランを含む有機溶媒は、ウラン逆抽出器（ミキサ・セトラ）で濃度の薄い硝酸と接触させることによって、ウランを水相（硝酸溶液）中に逆抽出します。この硝酸ウラニル溶液（ウランを含む硝酸溶液）は、ウラン溶液 TBP 洗浄器（ミキサ・セトラ）で、希釈剤（ノルマルドデカン）と接触させることによって、硝酸溶液中に微量含まれている TBP を除去した後、ウラン濃縮缶で濃縮されます。

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。

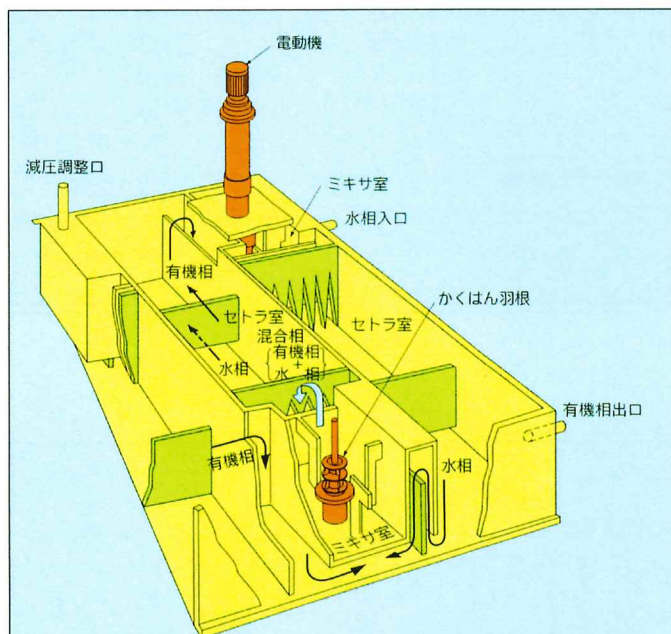


パルスカラムでは、シャフト部の上部から水相（硝酸溶液）を、下部から有機相（有機溶媒）を供給し、パルスレグから圧縮空気により脈動を与えながら両相を向流接触させます。脈動とシャフト部の分散板によって連続相中に分散相（液滴）を形成させ、両相間の物質移動の効率をより良くします。『抽出塔』を例にしますと、上部から溶解液（硝酸溶液：水相）を供給し、下部から有機溶媒（有機相）を供給して、両相を向流接触させることによって溶解液中のウランとプルトニウムをほぼ全量有機溶媒中に抽出させることができます。



主 要 設 備

円筒形パルスカラム	: 5 基
ミキサ・セトラ	: 9 基
ウラン濃縮缶 (熱サイホン式)	: 1 基
材 料	ステンレス鋼
プルトニウム濃縮缶 (熱サイホン式)	: 1 基
材 料	ジルコニウム



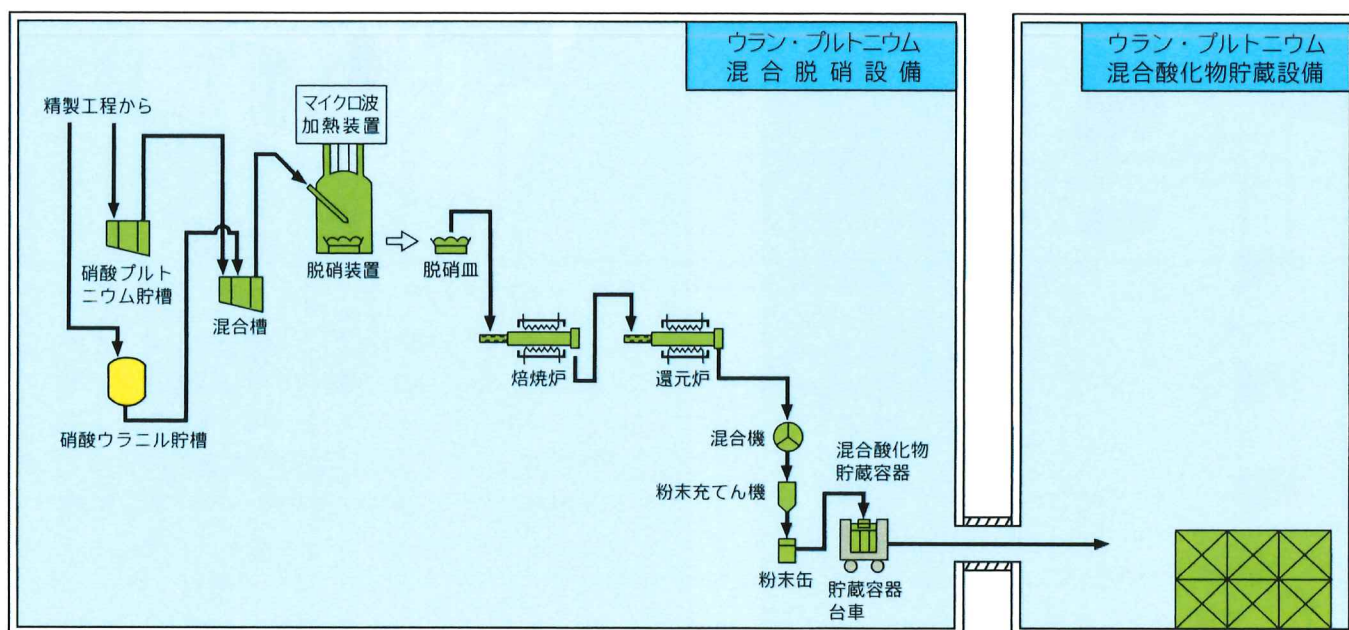
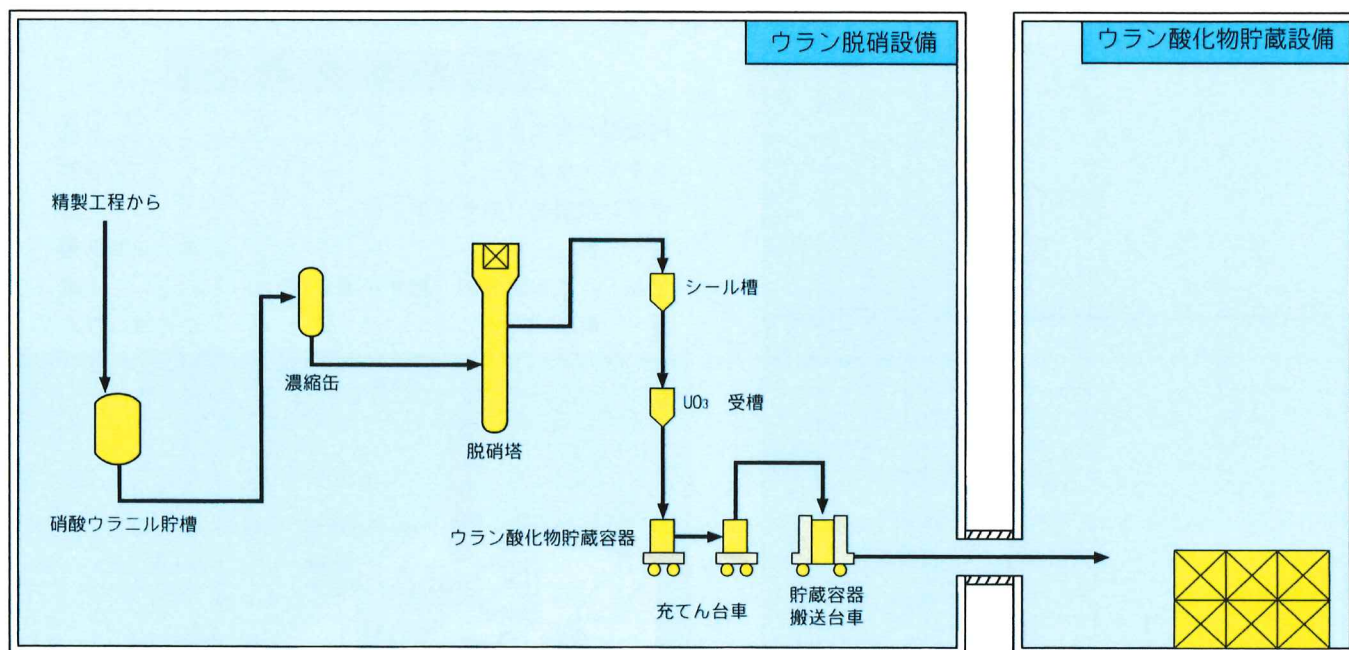
ミキサ・セトラ概要図

ミキサ・セトラは、液-液（水相-有機相）間の物質移動を行う抽出装置の一種です。ミキサ室においては、かくはん羽根により有機相と水相を混合し、セトラ室においては、混合相を静置し密度差を利用して目的物質の抽出分離を行います。ミキサ室及びセトラ室からなる1ステージ(1段)を数段まとめて1基のミキサ・セトラが構成されます。

成物洗浄塔で硝酸と向流接触させることによって、有機溶媒中に微量に含まれている核分裂生成物が硝酸溶液中に移行するためプルトニウムを含んだ有機溶媒中の不純物が減少することになります。こうして、精製度の高まったプルトニウムを含んだ有機溶媒を、逆抽出塔で硝酸ヒドロキシルアミン (NH_3OHNO_3) を加えた硝酸溶液と向流接触させると、プルトニウムは3価に還元され、分離工程と同様に硝酸溶液中に戻ります。その後、硝酸プルトニウム溶液（プルトニウムを含む硝酸溶液）はTBP洗浄器で希釈剤（ノルマルドデカン）と接触させることによって溶液中に微量に含まれるTBPを除去します。以上の一連の操作によって、精製度の高まった硝酸プルトニウム溶液（プルトニウムを含む硝酸溶液）が得られます。

なお、精製度の高まっ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、さらにプルトニウム濃縮缶で濃縮されます。

脱硝・製品貯蔵



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)

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（ $\text{UO}_2 \cdot \text{PuO}_2$ ）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。

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°C 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°C 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。

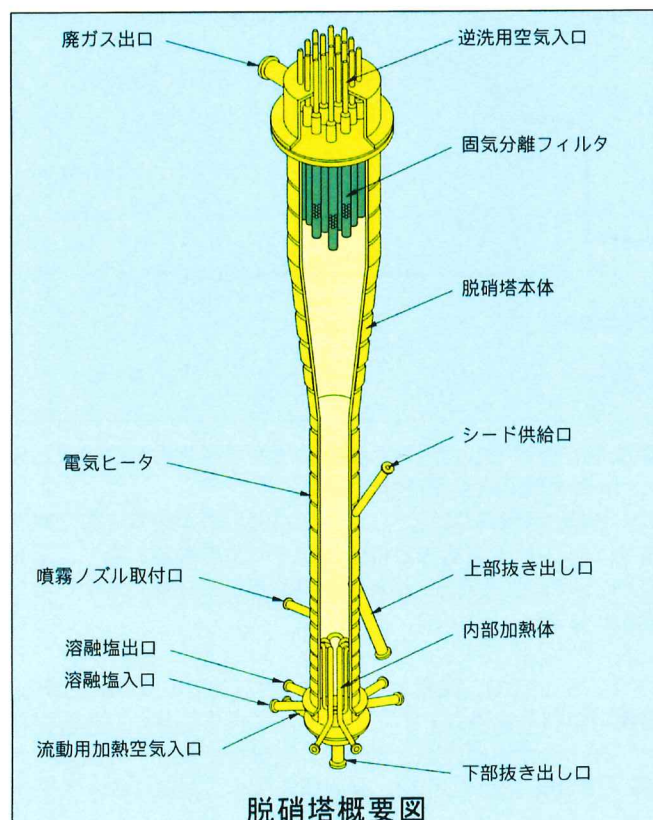
製造貯蔵工程では、脱硝工程で生成した UO_3 粉末と MOX 粉末の製品を燃料加工施設等に払い出されるまでの期間、貯蔵します。

（注）

流動層式：

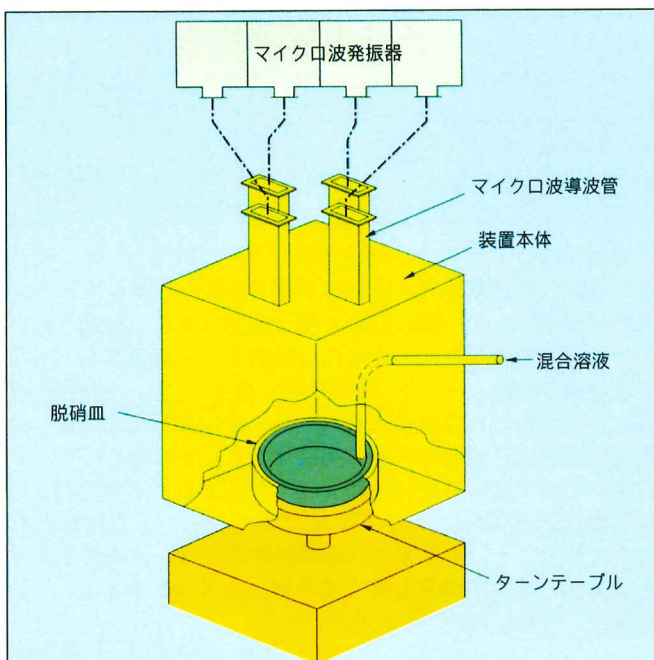
容器中に粒径の小さな粉粒体を充填し、下方から気体を吹き込むと、粉粒体が液体のように流動する（ウラン脱硝設備の場合は UO_3 粉末）。この現象を利用して、流動を保った状態を流動層という。

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。



脱硝塔概要図

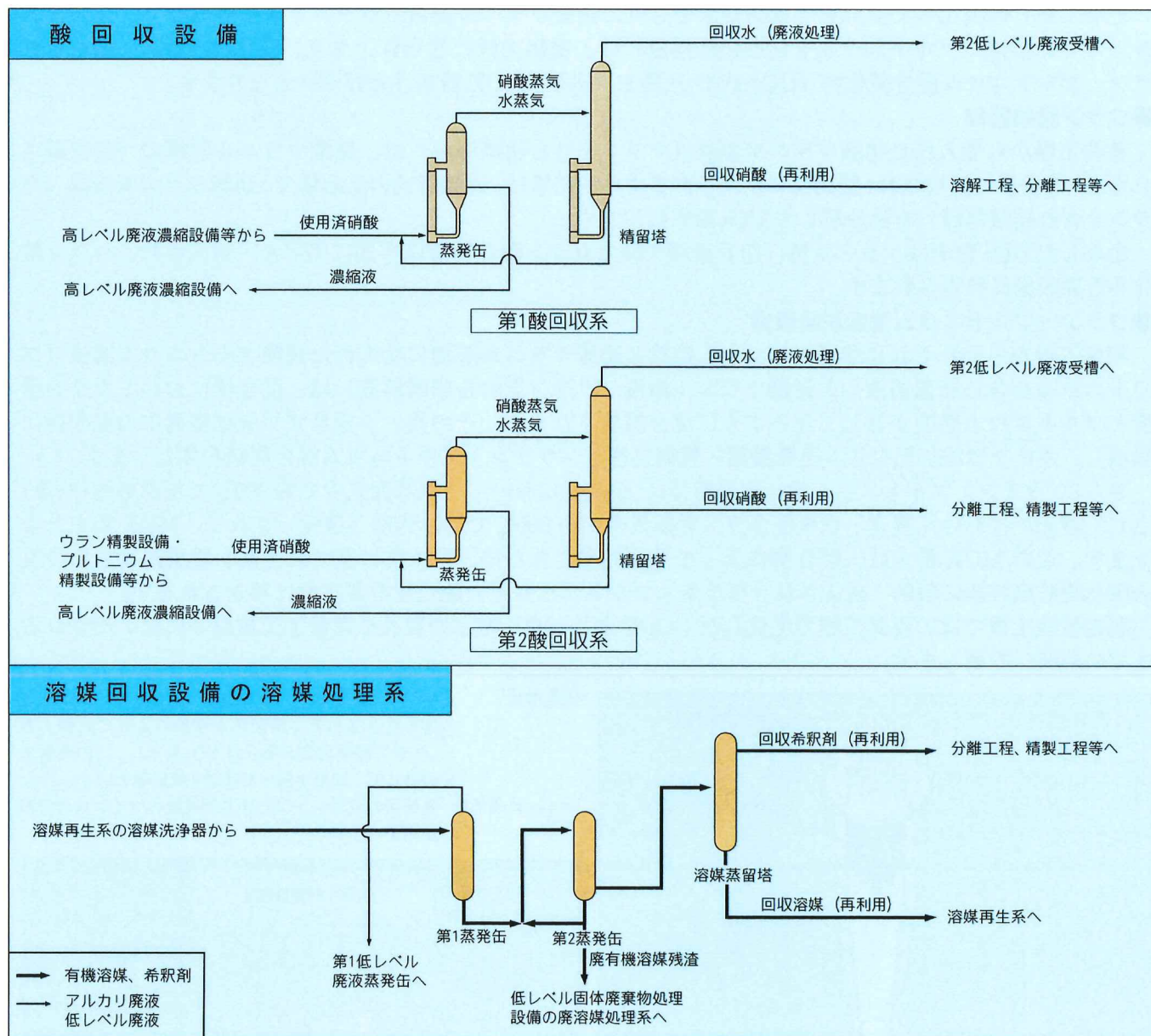
ウラン脱硝設備の脱硝塔では、下部から空気を吹き込んで、脱硝塔内部の UO_3 粉末を流動化して流動層を形成させています。この流動層の中に硝酸ウラニル溶液を空気とともに噴霧ノズルから噴霧供給し、電気ヒーター等で約 300°C に加熱することにより熱分解します。



脱硝装置概要図

ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の脱硝装置では、硝酸プルトニウム溶液及び硝酸ウラニル溶液の混合溶液を脱硝皿に供給し、マイクロ波を照射して蒸発濃縮・脱硝します。

酸及び溶媒の回収



再処理工場の工程では、化学処理のための試薬として、大量の硝酸や有機溶媒が使用されます。酸回収設備や溶媒回収設備では、これらの試薬をできる限りリサイクルして使用できるようにし、廃棄物の発生量を抑えます。

酸回収設備は、第1酸回収系と第2酸回収系とで構成され、高レベル廃液濃縮設備等から発生した使用済の硝酸を第1酸回収系で、精製設備等からの使用済の硝酸を第2酸回収系で回収します。いずれも蒸発缶と精留塔がその主要機器であり、蒸発缶で使用済の硝酸を減圧下で蒸発させ、含まれている不純物を濃縮液として除去した後、精留塔で硝酸と水に分離します。なお、蒸発缶から発生した濃縮液は、高レベル廃液濃縮設備に戻され処理されます。

溶媒回収設備は、溶媒再生系と溶媒処理系とで構成されています。

溶媒再生系では、分離・精製工程で使用された有機溶媒を、ミキサ・セトラで、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)、硝酸 (HNO_3) 及び水酸化ナトリウム (NaOH) を用いて洗浄し、有機溶媒中の溶媒劣化物等を除去します。こうして再生された有機溶媒は、再利用されることになります。溶媒処理系では、溶媒再生系からの一部の洗浄有機溶媒を受入れ、蒸発缶で水分や有機溶媒残渣を除去した後、溶媒蒸留塔で希釈剤 (ノルマルドデカン) と溶媒 (約 60% 以上の TBP) を回収します。回収された希釈剤と溶媒は、工程で再使用されます。

主要設備

酸回収設備

蒸発缶 (熱サイホン式減圧蒸発方式)	: 2 基
材 料	ステンレス鋼
精留塔 (棚段式減圧蒸留方式)	: 2 基
材 料	ステンレス鋼

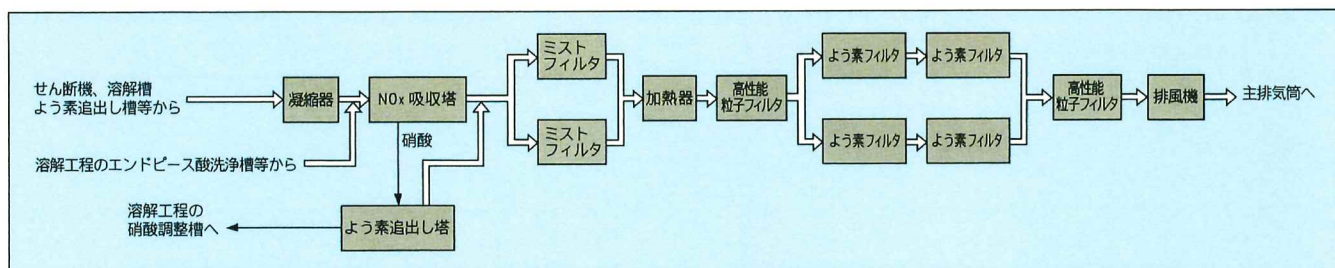
溶媒回収設備

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

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。

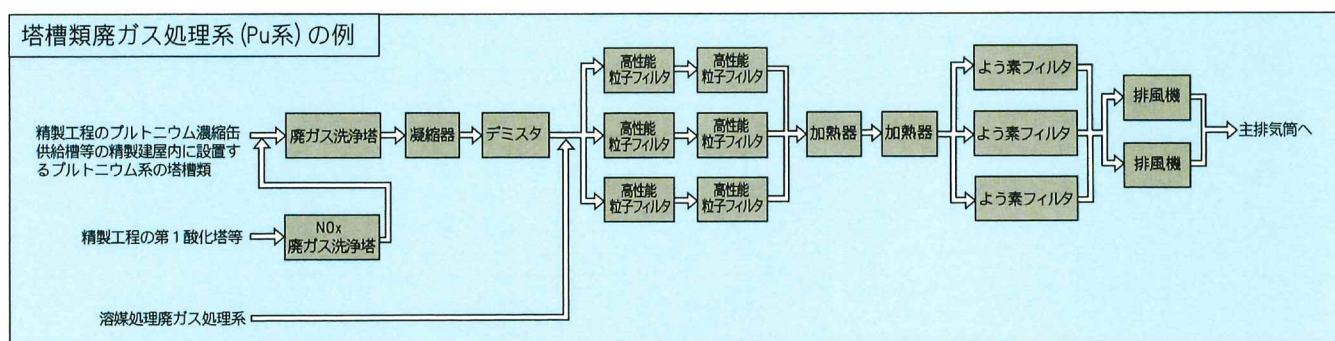
(1) せん断処理・溶解廃ガス処理設備



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、NO_x吸収塔での窒素酸化物（NO_x）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。

