

## 4.2.4 放射性廃棄物の処理

放射性廃棄物を排出するのは、原子力発電を目的とする核燃料関連施設と、医療関連施設の2種類です。主な核燃料関連施設は、ウラン濃縮工場、原子力発電所、使用済み燃料の再処理工場です。主な医療関連施設は、医療機関、医療研究機関、検査機関です。本稿では、これらの施設から排出される放射性廃棄物の種類と特性、および処理と処分方法を解説します。

上記の施設のうち、放射性廃棄物を発生するウラン濃縮工場、原子力発電所、再処理工場、MOX燃料工場について、排出廃棄物と放射能レベル、および処理・処分形態を表1に示します。なお、再生処理工場には低レベル放射性廃棄物を埋設する低レベル放射性廃棄物埋設センターと、放射能の高いガラス固化体などを対象とする高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターが併設されています。

### 1. 核燃料関連施設の放射性廃棄物

核燃料関連施設には、主に原子力発電所で使用する核燃料を製造する施設、原子力発電所、原子力発電所で発生する放射性廃棄物を処理する施設があります。核燃料を製造する施設には、ウラン鉱石を精製してウラン含有量の高い粉末状のイエローケーキに変換する工場、イエローケーキに含まれるウランを6化ウランに転換する工場、ウラン濃縮工場、濃縮ウランを2酸化ウランに転換する再転換工場、原子炉で使用するペレット状の燃料に加工する工場があります。

原子力発電所で発生する放射性廃棄物を処理する施設には、2種類があります。一つは再処理工場と呼ばれ、発電所で発生する放射性廃棄物のうち、放射能の低い廃棄物を埋設処分に適した状態に加工します。放射能の高い使用済み燃料は、核燃料に再利用できる燃料成分と廃液に分け、廃液は長期の保管貯蔵に適したガラス固化体に加工します。放射能が少し高くても燃料成分を含まない構造材料などはガラス固化体にせずに、長期の保管貯蔵に適した形態に加工します。もう一つはMOX燃料工場と呼ばれ、使用済み燃料から回収した燃料成分を加工して、ウランとプルトニウムの混合物から核燃料を製造します。

#### 1.1 ウラン濃縮工場の廃棄物

ウラン濃縮工場から排出される放射性廃棄物は、主に核反応に寄与しない放射能の低いウラン成分で、ウラン濃縮工場に保管・貯蔵されています。

#### 1.2 原子力発電所の廃棄物

原子力発電所の廃棄物は、主に建物排気ガス、工場排水、コンクリ・金属、紙・布、フィルター・スラッジ・イオン交換樹脂、使用済み制御棒・使用済み燃料棒、反応炉内構造物です。建物排気ガスを中心とする気体の廃棄物は、減衰タンクとフィルターを使って放射能を低下させ、放射性物資の濃度が一定の水準以下であることを確認して大気に放散しています。工場の排水も放射能が低いので、ろ過・脱塩して工場内で再利用するか、蒸留して蒸留水は放射性物資の濃度が一定の水準以下であることを確認して海洋に放出します。一方、蒸留で残る濃縮廃液は、再処理工場に送られます。放射性物質が少ないコンクリートや金属の廃棄物は、放射能が非常に低いですが再処理工場に送られます。発電所の作業に使われた紙類や布類も放射能は低いですが、ドラム缶に詰めて再処理工場に送られます。フィルターやスラッジ、および使用済みのイオン交換樹脂は、保管貯蔵して放射能を低下させ、ドラム缶に詰めて再処理工場に送ります。反応炉内構造物と制御棒は放射能が中程度なので、容器に密閉固化して再処理工場に送られ

ます。使用済み燃料棒は放射能が非常に高いので、キャスクと呼ばれる専用容器に収納し再処理工場に送られます。

### 1.3 再処理工場の廃棄物

再処理工場の廃棄物は、大きく分けると低レベル廃棄物、中低レベル廃棄物、高レベル廃棄物、放射性廃液の4種類です。発電所から搬入されるコンクリ・金属、紙・布、フィルター・スラッジ・イオン交換樹脂は、低レベル放射性廃棄物なので、容器の状態で併設する低レベル放射性廃棄物埋設センターに搬入し、隙間に充填剤を詰めて埋設し