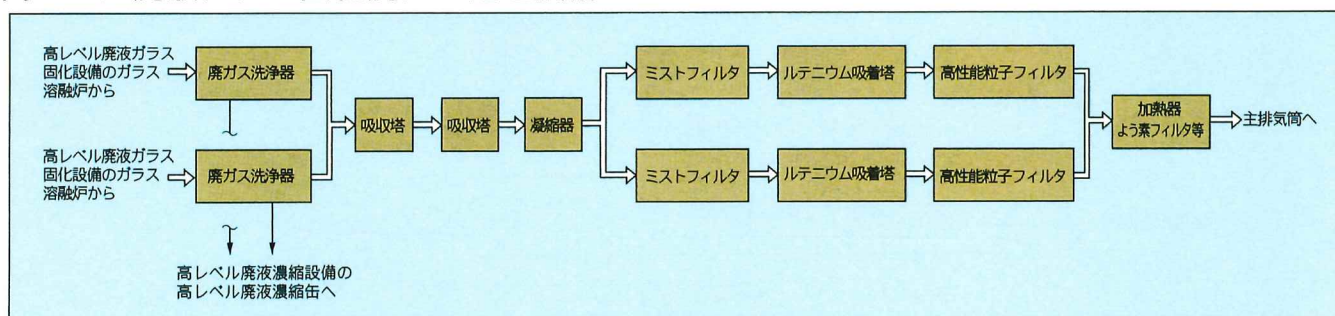
NO_x吸収塔で回収された硝酸は、よう素追出し塔において残留よう素を追い出した後、溶解槽で再使用されます。

(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熔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。

主 要 設 備

せん断処理・溶解廃ガス処理設備

高性能粒子フィルタ : 6基
 (1基×2段/系列×3系列)
 粒子除去効率 : 99.9%以上
 (0.3μmDOP粒子)/段
 よう素フィルタ : 12基
 (2基×2段/系列×3系列)
 よう素除去効率 : 99.6%以上

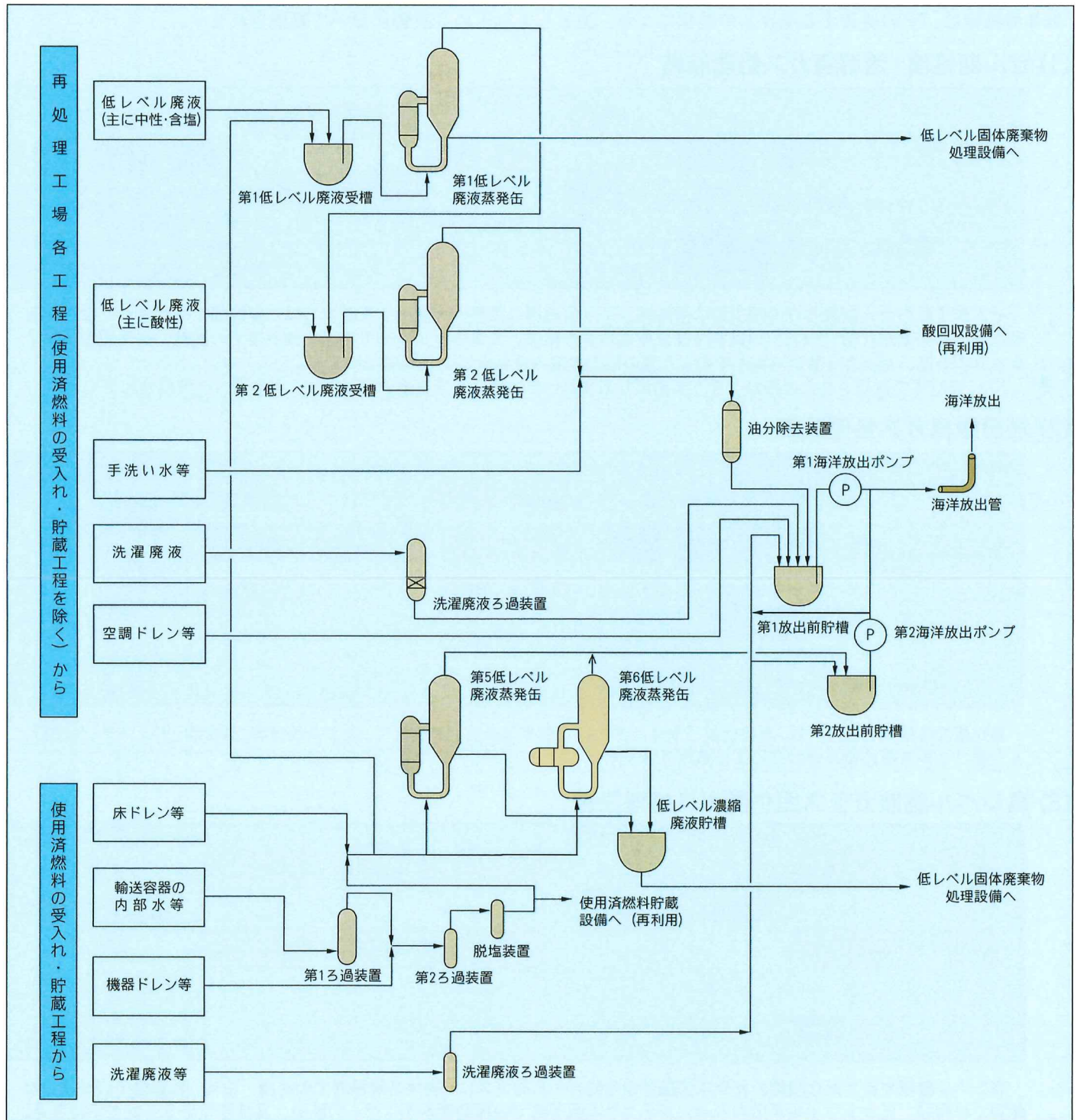
塔槽類廃ガス処理設備

高性能粒子フィルタ
 粒子除去効率 : 99.9%以上
 (0.3μmDOP粒子)/段
 よう素フィルタ
 よう素除去効率 : 90%以上

高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備

高性能粒子フィルタ
 たて置型円筒形 : 4基(2基×2段)
 箱型 : 2基
 粒子除去効率 : 99.9%以上
 (0.3μmDOP粒子)/段
 よう素フィルタ : 2基
 よう素除去効率 : 90%以上

液体廃棄物(低レベル廃液処理)

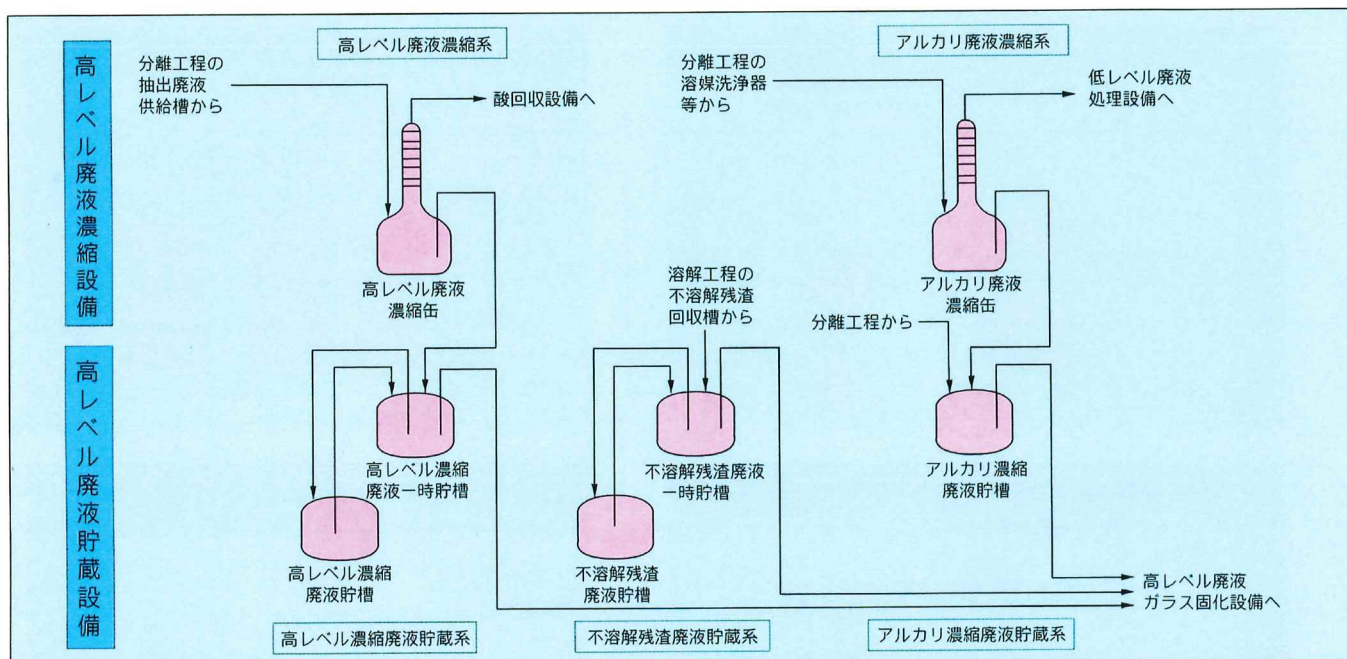


低レベル廃液は、その性状（酸性か中性か、塩（Na）を含むか否か等）に応じて分類され、低レベル廃液蒸発缶やろ過装置等により処理されます。処理後の排水は、放射性物質の濃度やPH等を測定し、基準値以下であることを確認した後、海洋へ放出されます。

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
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

液体廃棄物(高レベル廃液処理)

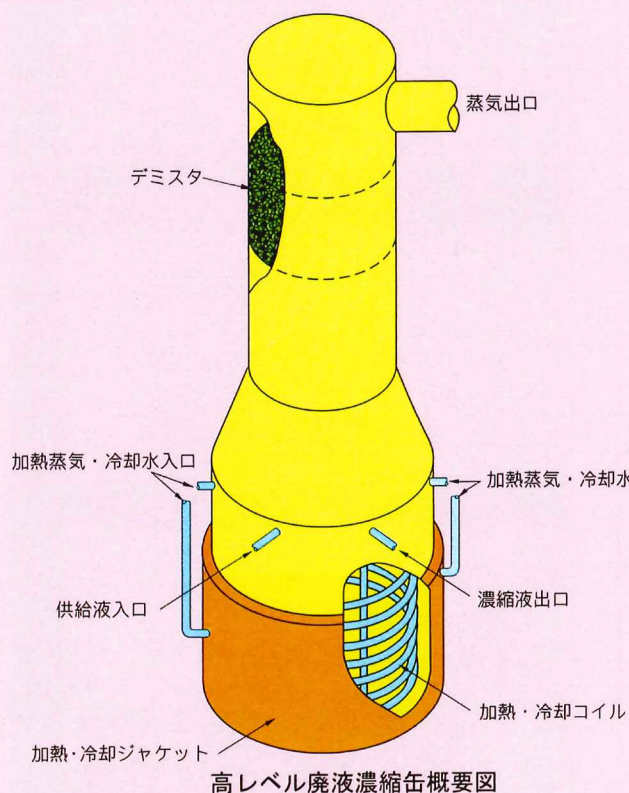


高レベル廃液処理工程は、高レベル廃液濃縮設備と高レベル廃液貯蔵設備とで構築されています。

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。

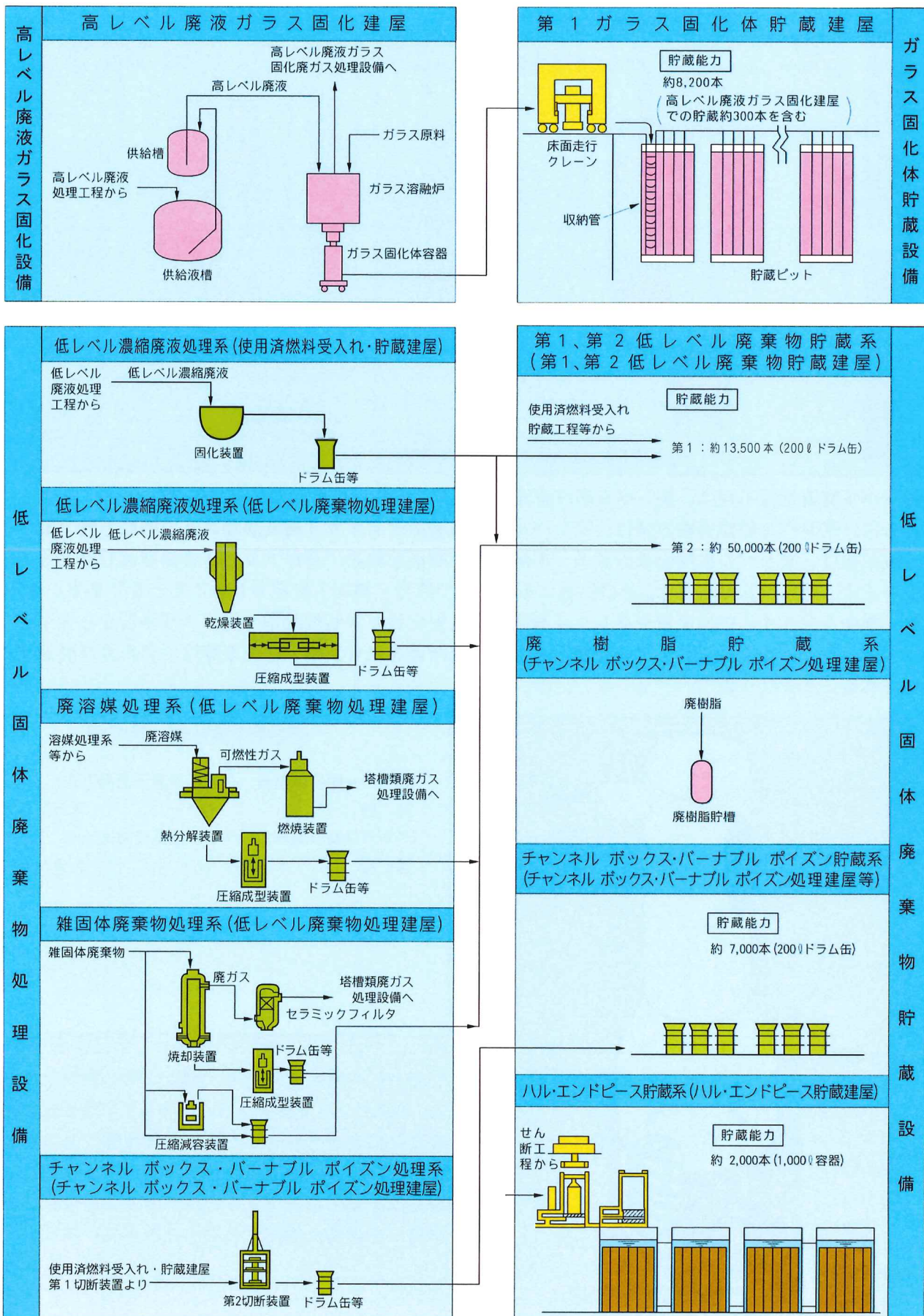
主要設備

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



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

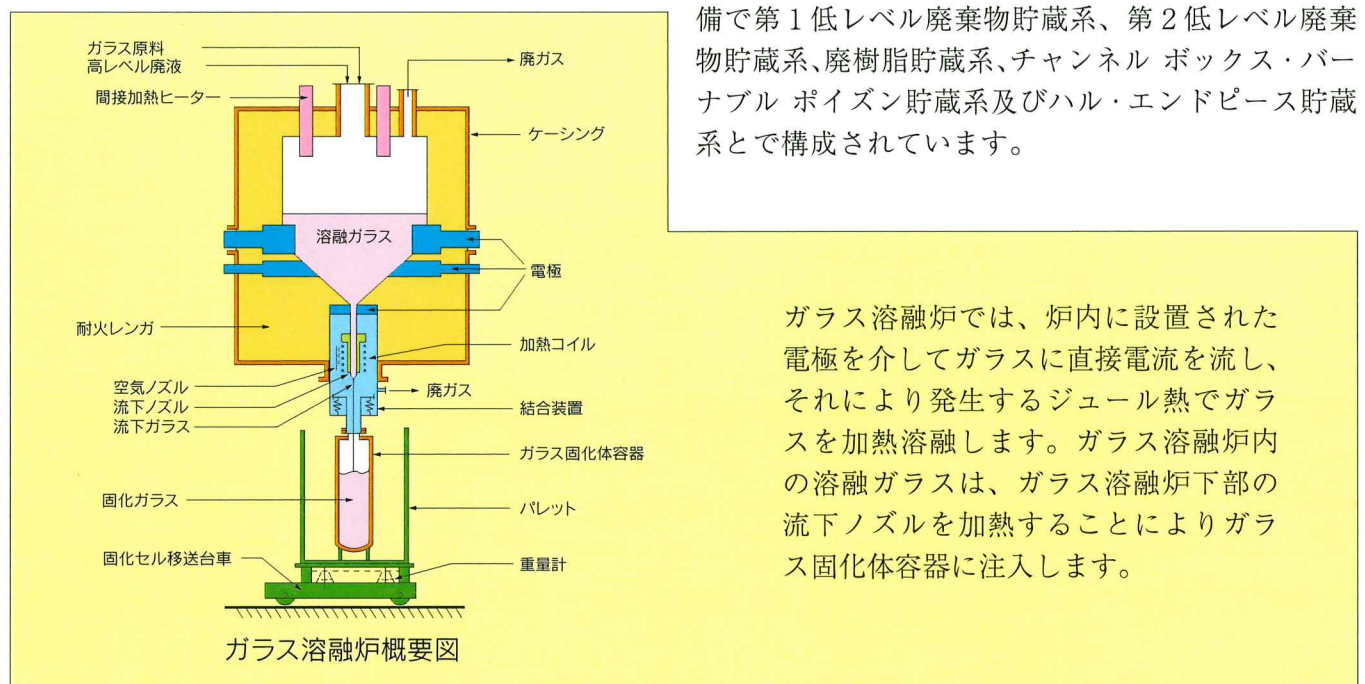
各工程から発生する紙、フィルタ、ポンプ等の雑固体廃棄物は、焼却、圧縮等の減容処理が行われた後、ドラム缶等に詰められます。

(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、ドラム缶等に詰められます。

●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。

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：ガンマ放射線量が高い分析試料（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。

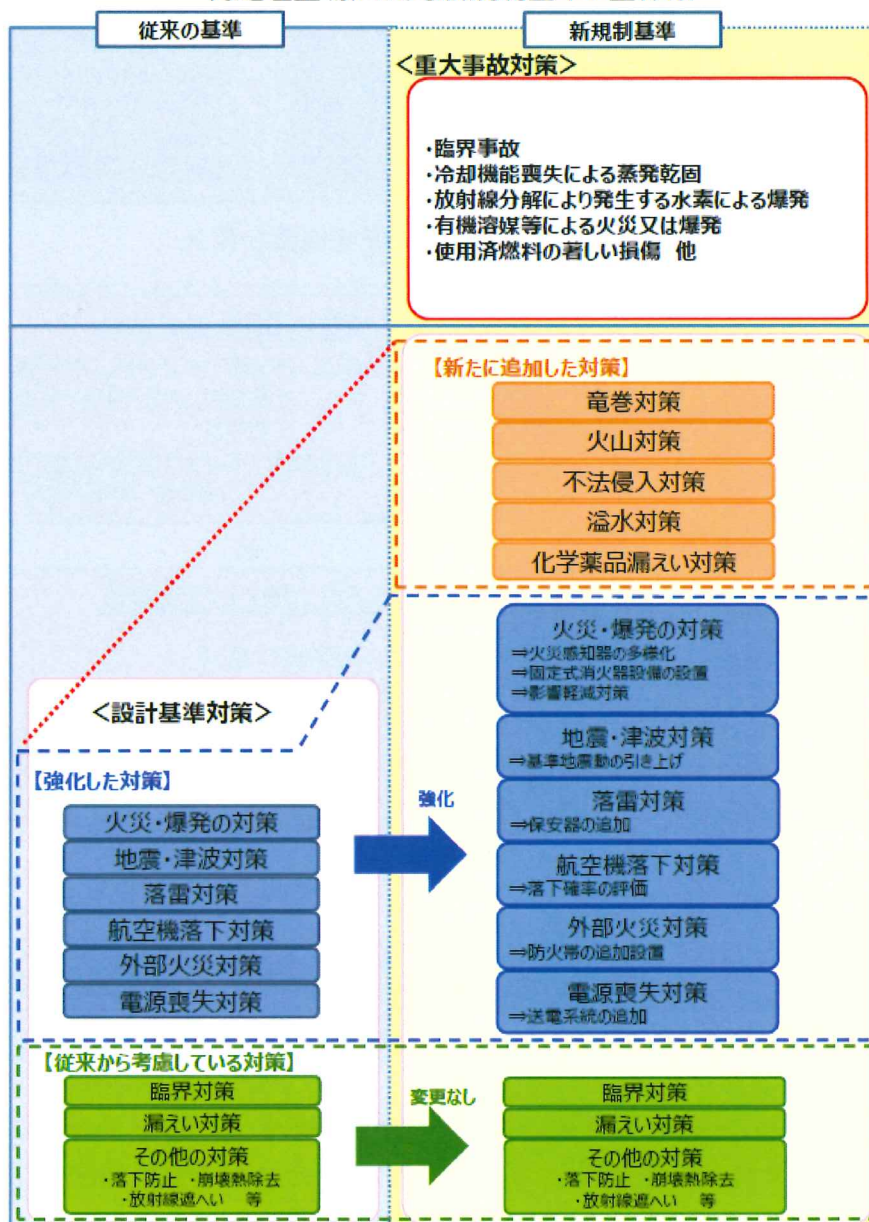
Ⅳ 安全対策

私たちはこれまで、新潟県中越沖地震や福島第一原子力発電所事故を契機として、施設の安全対策を強化してきました。

そして、福島第一原子力発電所事故の教訓および海外の知見などを反映して定められた“新規制基準（2013年12月施行）”を踏まえ、さらなる安全性向上のための取組みを強化しています。

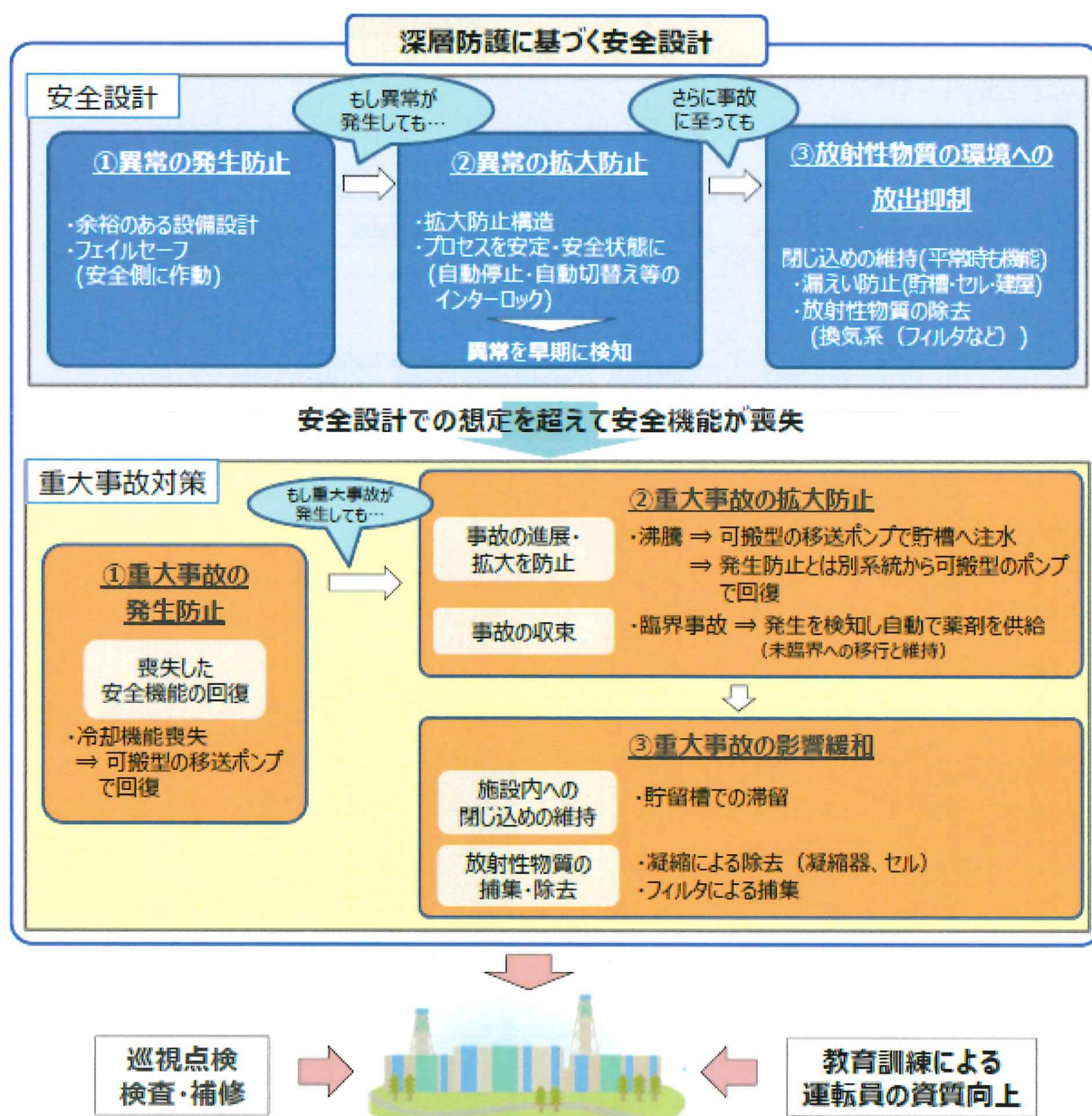


再処理工場における新規制基準の全体像



安全確保のための設計の考え方

再処理工場では、放射性物質を取り扱うことから、原子力発電所と同様に、いくつかの障壁（防護レベル）を用意して、あるレベルの防護に失敗したら次のレベルで防護するという深層防護の考え方を取り入れた安全設計を行っています。



V 技術開発

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、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
- ④ プラントの信頼性を支えるための材料研究、分析技術の向上
- ⑤ 再処理工場運営支援のための熱流動解析技術の活用



ガラス固化技術開発施設

ガラス固化技術の更なる信頼性の向上を図るため、新型ガラス溶融炉における各種試験などの研究・開発および遠隔操作の試験ならびに運転員等の技術習熟度訓練を行っています。



※上記施設は、いずれも放射性物質を使用しない施設として運営しています。



日本原燃株式会社

本社・再処理事業所

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字沖付4番地108

濃縮・埋設事業所

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字野附504番地22

TEL 0175-71-2000 (代表)

青森地域共生本社

青森県青森市新町二丁目2番11号

東奥日報新町ビル

TEL 017-773-7171 (代表)

東京支社

東京都千代田区内幸町2丁目2番3号 日比谷国際ビル

TEL 03-6371-5800 (代表)

ホームページアドレス <http://www.jnfl.co.jp/>

再処理工場の 安全性向上に向けた 取組みについて

安全性向上に 全力を尽くしています

当社は、福島第一原子力発電所の事故を教訓に、「こうした事故を二度と起こしてはならない」という強い決意のもと、更なる安全性向上に取り組んでいます。

このパンフレットでは、再処理工場における安全確保の基本的な考え方と、新規制基準※に基づき実施している対策や取り組みなどを紹介します。

※新規制基準:福島第一原子力発電所事故の教訓および海外の知見などを反映して定められた基準。

目次

- p. 2 安全性向上に向けた取り組みの全体イメージ
- p. 3 安全確保の基本的な考え方
- p. 4 再処理工場における新規制基準の全体像
- p. 5 従来から考慮している対策
- p. 6 強化した対策
- p. 7 新たに追加した対策
- p. 8 重大事故対策
- p. 9 万一に備えた対応力と技術力の向上
- p.10 想定されるトラブルとその対応をとりまとめた「トラブル対応事例集」

安全性向上に向けた取り組みの 全体イメージ



安全確保の基本的な考え方

再処理工場では、何重もの安全対策を講じる「深層防護」の考え方で設備を設計しています。また、巡視点検や検査・補修により設備の性能を維持・管理することはもとより、運転員の資質向上などを通じ、ハード・ソフトの両面から安全確保に努めています。

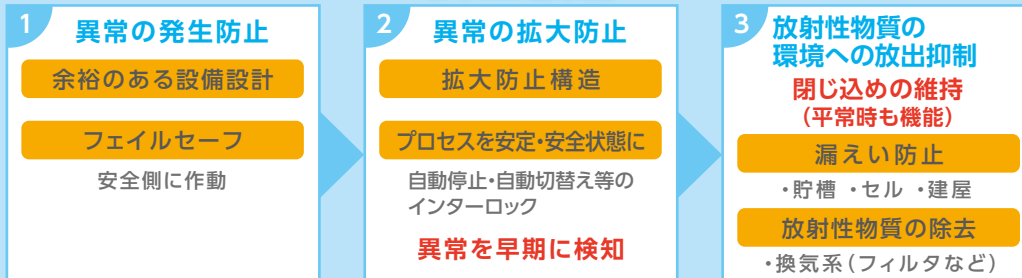


巡視点検
検査・補修

教育訓練による
運転員の資質向上

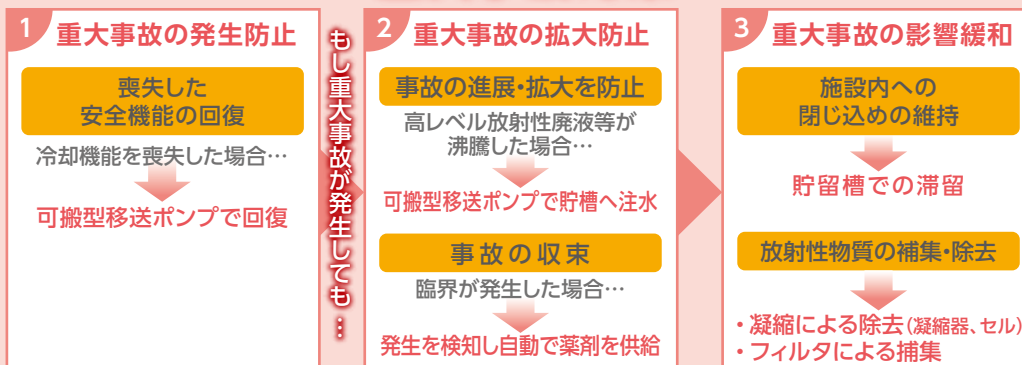
深層防護に基づく安全設計

安全設計



万一、安全設計の想定を超えて安全機能が喪失した場合

重大事故対策

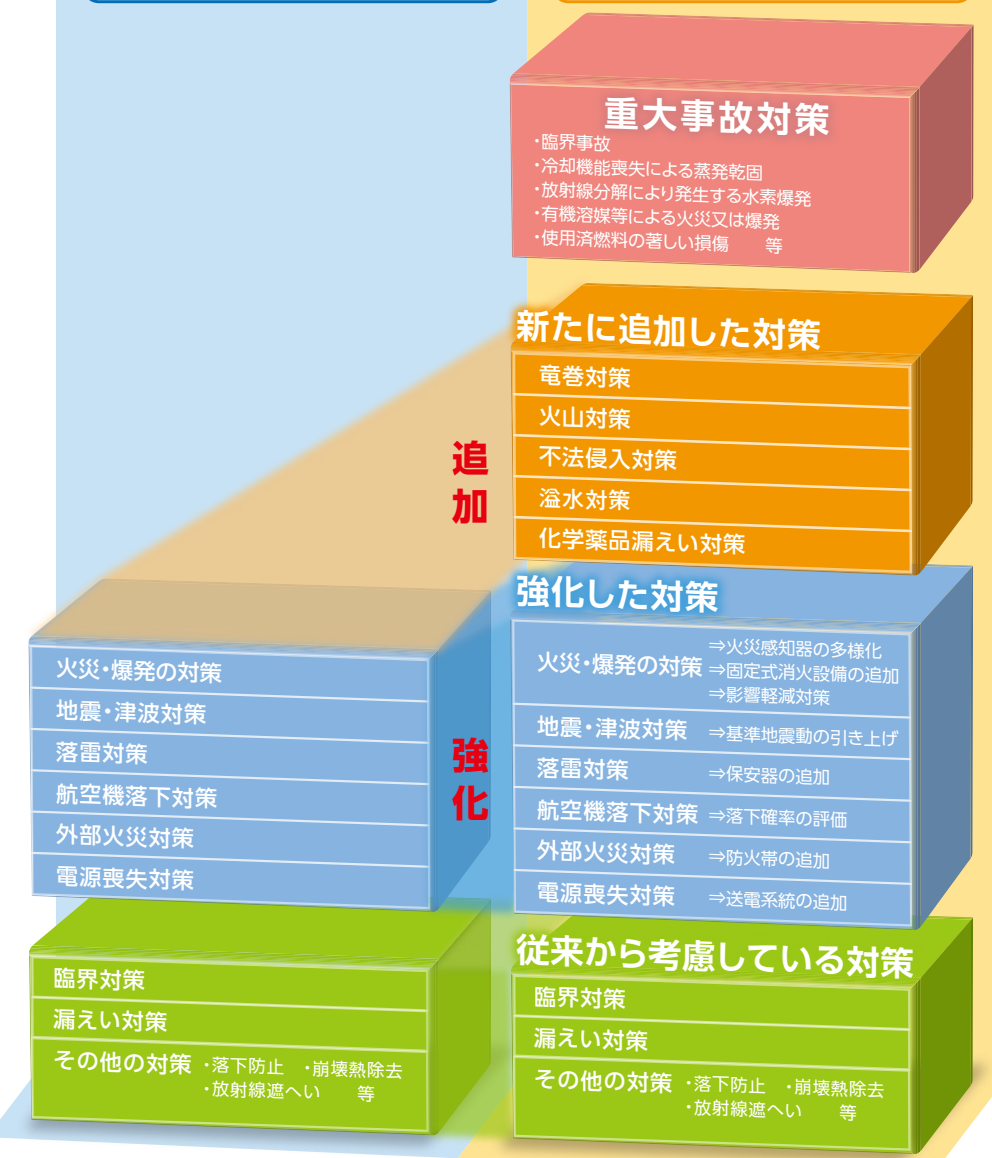


再処理工場における 新規制基準の全体像

再処理工場の安全対策は、「従来から考慮している対策」、「新規制基準」に基づいて「強化した対策」、「新たに追加した対策」、「重大事故対策」に整理されており、安全性を向上させています。

従来の規制基準

新規制基準



従来から考慮している対策

従来の設計基準に基づいて取り組んできた安全対策です。

放射性物質の漏えい対策

① 発生防止

重大事故の発生を防ぐ

- 放射性物質を取り扱う機器は、腐食しにくい材料を使用。
- 配管は、漏えいしにくい設計。

② 拡大防止

発生した事故の拡大を防ぐ

- 漏えい液を確実に施設内に閉じ込められる設計。
- ➡ 漏えい液受け皿の設置

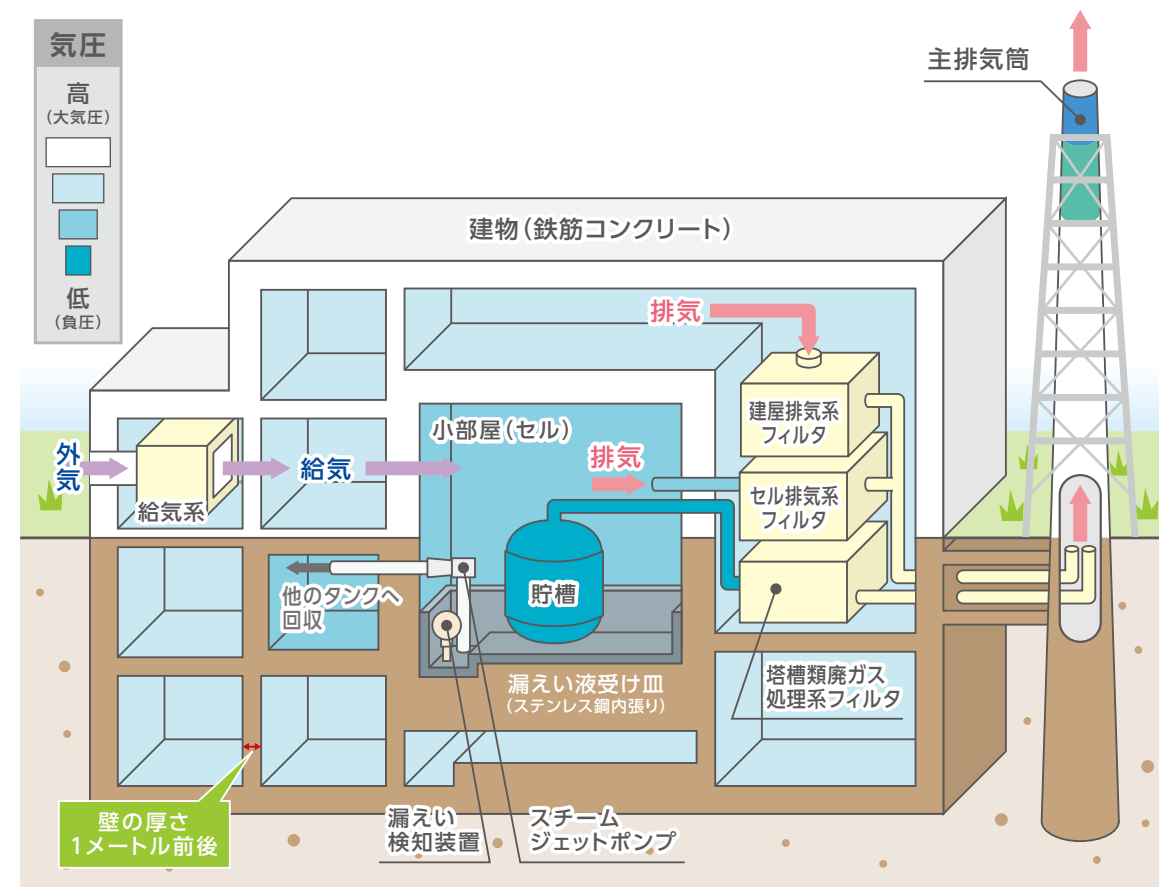
③ 影響緩和

周囲への影響を極力小さくする

- 放射性物質が施設外に放出しない設計。
- ➡ フィルタの設置

建物内部の気圧を、「建物」→「小部屋(セル)」→「機器(貯槽、配管等)」の順に低くし、気体状の放射性物質を建物の内側に閉じ込めます。

建物内にある空気は、フィルタにより放射性物質を除去した後、主排気筒から放出します。



他にも様々な対策を講じています。

強化した対策

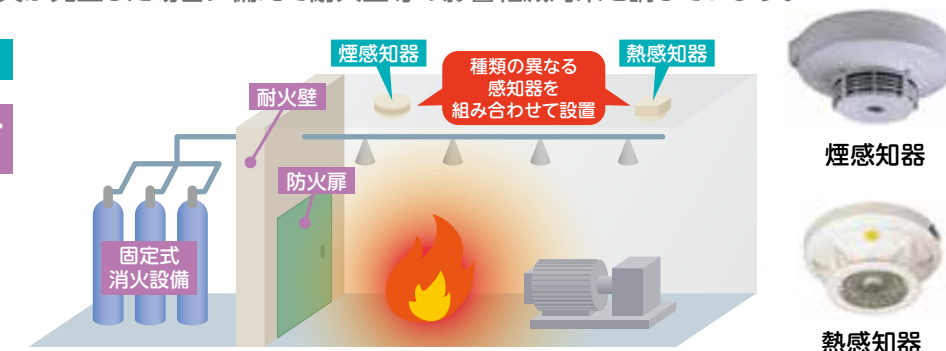
これまでの安全設計に加え、新規制基準を踏まえて安全設計を強化した対策を講じています。

火災・爆発の対策

異なる種類の火災感知器を設置することにより火災を早期に感知し、固定式消火設備によって消火します。また、火災が発生した場合に備えて耐火壁等の影響軽減対策を講じています。

火災の早期発見

火災の拡大防止・影響軽減



地震の対策

敷地周辺で発生する可能性のある最大の地震の揺れを想定し、基準地震動を450ガルから700ガルに引き上げ、強い揺れに耐えられるよう、耐震の強化対策を講じています。

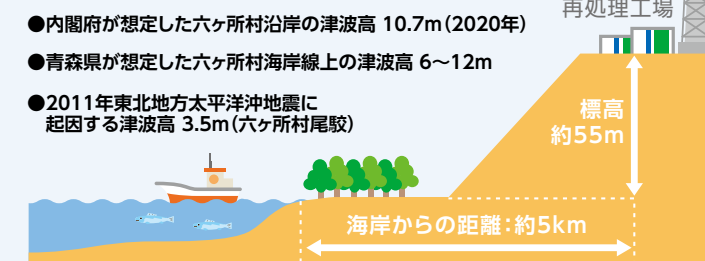
【対策の例】工場内の配管への耐震補強工事



コラム

津波の影響は？

2011年東北地方太平洋沖地震に起因する津波や最新の知見を踏まえて評価した結果、再処理工場は想定される津波の高さに対して十分高く立地していることを確認しました。



新たに追加した対策

これまでの安全設計に加え、新規制基準を踏まえた安全設計の強化として新たな対策を追加しています。

電巻対策

電巻による風圧や飛来物等によって、安全上重要な施設の機能が損なわれないようにします。

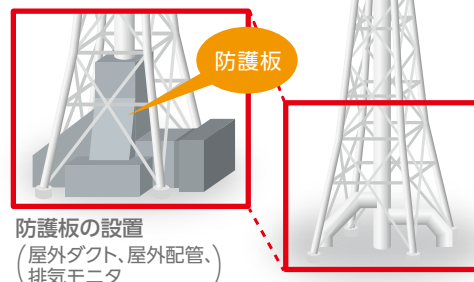
電巻の最大風速を毎秒100mと設定し、それに耐えられる対策を行います。

冷却塔や主排気筒の屋外ダクト等に、鋼鉄製の防護ネットや防護板を設置することで、電巻による飛来物から守ります。

【冷却塔の対策】



【主排気筒の対策】



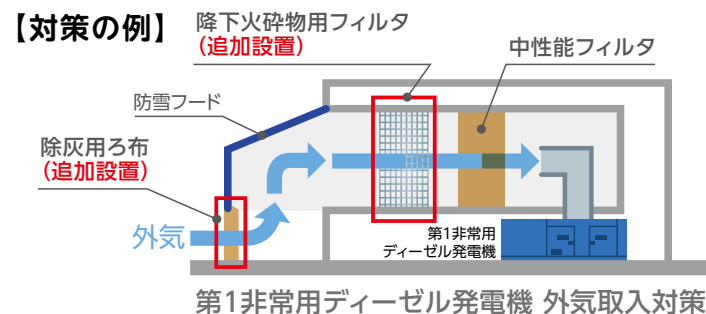
火山対策

火山の噴火により、安全上重要な施設の機能が損なわれないようにします。

火山の噴火に伴う降灰による設備の故障を防ぎます。

外気取入口への除灰用ろ布の取り付けによって、フィルタが目詰まりしないようにします。また、フィルタの追加設置等により、目詰まりした場合でもフィルタの清掃や交換を行えるようにします。