ます。発電所の炉内構造物など中レベル固体廃棄物は、併設する高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターに搬入し、地下70m以深の地層に処分します。放射性廃液は、使用済み燃料からMOX燃料成分を回収した残液です。非常に放射能が高いので、ガラス固化体に変換して地下300m以深の地層に保管貯蔵します。

### 1.4 MOX燃料工場の廃棄物

MOX燃料工場からは、可燃性、難燃性、不燃性の放射性廃棄物が発生します。可燃性廃棄物は焼却して残渣を熔融固化し、難燃性廃棄物は焼却、

表1. 核燃料関連施設から排出される放射性廃棄物の種類・放射能レベル・処理形態

発生源	放射性廃棄物	状態	放射能	処理形態
ウラン濃縮工場	ウラン廃棄物	固体	低	発生源で保管
原子力発電所	建物排気ガス	気体	低	濃度確認後に大気放散
	工場排水	液体	低	濃度確認後に海洋放出
		液体	低	→再処理工場（海洋放出以外）
	コンクリ・金属	固体	低	→再処理工場
	紙・布	固体	低	→ドラム缶詰め・再処理工場
	フィルタ・スラッジ ・イオン交換樹脂	固体	低	保管貯蔵・放射性物質濃度低減 →ドラム缶詰め・再処理工場
	反応炉内構造物 制御棒	固体	中	容器に固化→再処理工場
使用済み燃料棒	固体	高	保管冷却・キャスク収納 →再処理工場	
再処理工場	低レベル廃棄物	固体	低	→保管貯蔵 低レベル放射性廃棄物埋設センター
	中レベル廃棄物	固体	中	→保管貯蔵 高レベル放射性廃棄物埋設センター 中深度保管貯蔵（70m以深）
	高レベル廃棄物 放射性廃液	液体	高	ガラス固化→保管貯蔵 高レベル放射性廃棄物埋設センター 地層処分（300m以深）
MOX燃料工場	可燃～不燃廃棄物	固体	低	焼却・熔融固化→保管貯蔵

不燃性は溶融固化して保管貯蔵しています。

## 2. 放射性廃棄物の区分と処分方法

放射性廃棄物の特徴は、含まれている放射性物質を人為的に無害な物質に変換することも、減量化する方法もない点にあります。したがって採用できる対策は、無害なレベルにまで希釈して大気や海域に放出するか、あるいは人間と接触しない場所に隔離するしかありません。隔離するには放射能レベルに対応した密閉化と、適切な隔離場所の選定が必要です。この観点から現在は表 2 に示す対策が講じられています。

った深度（70m 以深）に埋設する方法です。制御棒や炉内構造物など、炉心から発生する放射性廃棄物は、紙や布、フィルタ・スラッジなどと比べると放射能が高いので、中深度処分の対象とされています。地層処分は地下 300m 以深の地層に保管貯蔵する方法で、もっとも放射能レベルの高い廃棄物が対象です。具体的には使用済み燃料から MOX 燃料成分を回収した残液を、密閉するためにガラス固化体に変換した廃棄物が対象です。なお、地層処分は最終処分ではなく、高レベル放射性廃棄物埋設センターに 30 年～50 年間貯蔵した後、地下 300m より深い安定した地層中に処分されることになっています。

表 2. 核燃料関連施設から排出される放射性廃棄物の排出源・種類・放射能レベル・処分方法

排出源	放射性廃棄物	放射能レベル	処分方法
原子力発電所	(例) 解体コンクリ・金属	 低 高	トレンチ処分（浅地中処分）
	(例) 紙・布・フィルタ・イオン交換樹脂などの消耗品・排水処理スラッジ		ピット処分（浅地中処分）
再処理工場	(例) 制御棒・炉内構造物		中深度処分
	ガラス固化体		地層処分

トレンチ処分というのは人工構造物を設けずに浅い地中に埋設する方法で、50 年程度の管理期間を経た後は、一般的な土地利用が可能とされています。放射能レベルの非常に低い廃棄物が対象です。ピット処分は、浅い地中にコンクリートピットを設けて埋設する方法です。液体廃棄物を濃縮した廃液、イオン交換樹脂、ドラム缶に封入した可燃性廃棄物の焼却残渣、配管やフィルターなど放射能レベルの低い廃棄物が対象です。放射性物質の漏洩を監視しながら管理し、放射能が十分に低くなるまで土地利用が制限されます。必要な管理期間は、概ね 300～400 年が一つの目安とされています。中深度処分は、建造物の基礎や共同溝など、一般的な地下利用に対して十分に余裕をも