【対策の例】



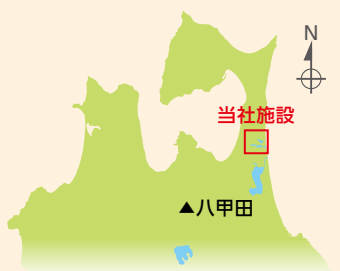
フィルタ交換のイメージ

コラム



火山の影響は？

約20万年前の八甲田火山の噴火を参考に、最大55cmの火山灰が降ることを想定し対策しています。

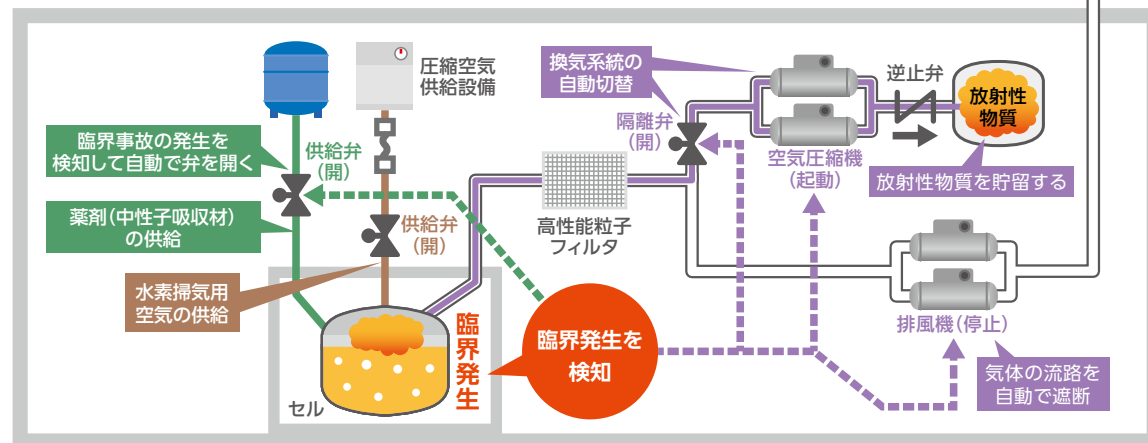


重大事故対策

安全設計において安全機能が喪失しないような対策を講じており、重大事故に至る可能性は極めて小さく考えていますが、放射性物質の放出に至る事故を網羅的に抽出し、それぞれの事故の特徴を踏まえた対策を準備しています。

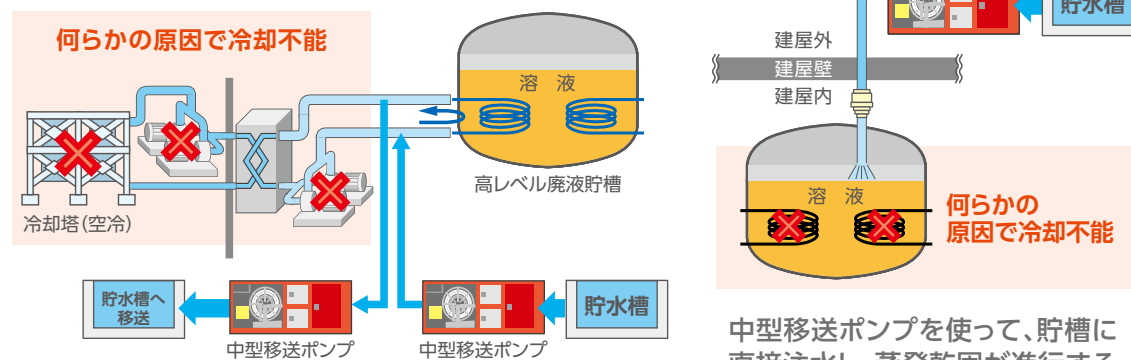
臨界事故への対策

- 臨界事故の発生を検知して、臨界を止めるための薬剤を自動で供給します。
- 機器内の水素濃度を低下させるため、空気を手動で供給します。
- 換気系統を自動で切り替えることで、発生した放射性物質を貯留します。



冷却機能喪失による蒸発乾固への対策

- 可搬型のポンプを使って冷却します。



- 冷却できなくても、フィルタを通すことにより、外部への放射性物質の放出量を低減します。

万ーに備えた 対応力と技術力の向上

大きな地震が発生し、外部電源が喪失するとともに、各施設でさまざまな事象が同時発生した場合などの過酷な場面を想定しながら、収束に向けて迅速かつ的確な対応ができるよう訓練を実施しています。

このような訓練を繰り返し行い、対応力や技術力の向上に努めてまいります。



対策本部



冷却水を移送するためのホース展張訓練



電源喪失時を想定し電源ケーブルを敷設する訓練



電源喪失時を想定し電源ケーブルを接続する訓練



厳冬期における沼からの取水訓練



運搬道(アクセスルート)を確保するためのがれき撤去訓練

想定されるトラブルと その対応をとりまとめた 「トラブル対応事例集」



再処理工場は数多くの機器や設備から構成されているため、トラブルは発生しうるものと考えています。「トラブル対応事例集」では、これらのトラブル事例やその対応について詳しく紹介しています。

当社では、地域の皆さまにご理解を深めていただけるよう、各種説明会や訪問活動などの機会にコミュニケーションのツールとして、このトラブル対応事例集を活用していきます。

トラブル対応事例集にはどんなことが記載してあるの？



発生が想定される軽微な機器故障などへの対応事例や、過去に発生した工場の運営に影響を与えたトラブルの再発防止対策など、事象分類別に代表的な事例を記載しています。



トラブル対応事例集はどこで読むことができるの？



トラブル対応事例集の電子ブックは、当社ホームページ上で公開しています。
(パソコン・スマートフォン等で閲覧可能)



「トラブル対応事例集」はこちら



詳しくは当社ホームページからご覧いただけます。



日本原燃株式会社

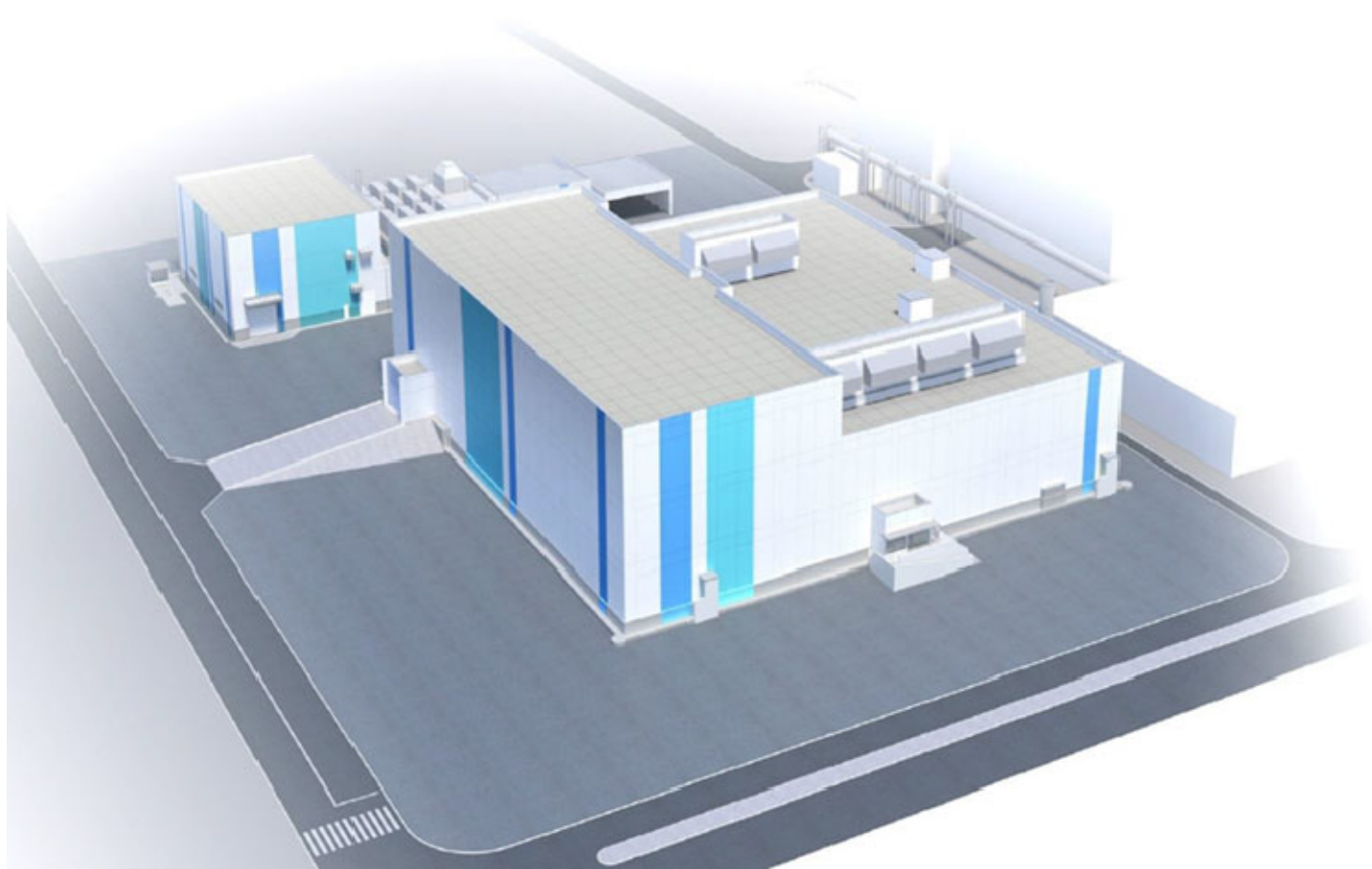
青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字沖付4番地108
TEL 0175-71-2002

2021.01

※この冊子では、ユニバーサルデザイン(UD)の考え方に基づき、より多くの人へ適切に情報を伝えられるよう配慮した見やすいユニバーサルデザインフォントを採用しています。



モックス
MOX燃料工場

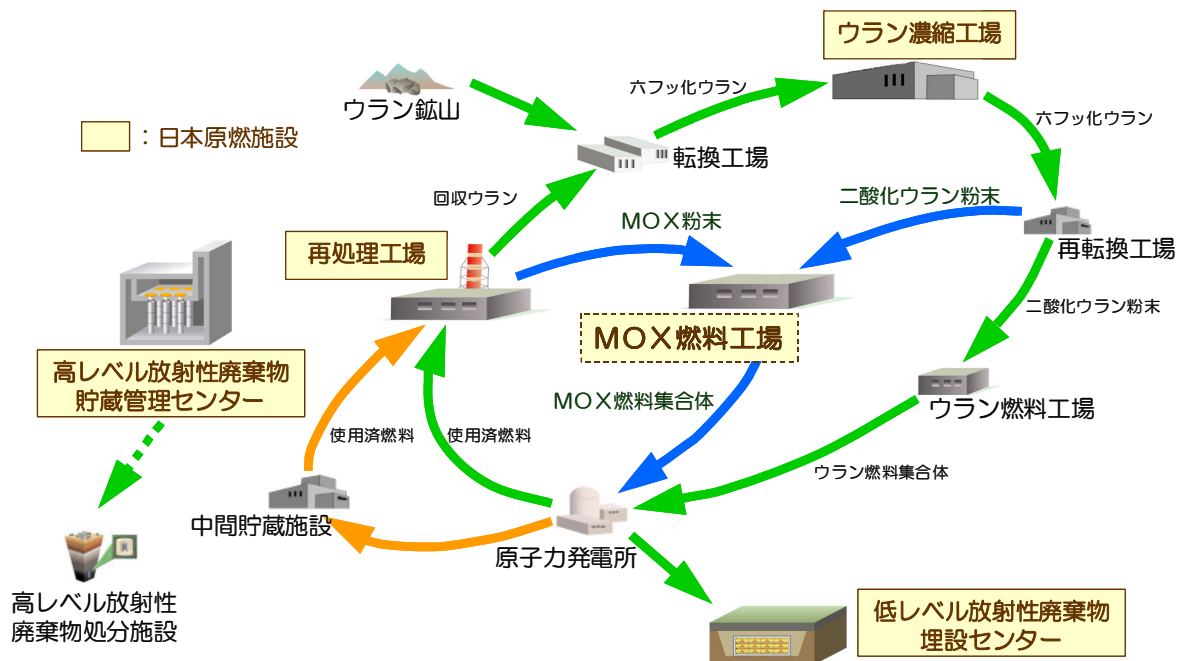


日本原燃株式会社

JAPAN NUCLEAR FUEL LIMITED

“MOX燃料工場”は、“原子燃料サイクル”の重要な柱の一つです。

“原子燃料サイクル”



“MOX燃料”の利用によりエネルギー資源の有効利用が図られます。

◆ MOX燃料に使うプルトニウムは、原子炉の中で生まれ、再処理により取り出します。

原子力発電所では、ウランの核分裂だけではなく、発電中にウラン燃料からプルトニウムが生まれ、さらにその一部が核分裂して発電に利用されています。

原子力発電所で使い終えた燃料（“使用済燃料”といいます。）中には、まだ燃料として再利用できるウランやプルトニウムが残っています。このウランとプルトニウムは、使用済燃料を化学的に処理することにより、取り出すことができます。（“再処理”といいます。）

この取り出したウランとプルトニウムは、同量ずつ混合して酸化物（“ウラン・プルトニウム混合酸化物”粉末）の形態で再処理工場からMOX燃料工場へ送り出します。

◆ わが国では、核拡散防止の観点からプルトニウムは単独で取り出さないこととしています。

◆ 使用済燃料を再処理して得られる“ウラン・プルトニウム混合酸化物（MOX）粉末”は、MOX燃料工場で加工され、MOX燃料に生まれ変わります。

このMOX燃料を現在運転中の原子力発電所（軽水炉）で使用すること（“プルサーマル”といいます。）によって、資源の有効利用を図ることができます。

MOX燃料は、資源の乏しいわが国にとって、技術力によって新たに生み出した貴重なエネルギー源であるといえます。

MOX燃料工場は、わが国で初めての商業用MOX燃料工場として再処理工場の隣に建設しています。

“プルトニウム”ってなに？

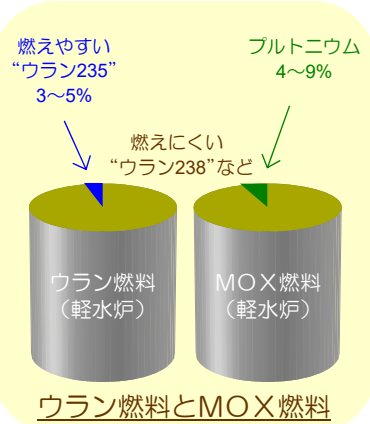
“プルトニウム”とは、1940年、アメリカのシーボーグ博士らにより発見された原子番号94の金属元素です。
エネルギー資源の乏しい我が国にとって貴重なエネルギー源となる物質です。

“MOX”ってなに？

“MOX”（「モックス」といいます。）とは、ウランとプルトニウムの混合酸化物〔Mixed Oxide〕の略です。

“MOX燃料”ってなに？

“MOX燃料”とは、ウランとプルトニウムを混ぜ合わせて作った燃料です。
ウランには、核分裂しやすい（燃えやすい）“ウラン235”と核分裂しにくい（燃えにくい）“ウラン238”があります。
ウラン燃料は、ウラン濃縮により、燃えやすいウラン235の割合を3～5%に高めたものですが、この燃えやすいウラン235の代わりにプルトニウムを使うのがMOX燃料です。

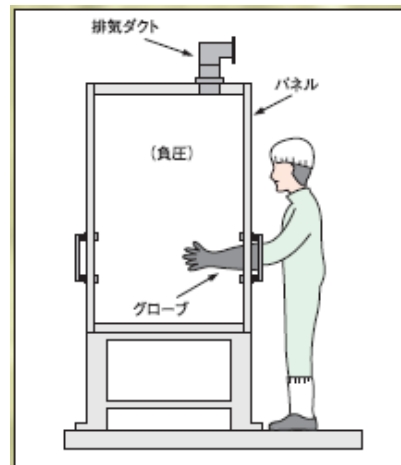


“プルサーマル”ってなに？

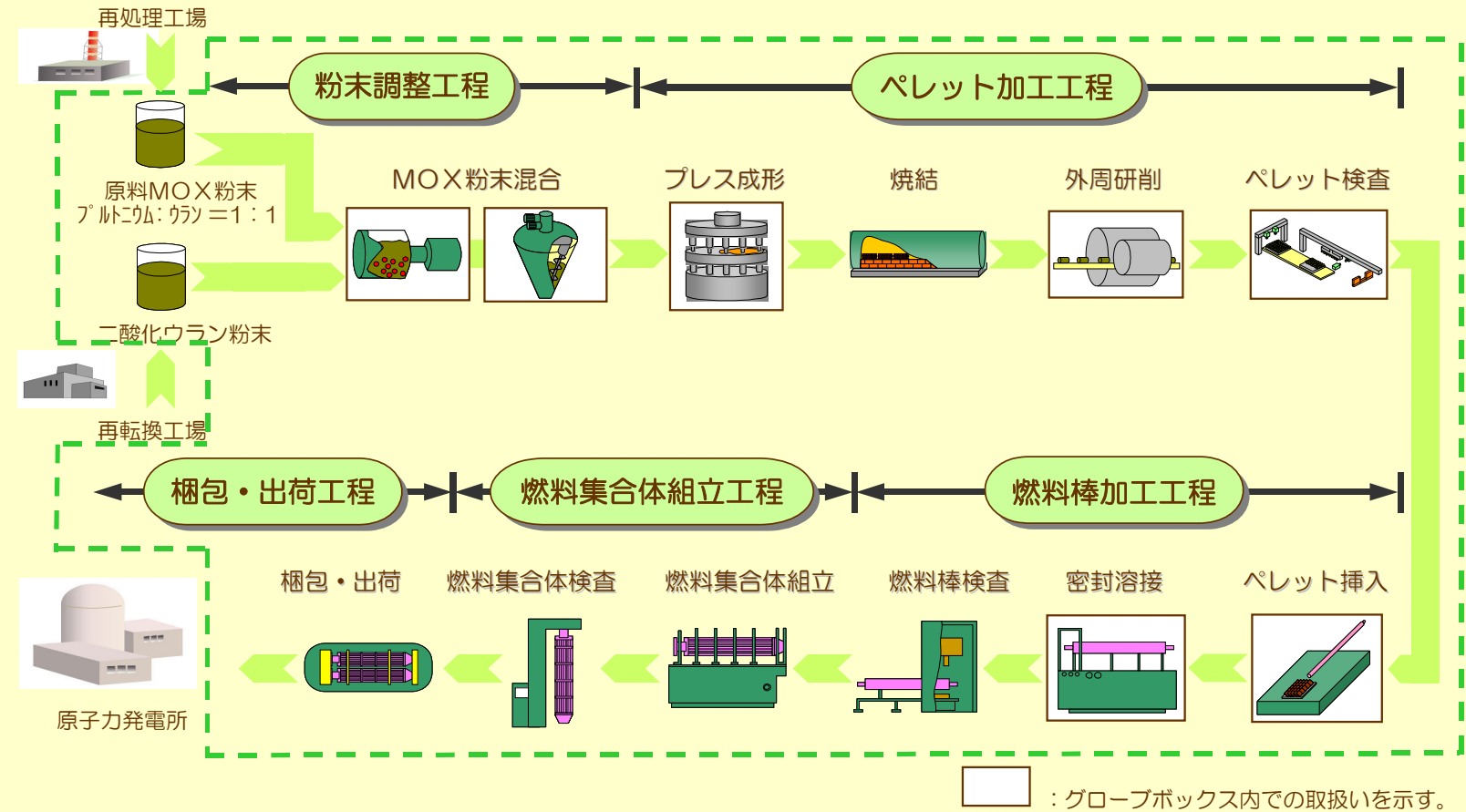
MOX燃料工場で、新たに作ったMOX燃料を原子力発電所（軽水炉）で使用することを“プルサーマル”（プルトニウムとサーマルリアクター（軽水炉）を組み合わせた造語です。）といいます。

“グローブボックス”ってなに？

MOX燃料工場では、“グローブボックス”と呼ばれる気密性のある箱の中に設備・機器を設置し、放射性物質（MOX粉末等）を閉じ込めた状態で遠隔・自動運転により製造します。
また、グローブボックスは、設備・機器の保守・点検等を行えるようにグローブを取り付けてあります。
放射性物質が漏れ出てくることのないようにグローブボックス内の気圧を部屋より低くします。（“負圧”といいます。）



“MOX燃料ができるまで”



“MOX粉末混合”
“プレス成形”
“焼結”

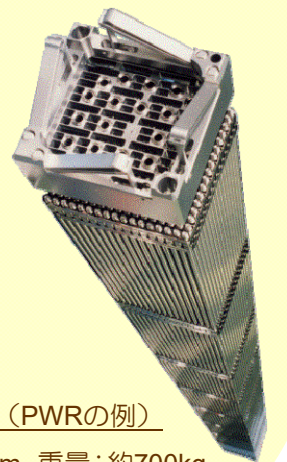
MOX粉末と二酸化ウラン粉末を混ぜ合わせてプルトニウム濃度を調整します。
混合した粉末をプレス機により押し固め、円筒形の“グリーンペレット”に成形します。
グリーンペレットを金属の皿に並べ、焼結炉にて高温で焼き固めます。
（焼き固めた後は、“ペレット”といいます。陶磁器のような安定な酸化物となります。）

“外周研削”
“ペレット検査”
“ペレット挿入”
“密封溶接”

ペレットの外周を削り、外径を揃えます。
ペレットの寸法・密度・外観等の検査を行います。
合金のさや（“被覆管”といいます。）にペレットを挿入します。
ペレットが挿入された被覆管に端栓を溶接で取り付け密封します。
（ペレットを密封した被覆管を“燃料棒”といいます。）

“燃料棒検査”
“燃料集合体組立”
“燃料集合体検査”
“梱包・出荷”

燃料棒の寸法・外観等の検査を行います。
燃料棒を各種部材と組み合わせ、“燃料集合体”に組み立てます。
燃料集合体の寸法・外観等の検査を行います。
燃料集合体を輸送容器に収納し、原子力発電所へ向けて出荷します。



燃料集合体（PWRの例）
全長：約4m、重量：約700kg

MOX燃料工場は、MOXの特質および国内外の実績を考慮し“安全対策”を講じます。

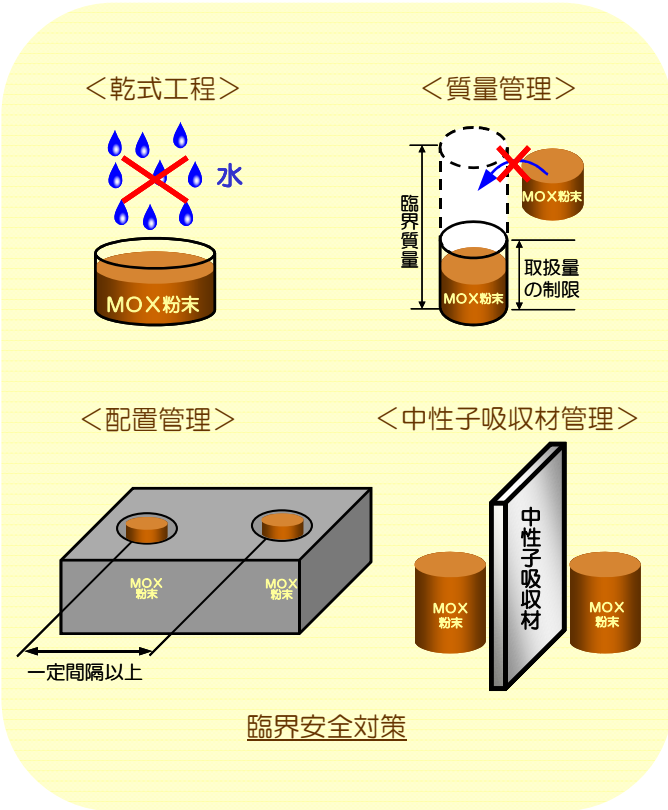
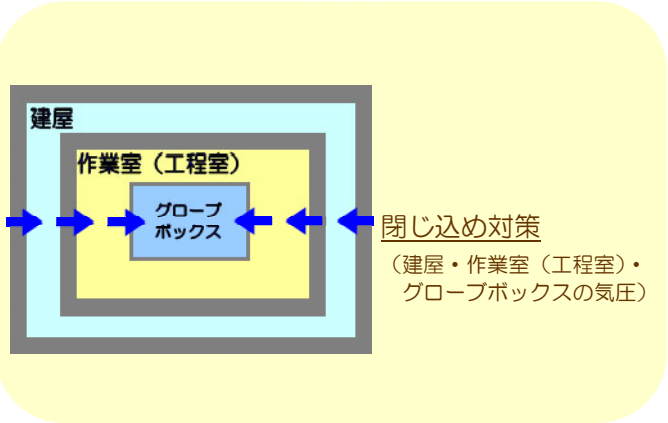
MOX燃料の製造は危なくないの？

MOX燃料工場の製品であるMOX燃料集合体およびそれを製造する工程は、ウラン燃料工場の場合とほぼ同じ（MOX燃料工場の場合、MOX粉末を所定のプルトニウム濃度に調整する工程があります。）ですが、MOX燃料工場で取り扱うプルトニウムは、ウランに比べて放射能が高いという特徴を持っています。MOX燃料工場では、この特徴を十分考慮して、放射性物質をグローブボックスに閉じ込めた状態で製造したり、必要に応じて、しゃへい対策を講じる等、“安全対策”を徹底します。

MOX燃料工場の“安全対策”とは？

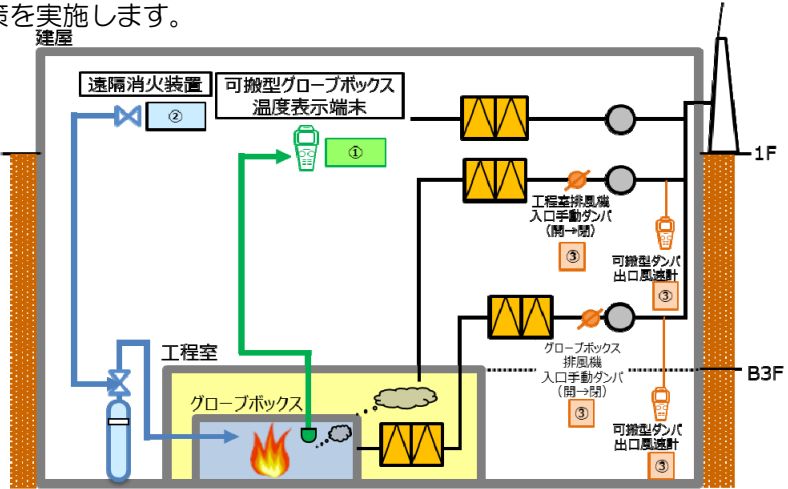
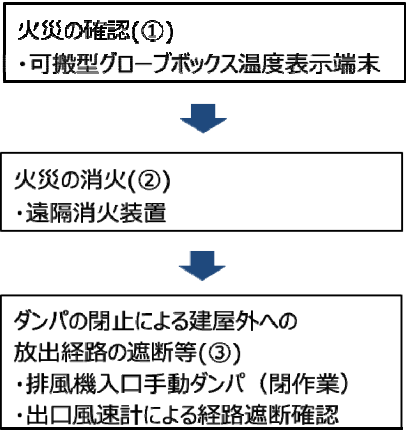
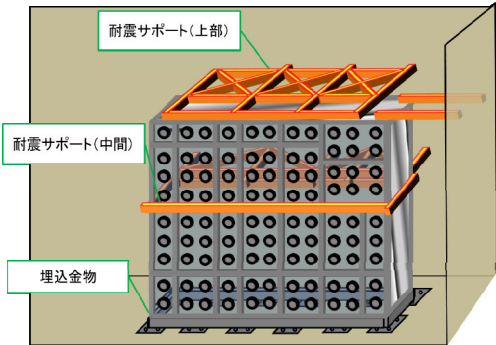
安全性の確保を大前提とし、関係法令、規格、基準等を満足することはもちろん、一般の皆様およびMOX燃料工場の従事者の放射線被ばくを合理的に達成可能な限り低く抑えます。これらを具体化するため、以下の安全対策を実施します。

- ◆閉じ込め対策（内部被ばく防止対策）
 - MOX粉末等は、気密性のあるグローブボックスの中で取り扱います。
 - グローブボックス内を負圧に維持することによりMOX粉末等の漏えい防止を図ります。
 - 建屋、作業室（工程室）、グローブボックスの順に気圧が低くなるよう管理し、汚染拡大防止を図ります。
- ◆放射線しゃへい対策（外部被ばく防止対策）
 - 放射性物質を地下階で取り扱うことおよび建物構造壁（コンクリート）によるしゃへいにより一般の皆様の被ばく防止を図ります。
 - 設備の遠隔操作・自動化および設備・機器のしゃへいにより従事者の被ばく低減を図ります。
- ◆臨界安全対策
 - 乾式工程を採用することに加え、質量管理、中性子吸収材管理、配置管理等を組み合わせ、決して“臨界”が起こらないようにします。
- ◆地震対策
 - 想定される地震力に対しても、必要な安全機能が維持できるよう、十分な耐震対策を講じます。
- ◆火災・爆発防止対策
 - 不燃性、難燃性材料を使用します。
 - 主要なグローブボックスを窒素ガス雰囲気にします。
 - グローブボックスは、火災検知・警報・自動消火設備を設置します。
 - 建物には、火災検知、警報、消火設備を設置します。
 - 可燃性ガス（水素ガス）による爆発を防止します。
- ◆放射性廃棄物の放出管理
 - MOX燃料工場からの排気は、高性能エアフィルタでろ過し、放射性物質濃度が法令に定める濃度限度以下であることを監視しながら排気口から放出します。
 - MOX燃料工場からの廃液は、ろ過処理等を行い、放射性物質濃度が法令に定める濃度限度以下であることを確認した後、再処理工場の海洋放出管を経由して海洋に放出します。



新規制基準により追加した主な“安全対策”とは？

- ◆グローブボックスの耐震性強化
 - 閉じ込め対策として、MOX粉末を取り扱うグローブボックスは、敷地で想定される最大規模の地震の揺れにも耐えられる設計とします。
- ◆グローブボックス内火災に対する対策（重大事故対策）
 - MOX粉末を建屋の外に放出させないために閉じ込め対策を実施しています。
 - 閉じ込め対策に加え、大きな事故に進展する恐れのある事象が発生した場合は、全ての核燃料物質の動きおよび全ての送排風機を停止し、MOX粉末を建屋の外に放出する駆動力を排除します。
 - 対策を実施しても、MOX粉末を収納するグローブボックスで火災が発生した場合には、火災による気流によって、MOX粉末が建屋の外へ放出される可能性があることから、グローブボックス内火災を重大事故に選定し、以下の対策を実施します。



MOX燃料加工事業計画の経緯

1998（平成 10 年）	12 月 2 1 日	電気事業連合会より国内MOX燃料加工事業に関する事業化調査への協力要請を受け、事業化調査開始
2000（平成 12 年）	11 月 2 0 日	電気事業連合会より六ヶ所村立地を前提に事業主体になるよう要請を受け、MOX燃料加工事業に関する事業主体表明
	12 月 2 7 日	核燃料サイクル開発機構（現：日本原子力研究開発機構）と建設・運転等に関する技術協力協定を締結
2001（平成 13 年）	8 月 2 4 日	青森県並びに六ヶ所村に立地協力要請
2005（平成 17 年）	4 月 1 9 日	青森県並びに六ヶ所村とMOX燃料加工施設の立地への協力に関する基本協定を締結
	4 月 2 0 日	経済産業省へ核燃料物質加工事業許可申請書を提出
2010（平成 22 年）	5 月 1 3 日	経済産業省から核燃料物質加工事業許可
	10 月 2 8 日	着工
2013（平成 25 年）	12 月 1 8 日	加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則施行
2014（平成 26 年）	1 月 7 日	原子力規制委員会へ核燃料物質加工事業変更許可申請書を提出
2020（令和 2 年）	12 月 9 日	原子力規制委員会から MOX 燃料工場の事業変更許可

MOX燃料工場の概要

建設地点	青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸 再処理事業所内	最大加工能力	130 t-HM [*] /年
主建屋規模	約85m × 約85m 地上2階、地下3階	製品	国内軽水炉（BWRおよびPWR）用 MOX燃料集合体
		しゅん工時期	2024（令和6）年度 上期

※「t-HM」（“トン・ヘビーメタル”といいます。）とは、MOX中のプルトニウムとウランの金属成分の質量を表す単位です。

MOX燃料の製造および使用は、40年以上の実績があります。

世界のMOX燃料の使用実績

2020年1月現在

国名	装荷体数 （装荷プルト数）	国名	装荷体数 （装荷プルト数）
フランス	3,500（23）	スイス	280（3）
ドイツ	2,474（12）	ベルギー	96（1）
日本	900（6）	米国	8（2）
合計（軽水炉・新型転換炉・高速増殖炉）		7,258 体（47 基）	

参考：「原子力・エネルギー」図面集 を基に作成

世界の主なMOX燃料加工施設

2020年1月現在

国名	運転者	所在地	炉型	設備能力
フランス	Orano Cycle	バニョルシュルーセズ （MELOX 工場）	PWR, BWR	195 t-HM /年
日本	日本原子力研究開発機構（JAEA）	茨城県東海村 （プルトニウム燃料第三開発室）	FBR	4.5 t-HM /年
	日本原燃株式会社（JNFL）	青森県六ヶ所村 （MOX 燃料工場）	PWR, BWR	130 t-HM /年
ベルギー	FBFC International	デッセル （デッセル工場）	PWR, BWR	200 t-HM /年

参考：「原子力・エネルギー」図面集 を基に作成

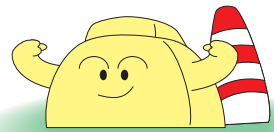
会社概要

名 称	日本原燃株式会社 JAPAN NUCLEAR FUEL LIMITED（略称：JNFL）
事業目的	1. ウランの濃縮 2. 原子力発電所等から生ずる使用済燃料の再処理 3. 前記 2.に関する海外再処理に伴う回収燃料物質および廃棄物の一時保管 4. 低レベル放射性廃棄物の埋設 5. 混合酸化物燃料の製造 6. ウラン、低レベル放射性廃棄物および使用済燃料等の輸送 7. 前各号に付帯関連する事業
所 在 地	◆本社・再処理事業所 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字沖付 4 番地 108 TEL：0175-71-2000（代表） ◆濃縮・埋設事業所 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字野附 504 番地 22 TEL：0175-72-3311（代表） ◆青森地域共生本社 青森県青森市新町 2 丁目 2 番 11 号 東奥日報新町ビル TEL：017-773-7171（代表） ◆東京支社 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 3 号 日比谷国際ビル TEL：03-6371-5800（代表）
ホームページ	http://www.jnfl.co.jp/

日本原燃株式会社

海外から返還されるガラス固化体の管理について

しくみと安全性



日本原燃株式会社
JAPAN NUCLEAR FUEL LIMITED
(略称JNFL)

□本社・再処理事業所
青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字沖付
4番地108
濃綿・埋設事業所
青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字野附
504番地22
TEL:0175-71-2000(代表)

□青森地域共生本社
青森県青森市新町二丁目2番11号
東奥日報新町ビル
TEL:017-773-7171(代表)

□東京支社
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
日比谷国際ビル
TEL:03-6371-5800(代表)

ホームページ <http://www.jnfl.co.jp>

 日本原燃株式会社

もくじ

C O N T E N T S	ページ
高レベル放射性廃棄物 貯蔵管理センター	2
海外から返還される ガラス固化体の受入れ概要	3
輸送・運搬	4
ガラス固化体の製造	5
ガラス固化体の特性	6
返還される ガラス固化体の性状	7
施設の概要	8
しくみ	9・10
検査設備	11・12
貯蔵設備	13
放射能監視と管理	14
施設の安全性	15・16
廃棄物管理事業のあゆみ	17・18

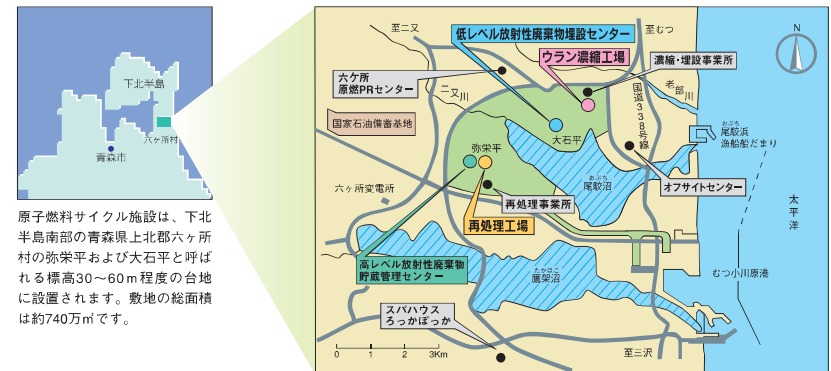
高レベル放射性廃棄物 貯蔵管理センター

わが国では、再処理で使用済燃料からプルトニウム、ウラン等の有用物質を分離した後に残存する高レベル放射性廃棄物は、安定な形態に固化した後、30年から50年間程度冷却のための貯蔵を行い、その後地層処分をすることとしています。

（「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」平成12年原子力委員会）

当社では、海外から返還される高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）を貯蔵するために高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターを再処理事業所内に設置しています。

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの位置



海外から返還されるガラス固化体の受入れ概要

電気事業者(9電力会社・日本原子力発電(株))は原子力発電所から発生する使用済み燃料の一部をフランスおよびイギリスの再処理工場に委託して再処理しています。

再処理し分離されたウランやプルトニウムは、原子燃料として再利用するため電気事業者に返還され、同時に発生する放射性廃棄物も返還されます。

この放射性廃棄物のうち高レベル放射性廃棄物は、安定な形態に固化したガラス固化体として返還されます。

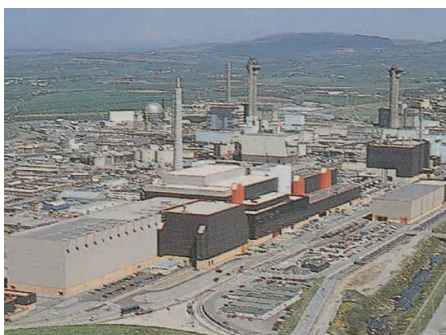
返還されたガラス固化体は、六ヶ所村の高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターで、最終的な処分に向けて搬出されるまでの30～50年間冷却・貯蔵されます。

ガラス固化体の輸送は、平成7年(1995年)4月より開始され、平成19年(2007年)3月末までに1,310本がフランスより返還されています。フランスからのガラス固化体の返還は終了し、平成22年(2010年)3月よりイギリスからガラス固化体の返還が開始されています。

また放射能レベルの低い廃棄物(低レベル放射性廃棄物)も返還されることになっています。

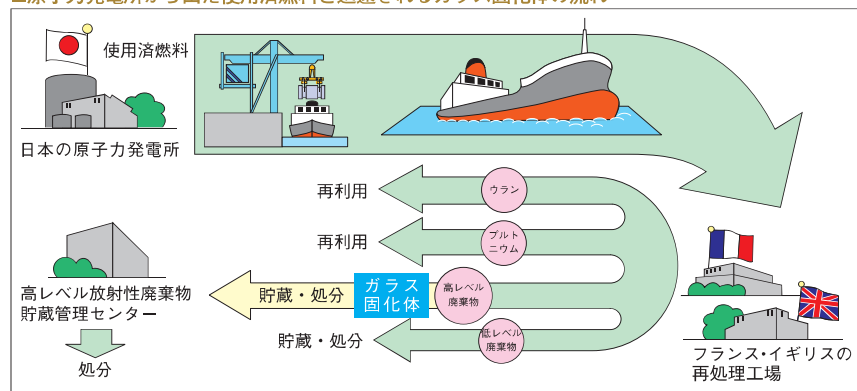


ラ・アーグ再処理工場(フランス)



セラフィールド再処理工場(イギリス)

■原子力発電所から出た使用済燃料と返還されるガラス固化体の流れ



輸送・運搬

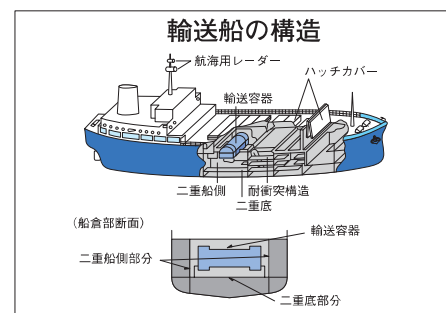
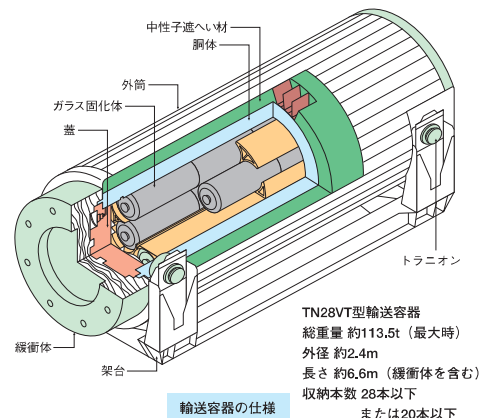
輸送容器

ガラス固化体は丈夫な輸送容器に収納されて輸送されます。この容器は、火災や落下など輸送中の万一の過酷な事故を想定して国際原子力機関(IAEA)が定めた基準等に基づいてつくられています。

また輸送容器は放射線をさえぎる材料でつくられているので、輸送容器から出る放射線の量は、法令で定められた基準値(表面で2mSv/時 表面から1m離れた位置で0.1mSv/時)以下になります。

注) 基準を満たすための主な試験条件

- 落下試験: 9mの高さから硬い鋼板の上に落下
- 落下試験: 1mの高さから棒上に落下
- 耐火試験: 800℃の環境に30分
- 浸漬試験: 15mの水中に8時間(追加試験として200mの水中に1時間)



輸送船

高レベル放射性廃棄物を海外から日本に輸送する際には法令の条件を満たした輸送船を使用します。この船は、万一の衝突などを考慮して船体の底面や側面を二重構造にしたり、衝突を未然に防止するシステムや防火設備を装備するなどの十分な安全対策が講じられています。

この種の船を用いた使用済燃料およびガラス固化体の海上輸送は30年以上の実績があります。



荷役・陸上輸送

荷揚げ港で、輸送容器は輸送船から大型クレーンで荷降ろしされ、専用道路を専用の輸送車両で高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターまで輸送されます。



ガラス固化体の製造

使用済燃料は再処理の工程においてウラン、プルトニウムと核分裂生成物を分離します。このときに核分裂生成物は、高レベルの放射性廃液として発生します。この高レベル放射性廃液をガラス原料とともにガラス溶融炉に入れ、高温で溶かし合わせ、ステンレス製の容器内に固め安定した形にします。これをガラス固化体と呼びます。

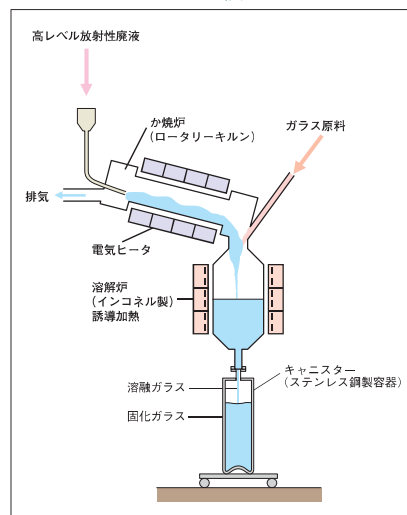
ガラス固化体については、フランス、イギリス、ベルギー、アメリカ、日本で、これまでに約9,000本以上の製造実績があり、既にガラス固化体の製造技術は十分確立された技術です。

（製造本数の出典：「高レベル放射性廃棄物処理処分の現状」平成7年度科学技術庁）

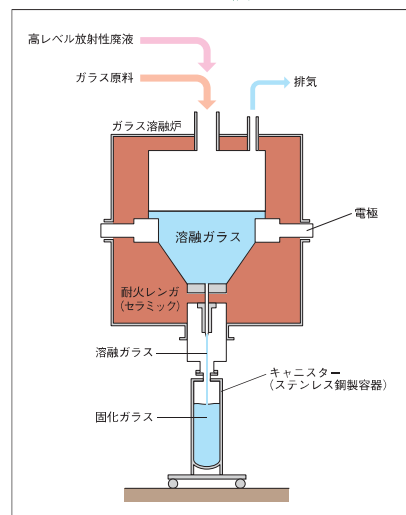
■高レベル放射性廃棄物処理装置（ガラス溶融炉）

ガラス溶融炉には、フランス、イギリスで採用されているAVM (Atelier de Vitrification de Marcoule)法とベルギー、アメリカ、日本で採用されているLFCM (Liquid Fed Ceramic Melter)法がありますが、両方式とも確立された技術でガラス固化体の安全性には問題ありません。

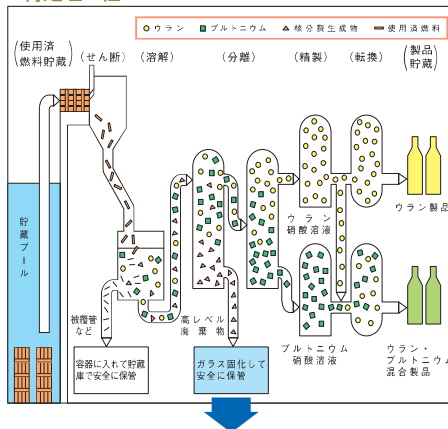
AVM法



LFCM法



■再処理工程



ガラス固化には以下の二つの製造方法があり、海外から返還されるガラス固化体はAVM法を使用しています。

ガラス固化体の特性

ガラス固化体

ガラスは重金属の酸化物を含むと、美しい色と光沢を持つことから古代より装飾品として使われてきています。

エジプトでは数千年前のガラス服飾品やガラスが、我が国でも千数百年前のガラス装飾品が見つかっており、それらが今も美しい色と光沢を保っていることから分かるように、ガラスは長期間にわたり安定した物質です。