ガラス固化体は、溶融したガラスを入れたガラス溶融炉に、使用済み燃料から MOX 燃料成分を回収した残液を混入して作ります。ガラス溶融炉の下部には、キャニスターと呼ばれるステンレス鋼製容器が設置してあり、その中で固化されて化学的にも物理的にも安定した状態になります。ガラス固化体の構造は図 1 に示すように、一個の直径が約 40cm、高さが約 1.3m、重量が約 500kg です。ガラス固化体の地層処分は図 2 に示すような方法で、深度 300m 以深に地下処分施設を作ります。ガラス固化体は 9 個が 1 本の収納管に縦に詰められ、地下処分施設の貯蔵ピットに一定の間隔をあけて入れられます。収納管の間には冷却用の空気が送り込まれ、ガラス固化体が発生する反応熱を

除去することになっています。

### 高レベル放射性廃棄物 (ガラス固化体)



図 1. ガラス固化体の構造

出典：資源エネルギー庁資料

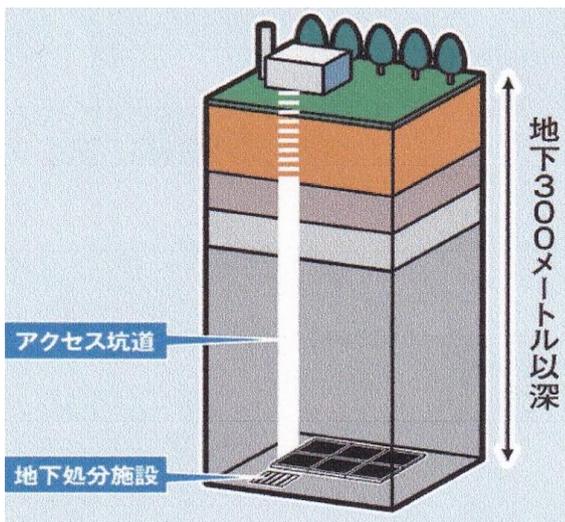


図 2. 地層処分の方法

図 2. 地層処分の方法

### 3. 医療関連施設の放射性廃棄物

放射性廃棄物を排出する医療関連施設は、医療機関、医療研究機関、検査機関の約 2500 ヶ所です。核燃料関連の放射性廃棄物と異なり放射能が低いので、医療関連施設専用の回収・処分体制が採用されています。対象廃棄物は RI 廃棄物と称されており、「放射線障害防止法：RI 法」に基づく使用などで発生する放射性同位元素で汚染された物、

「医療法」に基づく使用などで発生する放射性同位元素で汚染された物、「臨検法」に基づく使用などで発生する放射性同位元素で汚染された物、「薬機法」に基づく作業などで発生する放射性物質で汚染された物となっています。排出者は RI 廃棄物を決められた種類に分別し、決められた容器に収納します。その後は指定された回収機関が収集・保管することになっており、現在の指定機関は公益社団法人の日本アイソトープ協会です。具体的な分別の種類は医療法が適用される病院の場合、表 3 のようになっています（一部）。回収したものの処理方法は表 4 に示すように、可燃物は焼却減容、不燃物は圧縮減容、液体は蒸発濃縮してドラ

表 3. RI 廃棄物の分別区分

区分	内容物
可燃物	紙類、布類、木片
難燃物	プラスチックチューブ、ポリシート、ポリバイアル、ポゴム手袋、発泡スチロール
不燃物	ガラスバイアル、ガラス器具、注射針、翼状針、塩化ビニル製品、シリコンチューブ、アルミ箱、テフロン製品
非圧縮性不燃物	土壌、金属塊、鉄骨、パイプ、コンクリート片、鋳物、ベータプレート、多量の TLC プレート、多量の活性炭
フィルター類：通常型、焼却型/通常型チャコールフィルター、焼却型炭素繊維フィルター	

表 4. RI 廃棄物の処理方法

種類	処理方法	処分方法
可燃性固体廃棄物	焼却	ドラム缶封入・保管
不燃性固体廃棄物	圧縮	
液体廃棄物	蒸発濃縮	
コンクリート・金属	コンテナ保管	

ム缶に封入し保管しています。（おわり）

参考：日本原燃資料、資源エネルギー庁資料、日本アイソトープ協会資料