ガラス固化による高レベル放射性廃棄物の処理は、ガラスが有している高い熱的・化学的安定性、耐放射線性、閉じ込め性を利用したものです。



紀元前2世紀にシリア地方で製造されたローマガラス器



正倉院の碧瑠璃杯（8世紀）

ガラス固化の固化材として用いられているホウケイ酸ガラスは水に溶けにくい、酸やアルカリの薬品類に強い、熱膨張性が低い、電気絶縁性が高いといった優れた性質から、調理用の耐熱ガラス容器や、フラスコ、ピーカなどの化学実験器具などに広く利用されています。

ガラスの主成分であるシリコン、ホウ素等はガラスの基本的構造を形成する元素であり、放射性元素のセシウムやストロンチウム等は、この基本的構造に取り込まれる形でガラス中に閉じ込められて存在し、ガラスの安定化にも役立っています。

（参考：「ガラスハンドブック」より）

このガラスの性質を利用した高レベル放射性廃棄物の処理は、世界各国において採用しています。

■ガラス固化体



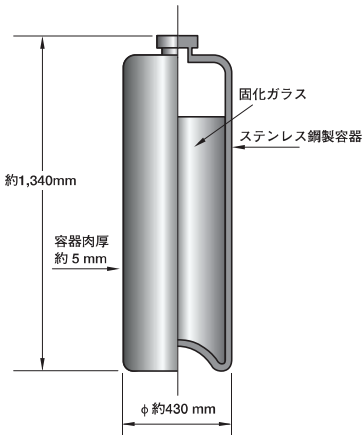
ガラス固化にあたっては、ステンレス鋼製の容器を用いることにより、取扱いや強度の向上を図るとともに、容器自体による放射性物質の閉じ込め性を向上させています。

返還されるガラス固化体の性状

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターにおいて管理するガラス固化体の性状

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
放 射 能 量	α線を放出する放射性物質：3.5×10 ¹⁴ Bq ^(※) ／本
(最 大)	α線を放出しない放射性物質：4.5×10 ¹⁶ Bq ^(※) ／本
発 熱 量	最大2.5kW／本以下 平均2.0kW／本以下

(※) Bq（ベクレル）：放射能の単位。1秒間に崩壊する原子の数。
ガラス固化体に含まれる主な放射性物質は、α線を放出する放射性物質として、アメリカシウム、キュリウムなどで、これ以外のα線を放出しない放射性物質として、セシウム、ストロンチウム、バリウムなどがあります。



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余裕をもった肉厚とし、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。

施設の概要

建物の概要

- 1.ガラス固化体受入れ建屋

主要設備：受入れ建屋天井クレーン、輸送容器搬送台車、換気設備、排水貯蔵設備、固体廃棄物貯蔵設備等

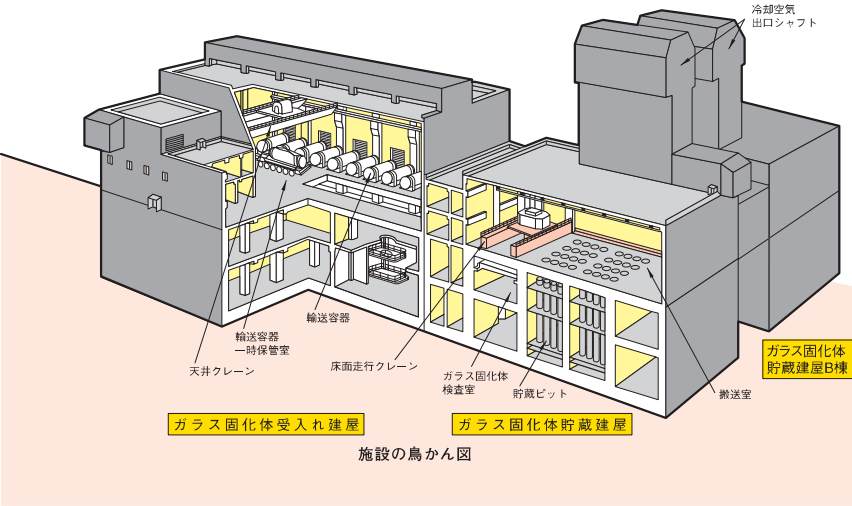
主要構造：鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）で地上3階（地上高さ約23m）、地下2階、平面が約47m×約52m
- 2.ガラス固化体貯蔵建屋

主要設備：ガラス固化体検査室天井クレーン、ガラス固化体検査装置、収納管排気設備、床面走行クレーン、貯蔵ピット等

主要構造：鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）で地上2階（地上高さ約14m）、地下2階、平面が約47m×約46m
- 3.ガラス固化体貯蔵建屋B棟

主要設備：収納管排気設備、床面走行クレーン、貯蔵ピット等

主要構造：鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）で地上2階（地上高さ約14m）、地下2階、平面が約47m×約34m



貯蔵容量

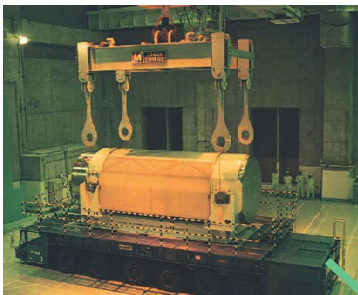
ガラス固化体 2,880本

■貯蔵ピット仕様

冷却方式	基数	構成	容 量	寸 法					主要材料
間接自然空冷 貯蔵方式	4基	収納管 80本/基	ガラス固化体	約26m×約6m×高さ約17m					炭素鋼 (冷却空気に触れる 面については アルミ溶射)
			720本/基	収 納 管		通 風 管			
			ガラス固化体	内 径	外 径	長 さ	内 径	長 さ	
			9本/収納管	約44cm	約46cm	約16m	約58cm	約12m	

しくみ

施設内作業の流れ



■輸送容器の受入れ

専用車で搬入した輸送容器を、受入れ建屋天井クレーンを使用して、輸送容器一時保管区域に吊り降ろします。

このクレーンには輸送容器落下防止のため吊りワイヤーの二重化、停電時にも輸送容器が落下しないような機構、および輸送容器の吊り上げ高さが9 m以上にならないようなインターロックなどの安全対策を設けています。

■ガラス固化体の輸送容器からの抜き出し

輸送容器一時保管区域から受入れ建屋天井クレーンで吊り上げ、輸送容器搬送台車に搭載し、ガラス固化体抜き出し室へ移送します。

その後、ガラス固化体検査室補助クレーンを遠隔操作して輸送容器のふたを取り外します。なお輸送容器のふたを取り外す前には、輸送容器の中の気体をサンプリングして、放射性物質の濃度を測定します。

次に、ガラス固化体検査室天井クレーンを用いて輸送容器内のガラス固化体を抜き出し、ガラス固化体仮置架台に一時仮置きします。空の輸送容器は、輸送容器検査室で輸送容器内部の検査を行った後、輸送容器一時保管区域に移し一時保管します。

ガラス固化体検査室の天井クレーンはガラス固化体の落下防止のための吊りワイヤーの二重化など、受け入れ建屋天井クレーンと同様の安全対策の他に、ガラス固化体が吊り具から外れ落ちない機構としています。



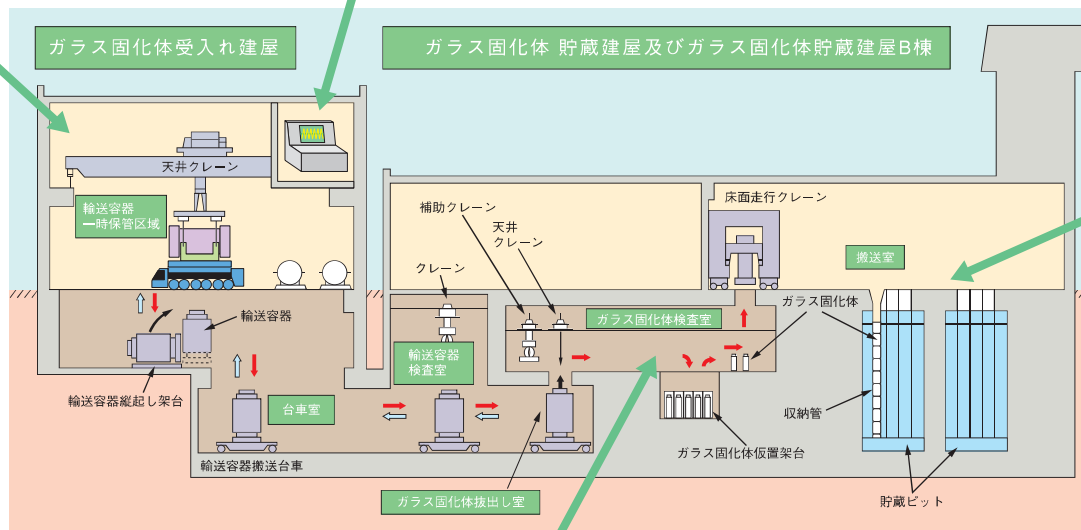
制御室

■施設内機器の運転

ガラス固化体を取扱う機械や、検査装置を集中して操作できるように制御室を設けています。また、施設内の放射線計測器や、ガラス固化体が冷却されていることを確認するための温度計測器などの計器があり、24時間監視を行っています。



高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター



■収 納

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で収納管にたて積みで収納します。

この貯蔵建屋床面走行クレーンはガラス固化体の落下防止のため、吊りワイヤーの二重化などガラス固化体検査室天井クレーンと同様の安全対策を施しています。

また、収納管はその底部に衝撃吸収体を兼ねたガラス固化体受け台を設けています。



■検 査

ガラス固化体の検査は、ガラス固化体検査室の天井クレーンを遠隔操作して、ガラス固化体仮置架台から、ガラス固化体を順次取り出し7項目の検査・測定を行います。

検査設備

ガラス固化体の検査・測定

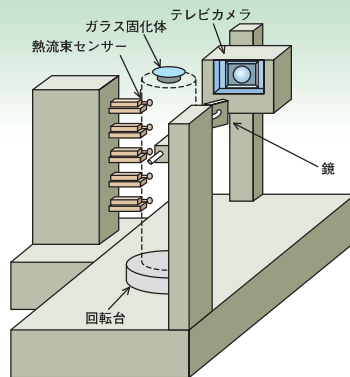
ガラス固化体を輸送容器から抜き出し、ガラス固化体検査室で保安規定に基づき、下記の7項目の検査・測定を行います。

検査・測定項目

1. 外観検査
2. 発熱量測定
3. 寸法測定
4. 重量測定
5. 閉じ込め検査
6. 表面汚染検査
7. 放射能量測定

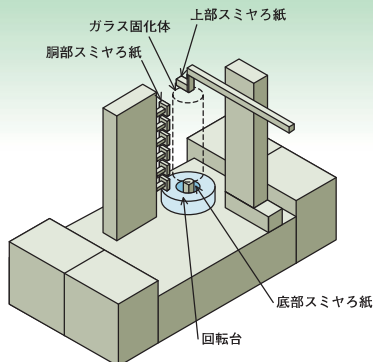
■外観検査装置・発熱量測定装置

ガラス固化体表面をテレビカメラにより目視し、著しい破損がないかを確認します。
ガラス固化体表面に熱流束センサーを接触させ放熱量を測定することにより、ガラス固化体の発熱量を求めます。



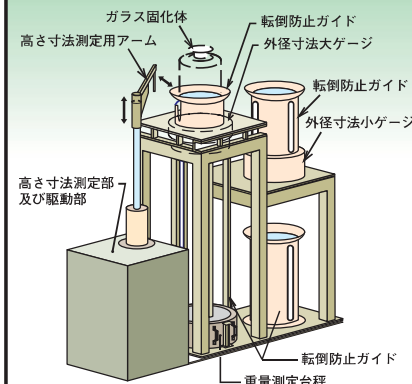
■表面汚染検査装置

ガラス固化体を回転させながら表面をスミヤロ紙で拭き取り、スミヤロ紙を分析し、放射性物質の表面密度を測定します。



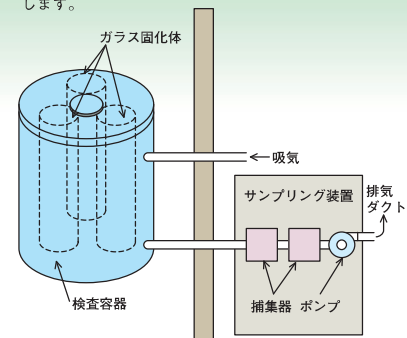
■寸法・重量測定装置

ガラス固化体の外径、高さ及び重量は、専用ゲージ並びに重量計を使用して測定し、ガラス固化体の仕様を満足していることを確認します。



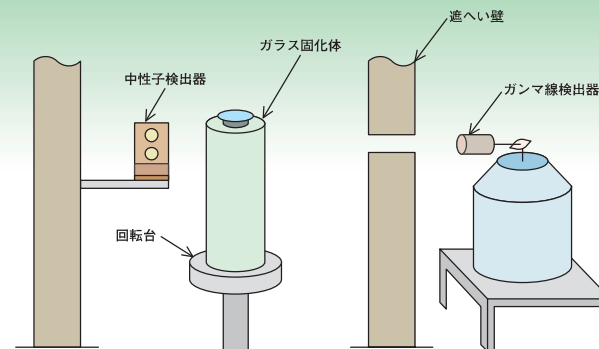
■閉じ込め検査装置

ガラス固化体（3本、1組）を検査容器に収納し、検査容器内の空気を放射性物質捕集器（フィルタ、ルテニウム捕集材）を通して吸引する。フィルタ及びルテニウム捕集材の放射性物質（セシウム、ルテニウム）を分析し、閉じ込めが健全であることを確認します。



■放射能量測定装置

α 線を放出しない放射性物質（セシウム-137）の量は、 γ 線を γ 線検出器で測定することにより求めます。
 α 線を放出する放射性物質（アメリシウム-241、キュリウム-244等）の量は、 α 線の量に対応する中性子発生数を中性子検出器で測定することにより求めます。



貯蔵設備

放射能の閉じ込め機能

ガラス固化体は、長期間にわたり安定して放射性物質を閉じ込めることができるものです。さらに、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター内の貯蔵ピット、収納管内やガラス固化体検査室は、万一の場合でも放射能が外部に漏れないよう、建屋外より低い気圧にしています。

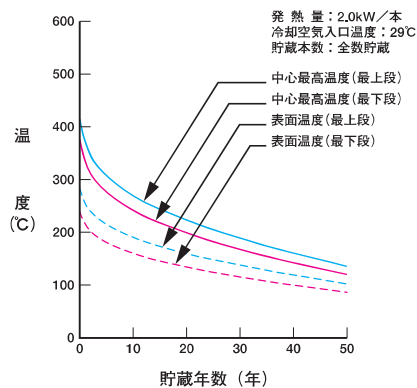
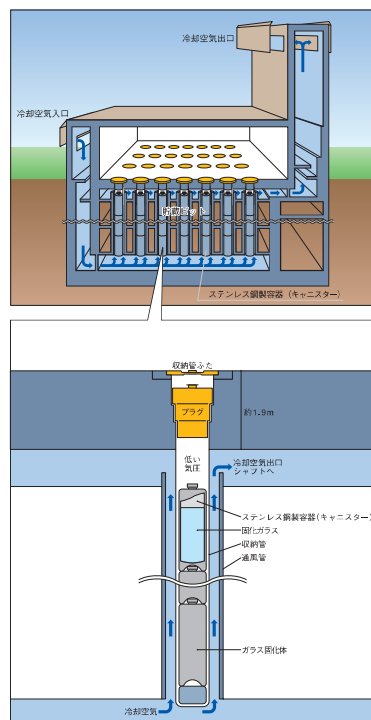
ガラス固化体の冷却

返還されたガラス固化体は、貯蔵ピットにある収納管に9本ずつ入れられ、30～50年間、この収納管内で、貯蔵されます。

貯蔵されたガラス固化体は、ガラス固化体自ら発生する熱によって生ずる自然通風力によって冷却されます。このガラス固化体を冷却する空気は収納管の外側を通り、ガラス固化体に直接接触しない構造としています。

ガラス固化体は、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの収納管1本当りにたて積みで、最大9段収納し貯蔵します。また、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターは、ガラス固化体の中心温度が設計目標値の500℃以下となるよう設計されています。ガラス固化体の中心温度は、時間とともに放射性物質の量が減少するため、これにともない温度も低下していきます。

■ガラス固化体の貯蔵概念図

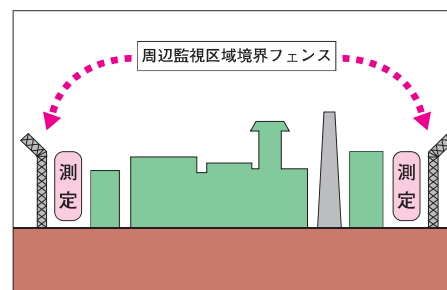
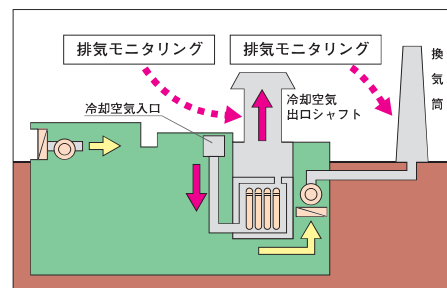


放射能監視と管理

排気モニタによる監視

施設から環境に出される気体をサンプリングして放射性物質の測定を行い異常のないことを監視しています。

ガラス固化体を収納する貯蔵ピットの収納管とガラス固化体検査室などの汚染の可能性がある区域は低い気圧にするため排気設備でろ過した後、換気筒より排気しています。排気にあたっては排気モニタリング設備で放射能を常時監視しながら行います。又、貯蔵ピットからの冷却空気は、冷却空気出口シャフトの排気モニタリング設備で放射能を監視しています。



建屋外の放射線測定

施設の外に出される気体の放射性物質の測定の他に、さらに異常のないことを確認するため周辺監視区域境界付近で定期的に放射線などの測定を行っています。



環境放射線モニタリング

周辺監視区域の外側では、原子燃料サイクル施設全体としてモニタリングステーション、モニタリングポイントなどによる放射線の測定監視を行うとともに、定期的に土壌、水、農畜産物などを採取して、その中に含まれる放射性物質の量を測定しています。

施設の安全性

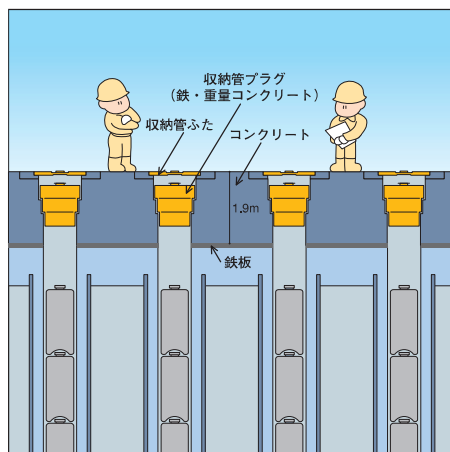
遮へい設計

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターでは、周辺監視区域外の線量及び放射線業務従事者（管理区域内で作業する人）が、法令等に定められた線量限度を十分下回るように遮へいの設計を行っています。

1.施設内

施設内では、人の立ち入りを考えた遮へい設計区分を設け、それぞれの基準線量率を満足するような遮へい設計を行っています。

遮へいの主な部分はコンクリート、鉄等の壁で構成しています。これらの壁に設ける遮へい扉やプラグ等は鉄、重量コンクリート等の遮へい材を使用し、取付部を屈曲構造としています。



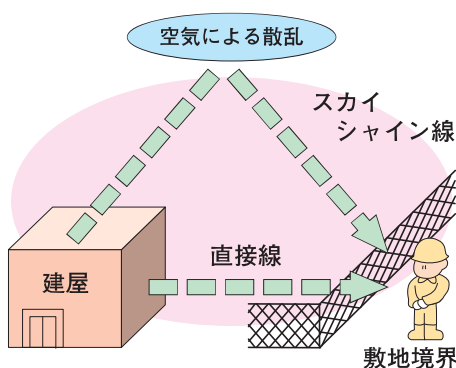
2.施設外

ガラス固化体の貯蔵区域や検査室などは、厚さ1.5～2mの鉄筋コンクリートの壁などで構成しております。

このため施設からの放射線による一般公衆線量は、ガラス固化体の最大保管数量（2,880本と輸送容器の保管分）で評価しても、敷地境界において最大でも年間約0.008ミリシーベルトです。

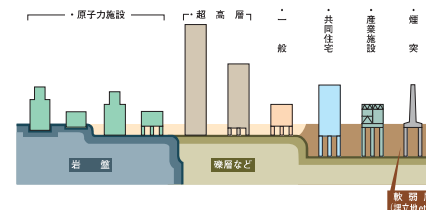
これは、自然放射線による線量（世界平均年間約2.4ミリシーベルト）と比較しても十分小さな値であり、自然放射線による線量の地域差（年間約0.33ミリシーベルト：国内最大の岐阜県－青森県の差）などと比較しても小さな値です。

■敷地境界における放射線



耐震設計

■各種構造物と接地条件（模式図）



出典：（財）日本立地センター「原子力発電所と地震」

■耐震重要度分類

- Sクラス 収納管、通風管、貯蔵区域の遮へいなど。
- Bクラス ガラス固化体検査室クレーン、輸送容器搬送台車など。
- Cクラス ガラス固化体検査装置、換気設備など。

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターは、鷹架層と呼ばれる堅固な地盤の上に造られています。高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの重要な施設は一般のビルを設計する場合の3倍の地震力にも耐えられ、かつ、過去の地震で敷地内に最も大きな影響を与えた地震（1902年三戸地方の地震、1931年の青森県南東方沖の地震、1978年青森県東岸の地震等）を上回る地震でも耐えられるようにしています。

原子力施設の建設にあたっては、地震の原因となる活断層について徹底した調査を実施しています。

原子力施設の安全を確保するため、それぞれの施設毎にそれが地震などで破損した場合の事象を考慮し、周辺環境への放射線による影響の観点から耐震設計上の重要度を定め、その重要度に応じた設計をしています。

重要なものからSクラス、Bクラスとし一般産業施設なみをCクラスとしています。高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの重要な施設はSクラスとしています。

耐震設計に関する指針が2006年に改訂されました。この新しい指針に照らして、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの耐震安全性評価を行い、その評価結果については2010年に経済産業省および原子力安全委員会により妥当であることが確認されています。

飛来物対策

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターは、三沢基地および定期航空路から離れており、また原子力関係施設の上空は飛行制限が行われることから、航空機が墜落するというような事故の可能性は極めて小さいのですが、敷地から約10km離れたところで、対地射爆撃訓練飛行が行われていることを配慮し、仮に航空機が施設に衝突しても安全確保上全く支障がない設計としています。

設計にあたっては、工場に航空機が衝突した時の衝撃荷重を求める必要があり、また硬いエンジン部分が衝突した場合に貫通しないコンクリートの壁厚を求める必要があります。これらを算出する方法が妥当かどうかをチェックする目的で、実際の戦闘機と、模型エンジンや実物エンジンを使った衝突実験を行いました。

廃棄物管理事業のあゆみ

1980

昭和55年

3月1日 日本原燃サービス株式会社発足

1984

昭和59年

7月27日 電気事業連合会が青森県および六ヶ所村に原子燃料サイクル3施設の立地申し入れ

1985

昭和60年

3月1日 日本原燃産業株式会社発足

4月18日 青森県知事、六ヶ所村長が電気事業連合会に原子燃料サイクル3施設の立地受け入れを回答

4月18日 「原子燃料サイクル施設の立地への協力に関する基本協定書」を締結

1989

平成元年

3月30日 廃棄物管理事業許可申請および再処理事業指定申請

1991

平成3年

10月30日 「日本原燃サービス株式会社六ヶ所事業所における廃棄物管理の事業及び再処理の事業に係る公開ヒアリング」の開催

1992

平成4年

1月22日 日本原燃サービス株式会社と日本原燃産業株式会社が合併契約書に調印

4月3日 廃棄物管理事業許可

5月6日 廃棄物管理施設着工

7月1日 日本原燃サービス株式会社と日本原燃産業株式会社が合併、「日本原燃株式会社」発足

12月24日 再処理事業指定

1993

平成5年

4月28日 再処理工場着工

1994

平成6年

12月26日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの県、村との安全協定締結

1995

平成7年

1月18日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター（廃棄物管理施設）使用前検査合格証受領（竣工）

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター（廃棄物管理施設）保安規定認可

1月25日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの隣接市町村との安全協定締結

4月26日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター操業開始

4月26日 第1回返還 ガラス固化体受入（1基 28本）

〔フランスからのガラス固化体返還開始〕

1997

平成9年

3月18日 第2回返還 ガラス固化体受入（2基 40本）

1998

平成10年

3月13日 第3回返還 ガラス固化体受入（3基 60本）

1999

平成11年

4月15日 第4回返還 ガラス固化体受入（2基 40本）

2000

平成12年

2月23日 第5回返還 ガラス固化体受入（4基 104本）

10月12日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの県、村との安全協定の一部を変更（覚書）

11月21日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター（廃棄物管理施設）保安規定一部変更認可

11月29日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの隣接市町村との安全協定の一部を変更（覚書）

2001

平成13年

2月21日 第6回返還 ガラス固化体受入（8基 192本）

7月16日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター増設に関する安全協定に基づく県、村の事前了解の受領

7月30日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター増設に関する廃棄物管理事業変更許可申請

2002

平成14年

1月23日 第7回返還 ガラス固化体受入（6基 152本）

2003

平成15年

7月24日 第8回返還ガラス固化体受入（6基 144本）

12月8日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター増設に関する廃棄物管理事業変更許可

2004

平成16年

3月4日 第9回返還ガラス固化体受入（5基 132本）

2005

平成17年

4月20日 第10回返還ガラス固化体受入（5基 124本）

2006

平成18年

3月24日 第11回返還ガラス固化体受入（7基 164本）

2007

平成19年

3月28日 第12回返還ガラス固化体受入（6基 130本）

〔フランスからのガラス固化体返還終了〕

2010

平成22年

3月9日 第13回返還ガラス固化体受入（1基 28本）

〔イギリスからのガラス固化体返還開始〕

10月20日 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターにおける返還低レベル放射性廃棄物の受入れ・

貯蔵に関する廃棄物管理事業変更許可申請

2011

平成23年

4月25日 ガラス固化体貯蔵建屋B棟 使用前検査合格証受領（竣工）

9月15日 第14回返還ガラス固化体受入（3基 76本）

2013

平成25年

2月27日 第15回返還ガラス固化体受入（1基 28本）

2014

平成26年

4月23日 第16回返還ガラス固化体受入（5基 132本）

2015

平成27年

9月17日 第17回返還ガラス固化体受入（5基 124本）

2016

平成28年

10月22日 第18回返還ガラス固化体受入（5基 132本）

たゆまぬ監視で 環境を守ります。

原子燃料サイクル施設では、施設内で発生する放射性の気体および液体廃棄物を専用の設備にて処理し、十分安全なレベルであることを確認した上で、環境へ放出しています。さらに施設周辺への影響を確認するために、施設の操業前から環境モニタリングを行っています。

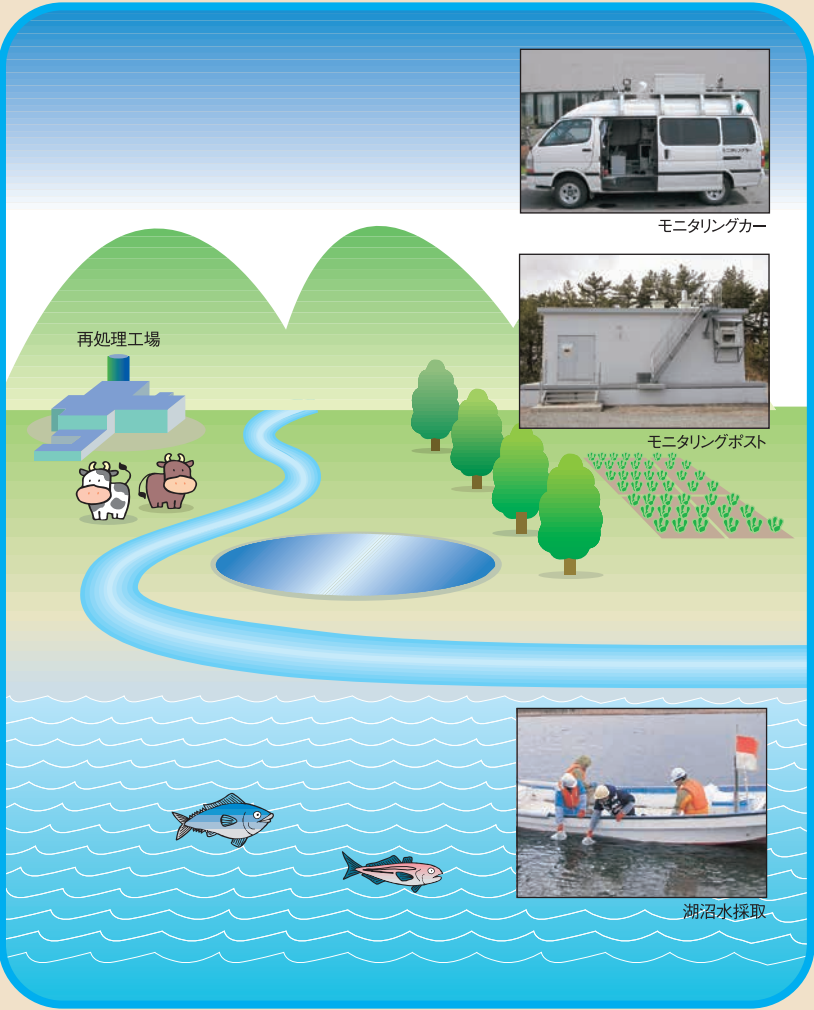
環境モニタリングでは、施設周辺の空間放射線量率等を測定するほか、定期的に土壌や農畜産物、植物、河川水、海水、水産物などを採取・分析し、安全を確かめるとともに、その結果を広報紙やホームページで公表しています。



採取試料のデータ分析



試料採取



原子燃料サイクル施設の概要

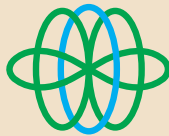


会社概要

名 称	日本原燃株式会社 Japan Nuclear Fuel Limited (略称：JNFL)	資 本 金	4,000億円
事業内容	1.ウランの濃縮 2.原子力発電所等から生ずる使用済燃料の再処理 3.前記2.に関する海外再処理に伴う回収燃料物質および廃棄物の一時保管 4.低レベル放射性廃棄物の埋設 5.混合酸化物燃料の製造 6.ウラン、低レベル放射性廃棄物および使用済燃料等の輸送 7.前各号に付帯関連する事業	株主構成	全国9電力会社、日本原子力発電(株)、その他74社
		従業員数	3,083人(2021年4月1日現在)
		役 員 (代表取締役)	代表取締役社長 増田 尚宏 代表取締役副社長 高瀬 賢三 代表取締役副社長 仙藤 敏和



青森県六ヶ所村の村花「ニッコウキスゲ」



日本原燃株式会社

ホームページ <https://www.jnfl.co.jp>

本社・再処理事業所
青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字沖付4番地108
濃縮・埋設事業所
青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字野附504番地22
TEL：0175-71-2000(代表)

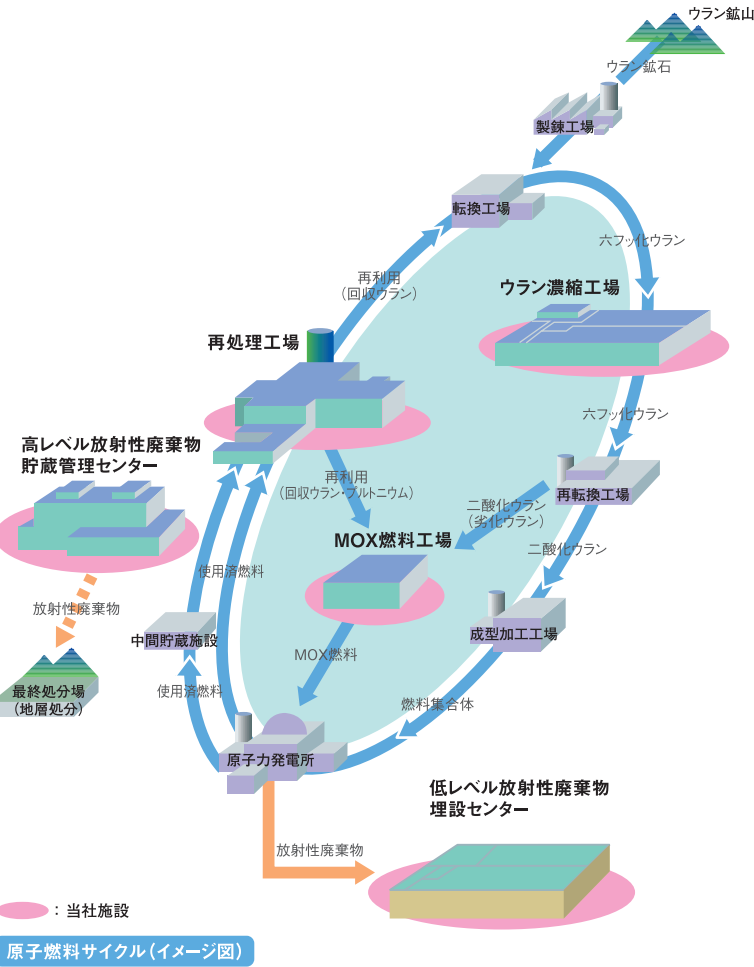
青森地域共生本社
青森県青森市新町二丁目2番11号
東奥日報新町ビル
TEL：017-773-7171(代表)

東京支社
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
日比谷国際ビル
TEL：03-6371-5800(代表)

日本原燃株式会社

日本原燃は 原子燃料サイクル事業を 進めています。

私たちの暮らしにとって電気はなくてはならないものです。しかし、電気をつくるためのエネルギー資源に乏しい我が国は、そのほとんどを海外からの輸入に頼っており、エネルギーの安定供給確保がきわめて重要です。原子力発電の燃料となるウランも、化石燃料と同様に輸入に頼っていますが、政情の安定した産出国を中心に輸入しているため、資源調達に安定性に優れています。また、使い終えたウラン燃料のなかには、まだ燃料として利用できる資源が多く含まれています。そこで、日本原燃ではこのウラン燃料をくり返し利用し、準国産エネルギーとする“原子燃料サイクル”の完結を目指し、「ウラン濃縮工場」「高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター」「低レベル放射性廃棄物埋設センター」の3施設を操業しているほか、原子燃料サイクルの要となる「再処理工場」と「MOX燃料工場」の操業開始に向けて取り組んでいます。



再処理工場



施設配置図



原子燃料サイクル施設は、下北半島南部に位置する青森県上北郡六ヶ所村のむつ小川原開発地区内に立地しています。

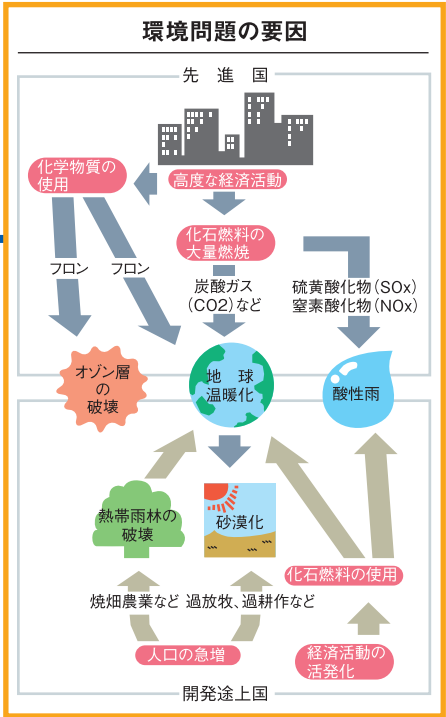
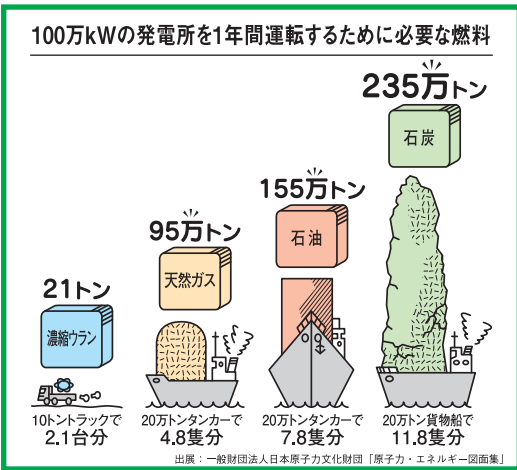
	再処理工場	高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター	ウラン濃縮工場	低レベル放射性廃棄物埋設センター
場 所	青森県上北郡六ヶ所村弥栄平地区		青森県上北郡六ヶ所村大石平地区	
規 模	最大処理能力 800トン・ウラン／年 使用済燃料貯蔵容量 3,000トン・ウラン	返還廃棄物貯蔵容量 ガラス固化体2,880本	施設規模 1,050トンSWU／年 最終的には 1,500トンSWU／年の規模	124,672立方メートル (200リットルドラム缶 623,360本) 最終的には 約60万立方メートル (同約300万本相当)
工 期	工事開始 しゅん工予定 1993年 2022年	工事開始 操業開始 1992年 1995年	工事開始 操業開始 1988年 1992年	工事開始 埋設開始 1990年 1992年
建 設 費	約2兆1,930億円	約1,250億円	約2,500億円	約1,600億円 ※1

	MOX燃料工場
場 所	青森県上北郡六ヶ所村弥栄平地区
規 模	最大加工能力 130トン・HM※2／年 製品 国内軽水炉(BWR、PWR)用MOX燃料集合体
工 期	工事開始 しゅん工予定 2010年 2024年
建 設 費	約6,000億円

※1:低レベル放射性廃棄物約20万立方メートル(200リットルドラム缶約100万本相当)分の建設費
※2:HM(ヘビーメタル):MOX中のプルトニウムとウランの金属成分の質量を表す単位

将来の地球とエネルギー

石油や石炭などの化石燃料を燃やすことによって出る二酸化炭素等が原因と言われる「地球温暖化」や「酸性雨」などの環境問題、さらに人口増加によるエネルギーの慢性的な不足など、地球規模でエネルギーを考えていかなければなりません。つまり、地球環境にやさしく、将来的にも安定したエネルギー資源が求められているのです。原子力発電は、発電の過程で二酸化炭素を出さず、しかも効率のよいエネルギーとして期待されています。そして、ウラン燃料の再利用をはじめとする原子燃料サイクルの重要性も一層高まっています。



PR施設のご紹介



六ヶ所原燃PRセンター
上北郡六ヶ所村大字尾駸字上尾駸2-42
TEL:0175-72-3101
開館時間:9:00~17:00
休館日:毎月最終月曜日(祝日の場合は翌日)・年末年始



日本原燃ふれあいプラザ
上北郡六ヶ所村大字尾駸字野附1-68
(ショッピングモール「REEV」内)
TEL:0175-71-2002
開館時間:10:00~19:00



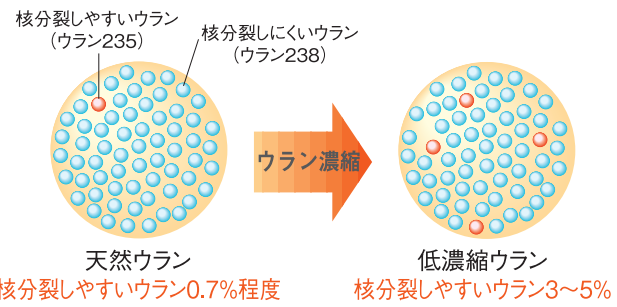
日本原燃サイクル情報センター
青森市新町2-2-11(東奥日報新町ビル2F)
TEL:017-731-1563
開館時間:10:00~17:00
休館日:毎週月曜日(祝日の場合は翌日)・年末年始



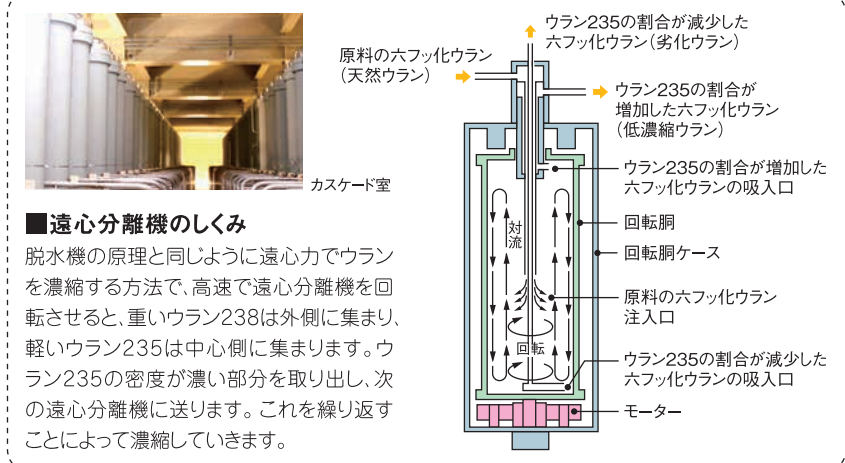
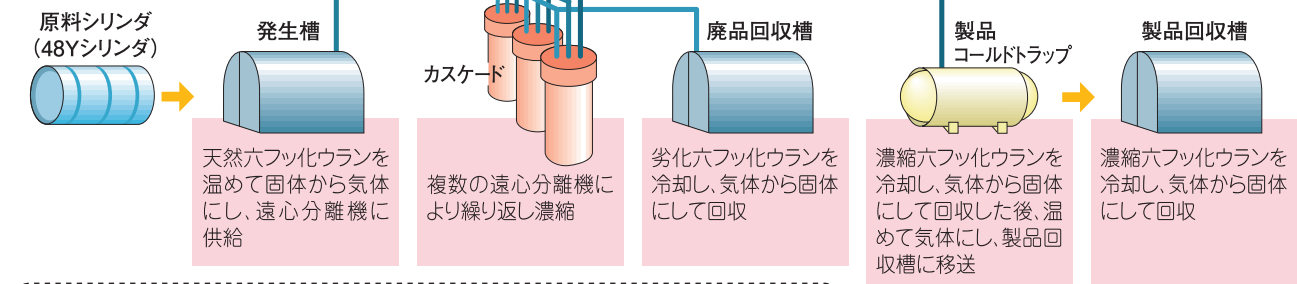
エネルギー館「あしたをおもう森」
青森市安方1-1-40
(青森県観光物産館アスパム2F)
TEL:017-773-2515
開館時間:9:00~18:00
休館日:毎月第4月曜日(祝日の場合は翌日)・12月31日

ウラン濃縮工場

原子力発電の燃料であるウランには核分裂しやすい「ウラン235」と核分裂しにくい「ウラン238」があります。天然ウラン鉱石に含まれているウラン235はわずか0.7%程度。ウラン濃縮工場では、天然ウランの中のウラン235の割合を3～5%まで濃縮し、燃料として使えるようにしています。

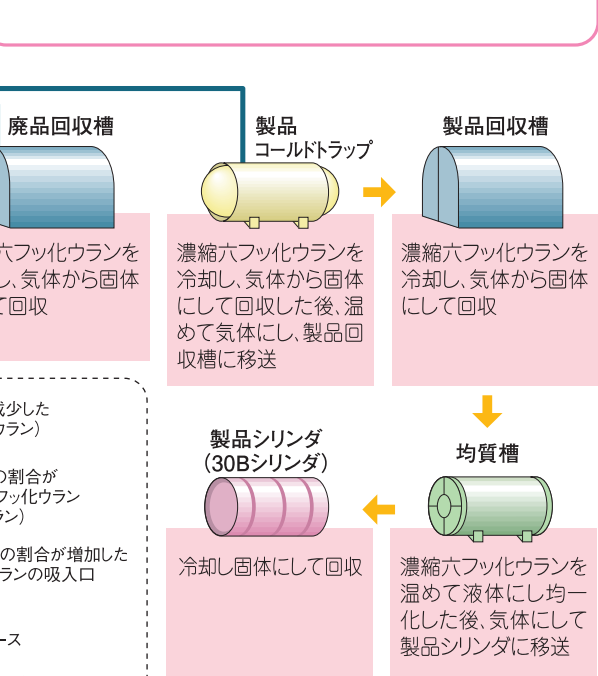


■ウラン濃縮工程

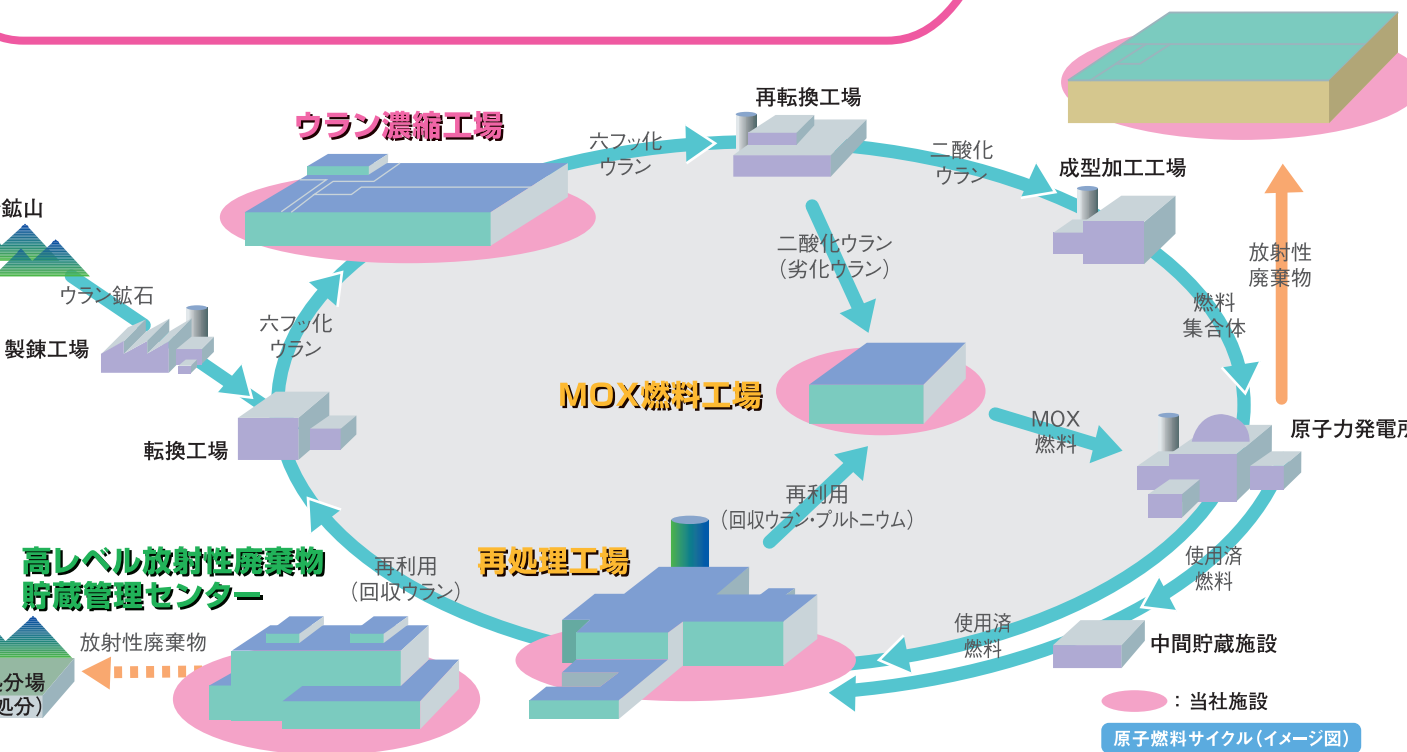


■核分裂とは

ウランには「ウラン235」と「ウラン238」があります。ウラン235は、中性子をキャッチすると原子核が2つに分れます。これを核分裂といい、原子力発電はこのとき発生する熱エネルギーを利用して、原子力発電機を動かしています。一方、ウラン238は、中性子をキャッチすると核分裂しにくいプルトニウム239という物質に変身する性質を持っています。



低レベル放射性廃棄物埋設センター

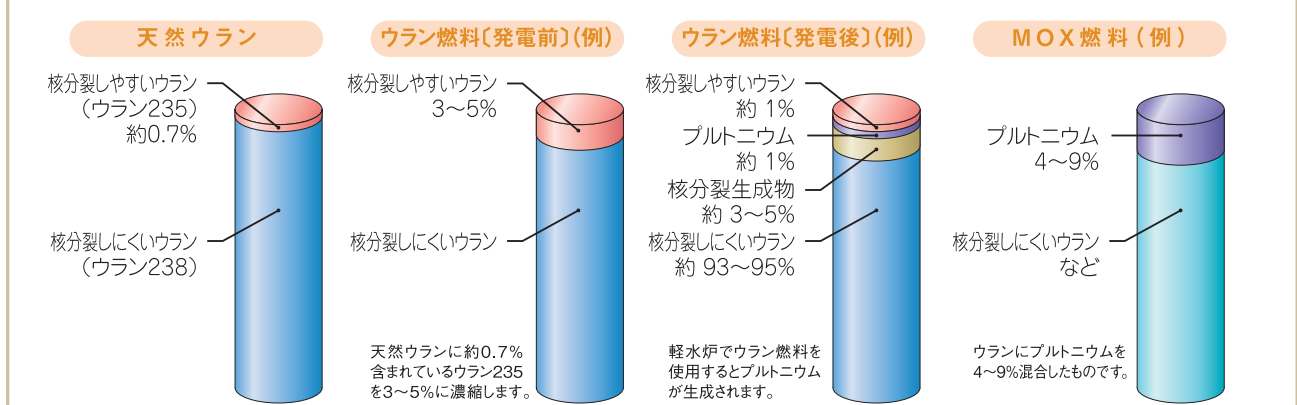


再処理工場

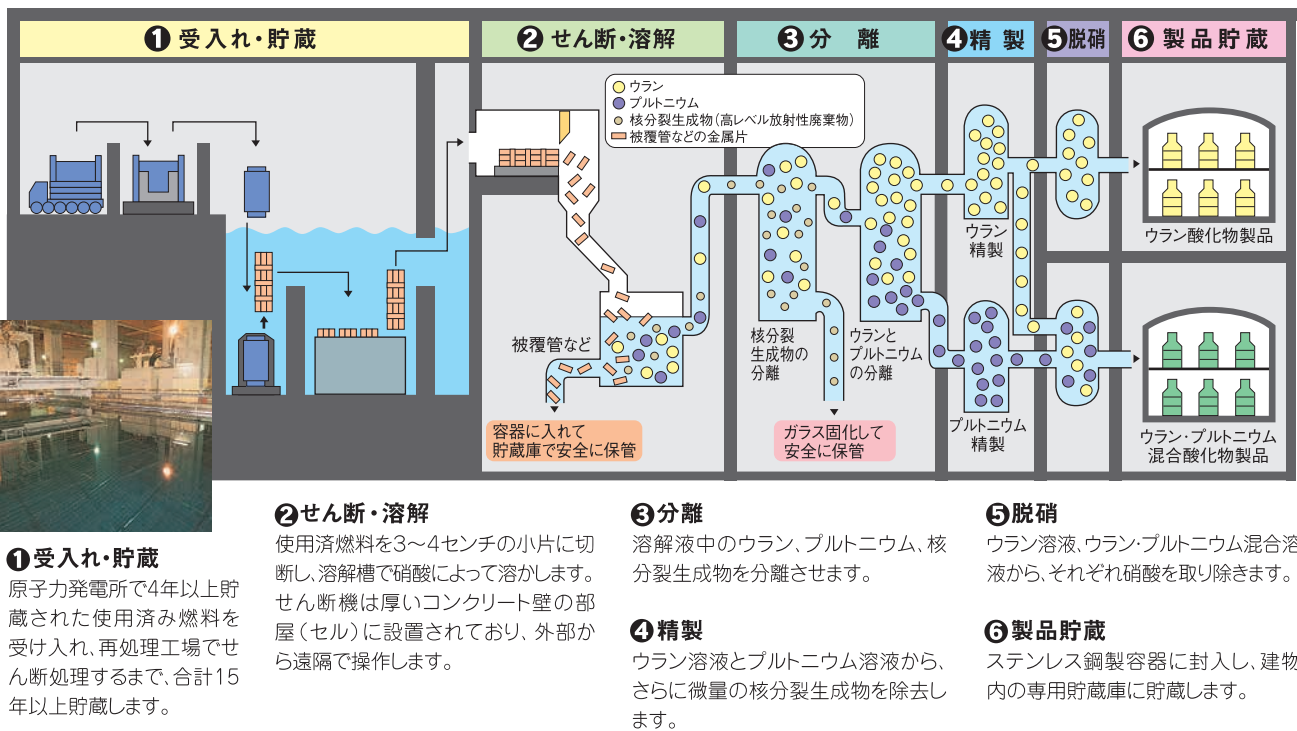
原子力発電所で使われたウラン燃料の中には、まだ使えるウランと新しくできたプルトニウムがあります。これらを再びMOX燃料(Mixed Oxide Fuel)の原料として使えるように化学的な処理をするのが再処理工場です。つまり、再処理工場は準国産エネルギー資源の創出の場であり、原子燃料サイクルの要とも言えます。



■原子力発電所で使われる燃料の変化



■再処理工場の流れ



1 受入れ・貯蔵
原子力発電所で4年以上貯蔵された使用済み燃料を受け入れ、再処理工場でせん断処理するまで、合計15年以上貯蔵します。

2 せん断・溶解
使用済み燃料を3～4センチの小片に切断し、溶解槽で硝酸によって溶かします。せん断機は厚いコンクリート壁の部屋(セル)に設置されており、外部から遠隔で操作します。

3 分離
溶解液中のウラン、プルトニウム、核分裂生成物を分離させます。

4 精製
ウラン溶液とプルトニウム溶液から、さらに微量の核分裂生成物を除去します。

5 脱硝
ウラン溶液、ウラン・プルトニウム混合溶液から、それぞれ硝酸を取り除きます。

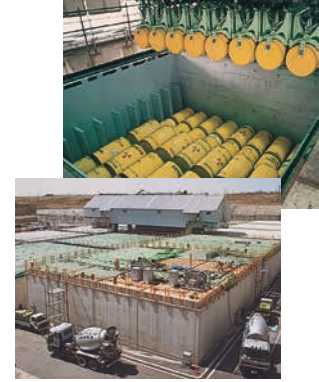
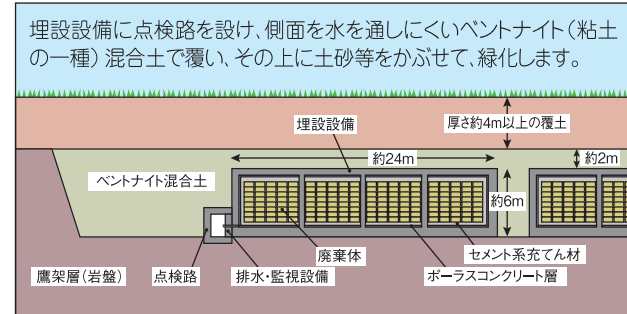
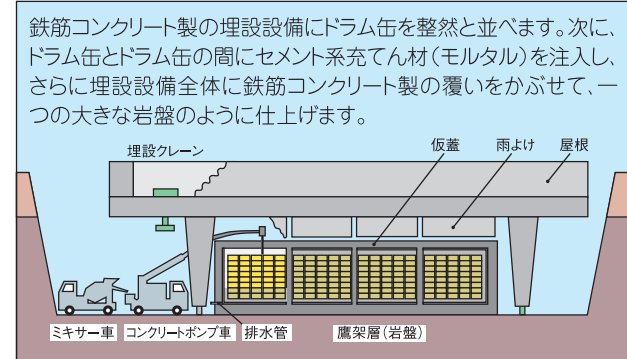
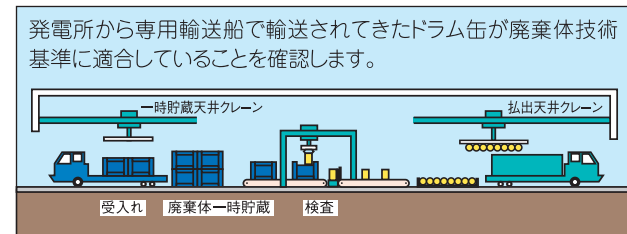
6 製品貯蔵
ステンレス鋼製容器に封入し、建物内の専用貯蔵庫に貯蔵します。

低レベル放射性廃棄物埋設センター

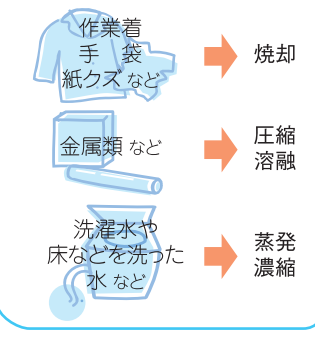
原子力発電所では、運転や定期検査などにもなって放射能レベルの低い「低レベル放射性廃棄物」が発生します。液体状のものは煮つめて水分を除き、燃えるものは焼却して容量を減らした後、プラスチックやセメントなどでドラム缶に固型化します(1号埋設設備対象廃棄物)。また、固体状廃棄物は切断・圧縮・溶融などの処理を行い、セメント系充てん材(モルタル)でドラム缶に一体となるよう固型化します(2号埋設設備対象廃棄物)。

低レベル放射性廃棄物埋設センターでは、全国の原子力発電所から集まってくるこれらのドラム缶を厳しい安全基準に基づき、埋設・管理を行います。

■埋設手順(例:1号埋設設備)



■低レベル放射性廃棄物とは



■1号埋設設備

設備は合計40基で構成されます。また、1基は16に区画され、1区画あたり320本の廃棄体が収納できます。

■2号埋設設備

設備は合計16基で構成されます。また、1基は36に区画され、1区画あたり360本の廃棄体が収納できます。

余剰深度処分の調査

当社は、「低レベル放射性廃棄物のうち放射能レベルの比較的高い廃棄物」の埋設の検討に必要な地質・地下水・地盤の詳細な情報を得ることを目的に、2002年11月より敷地内において本格調査を実施し、2006年3月31日に調査を完了しました。この結果、埋設施設の設置に必要な要件を満足する地盤であることを確認しました。

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター

使用済燃料の再処理の際に発生する廃液をガラスに混ぜ合わせたものをキャニスターという特殊な容器に密封します(これをガラス固化体という)。これらを冷却しながら安全に貯蔵するのが、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターです。フランス・イギリスから返還されたガラス固化体を冷却・貯蔵しています。



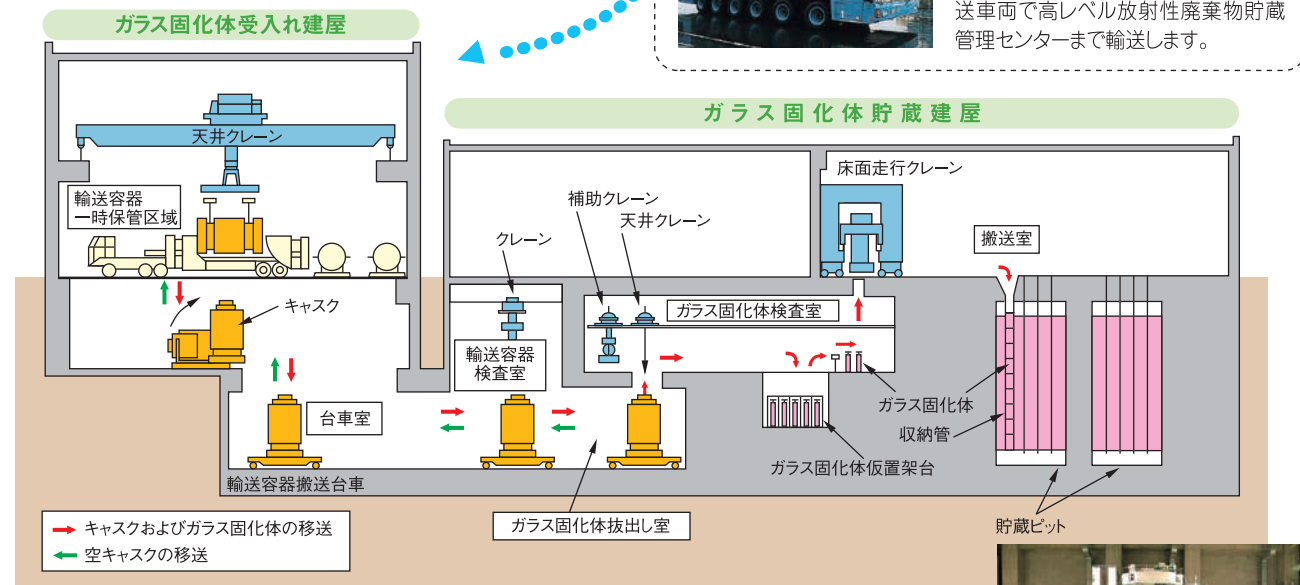
■ガラス固化体

ガラスと混ぜた高レベル放射性廃棄物は、ステンレス鋼製容器(キャニスター)に流し込み、冷やし固めます。ガラスは、紀元前のガラス工芸品が今なお美しい原型をとどめているように、長期的に安定した品質を保ちます。放射線や熱などに強いことから、放射性物質を閉じ込めるのに適した物質といえます。



■高レベル放射性廃棄物の輸送
海外から輸送される際は、実績のある放射性物質輸送船が使用されます。万一の衝突などを考慮した船体の二重構造や衝突防止システム、さらに防火設備など、十分な安全対策が講じられています。

輸送容器(キャスク)は、輸送船から大型クレーンで荷降ろしされ、専用の輸送車両で高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターまで輸送します。



■ガラス固化体検査・測定

海外から返還されたガラス固化体は、遠隔操作で一本ずつ丁寧に検査され、十分に安全を確認して貯蔵ビットに収納されます。

■ガラス固化体貯蔵

検査に合格したガラス固化体は、頑丈な鉄筋コンクリート造りの貯蔵建屋に設置された鋼製の収納管(貯蔵ビット)の中で、自然の通風力を利用して冷却しながら最終処分されるまでの間、安全に貯蔵管理します。

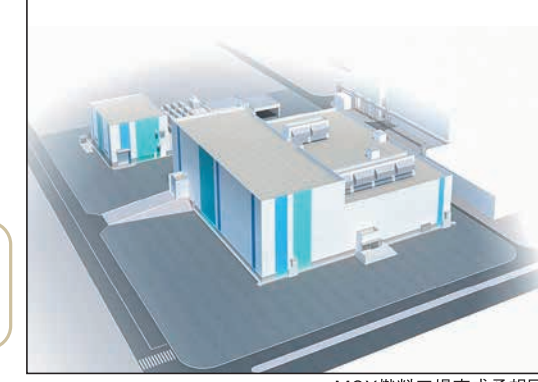
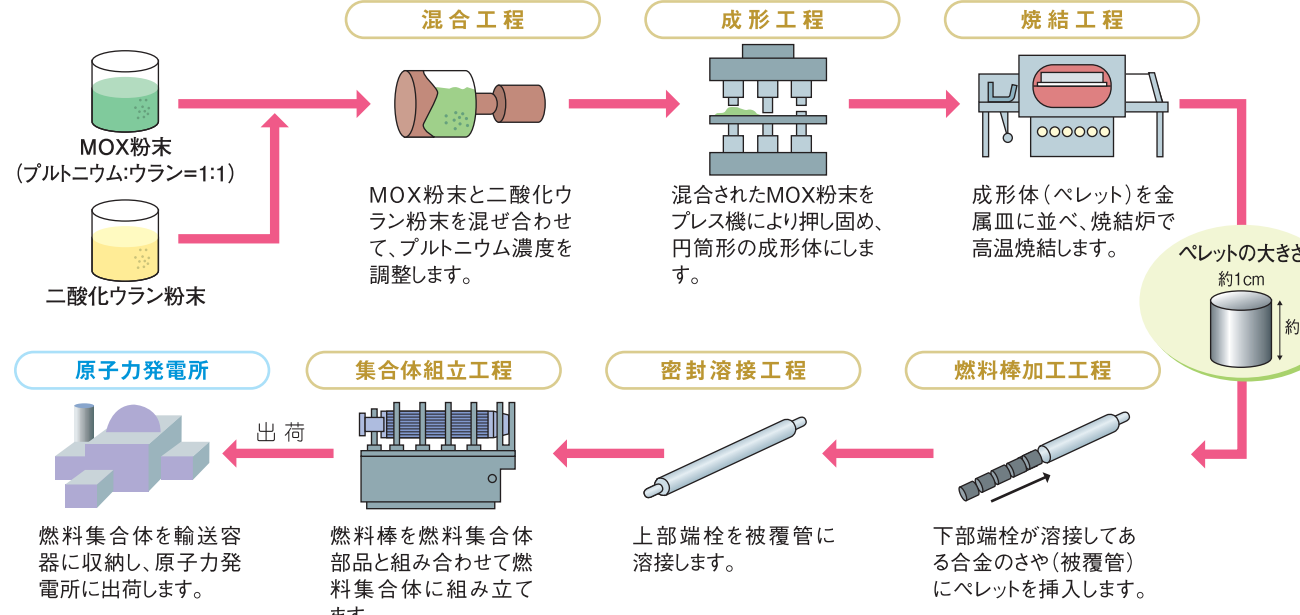
MOX燃料工場

再処理工場で取り出されたウラン・プルトニウム混合酸化物粉末を原料に、原子力発電所(軽水炉)で使用するMOX燃料に加工する工場です。MOXとは、Mixed(混合)Oxide(酸化物)の略です。

■MOX燃料を軽水炉で利用する「プルスーマル」

MOX燃料を「サマリアクター(一般に軽水炉をいう)」で利用することを、「プルスーマル」と呼んでおり、このプルスーマルによってウラン資源の有効利用が可能になります。

■MOX燃料ができるまで



MOX燃料工場完成予想図

原子力発電所

燃料集合体を輸送容器に収納し、原子力発電所に出荷します。

集合体組立工程

燃料棒を燃料集合体部品と組み合わせて燃料集合体に組み立てます。

密封溶接工程

上部端栓を被覆管に溶接します。

燃料棒加工工程

下部端栓が溶接してある合金のさや(被覆管)にペレットを挿入します。