

# TOMIC

とおみつ

九州エネルギー問題懇話会

## 低レベル放射性廃棄物の 処理・処分

～次の世代へ先送りせず、自国の廃棄物は自国で処分する～

九州大学大学院  
工学研究院 エネルギー量子工学部門 教授 出光一哉 (いでみつ かずや)

昭和55年、九州大学工学部応用原子核工学科卒業。昭和57年、同大学大学院工学研究科応用原子核工学専攻修了。同年、動力炉・核燃料開発事業団東海事業所入社。平成元年より九州大学助手、平成5年に同助教授、平成14年より九州大学大学院工学研究院教授を務める。平成5年、九州大学にて工学博士取得。



エネルギー問題を考えるとき、避けて通れないのが放射性廃棄物の処分の問題です。原子力発電にともなって生じる放射性廃棄物は、一部の低レベル放射性廃棄物を除いて、最終的な処分場が決まっています。

このままでは将来に課題を積み残してしまうことになります。放射性廃棄物についての正しい知識と、今後どのような道筋が望ましいのか、九州大学大学院教授の出光一哉氏にお話を伺いました。今回は今号・次号の2回に分けてお送りします。

### 放射性物質を扱うすべての施設から発生

まず最初にウラン燃料について話をしたいと思います。原子力発電所では、ウラン燃料を原子炉の中で核分裂させ、その時に発生する熱エネルギーで水を蒸気に変え、タービンを回して電気を起こしています。

原子力発電所で使い終わったウラン燃料は「再処理工場」に送られ、「再使用可能なウラン、プルトニウム」を分離・抽出し、さらに「燃料加工工場」で新たにプルトニウムを使った燃料(MOX燃料)に加工され、再び原子力発電所で使うしくみがあります。これを「原子燃料サイクル」と呼びます。〈図1〉

放射性廃棄物は、この原子燃料サイクルと呼ばれる一連の施設群から出てくるもので、高レベル放射性廃棄物と低

レベル放射性廃棄物に分けられます。

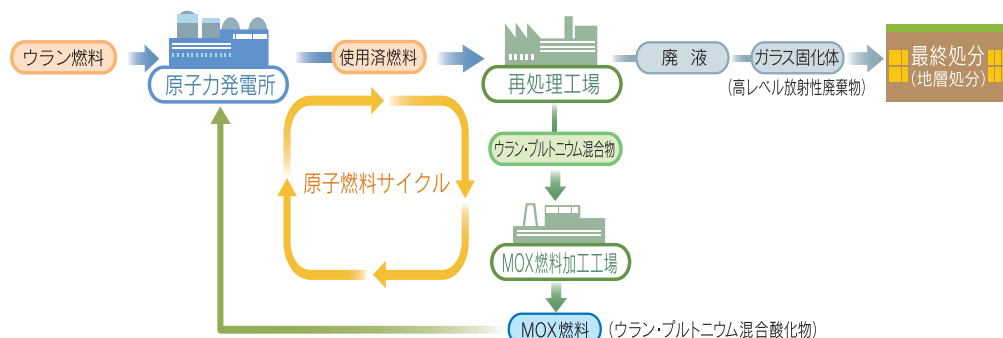
高レベル放射性廃棄物は、使用済み燃料そのものとガラス固化体があります。ガラス固化体は再処理工場で使用済み燃料から再使用可能なウランやプルトニウムを回収した後に発生する放射能レベルの高い廃液にガラス原料を混ぜ溶融させて作製します。

低レベル放射性廃棄物は、原子力発電所などの運転に伴い発生するもので、放射能のレベルに応じて処分の方法が個別に決められています。

また放射性物質として扱う必要のない低濃度を「クリアランスレベル」と呼んでいます。人体への影響がほとんどなく、自然界とほぼ変わらない放射能レベルのため、クリアランスレベル以下の放射性廃棄物は一般廃棄物と同様に取扱う

ことが認められています。原子力発電所の解体に伴って大量に出る金属やコンクリートなどがこれに相当し、産業廃棄物として処分されるほか、再利用や再使用も認められています。ただし現状の再利用については発電所の敷地内など限られた場所ですら使われていません。

#### ●原子燃料サイクル〈図1〉



# TOMIC

とおみつく **低レベル放射性廃棄物の処理・処分**  
 ~次の世代へ先送りせず、自国の廃棄物は自国で処分する~

## 低レベル放射性廃棄物の処理・処分

原子力発電所からは、気体状、液体状、固体状などさまざまな低レベル放射性廃棄物が発生します。具体的には次のようなもので、以下のような一次処理を行ないます。〈図2〉

建物内の空気はフィルターなどを通して放射性物質をできるだけ取り除いた後、放射性物質の濃度を測定し、基準以下であることを確認して大気中へ放出されます。

洗浄に使われた廃液など液体状のものは、ろ過や蒸発濃縮作業などをした上で、放射性物質の濃度を測定し安全を確認して海へ放出されます。また蒸留水は施設内で再利用することもあります。液体状の廃棄物を蒸発濃縮した後に残った濃縮廃液は、セメントやアスファルトで固めてドラム缶に詰められます。

紙や布などは焼却、圧縮などを行ないます。また使用済みフィルターやイオン交換樹脂などは貯蔵タンクに一定期間保存して放射能レベルを下げてからドラム缶に詰められます。原子炉に使われた制御棒や炉内構造物などの金属は、切断などをしたうえで容器に封入します。

こうした低レベル放射性廃棄物には放射能レベルによって3つの区分があり、それぞれ処分・埋設の方法が違います。〈図3〉比較的低レベルの小さい低レベル放射性廃棄物については、すでに一部で国内での処分が始まっています。

### ■ 浅地中トレンチ処分

放射能レベルが極めて低いものには「浅地中トレンチ処分」と呼ばれる方法がとられます。地中に溝を掘ってドラム

缶等を埋設する方法で、環境中の放射能とさほど変わらないレベルの放射性廃棄物に対して行われます。埋設した土地については50年程度の管理期間を経た後、建物を建てたりするなどの土地利用が可能となります。

### ■ 浅地中ピット処分

放射能が比較的低い低レベル放射性廃棄物には「浅地中ピット処分」と呼ばれる手法がとられます。中身が出てこないような頑丈なコンクリート製の構造物をつくり、その中に放射性廃棄物を入れて地下数メートルに埋める方法です。例えば前述の浅地中トレンチ処分が土葬だとすると、浅地中ピット処分はちゃんとしたお墓をつくってあげるイメージです。

また埋設した土地については300年ほど土地利用を制限して管理することになっていますが、それ以降は一般的な土地利用が可能となります。この300年という数字にも根拠があります。浅地中ピット処分が行われるのは半減期が30年より短い放射性物質が大部分を占めます。30年の10倍である300年後には放射性物質が1000分の1程度になっており、自然界の放射能とほとんど同じレベルになっているからです。

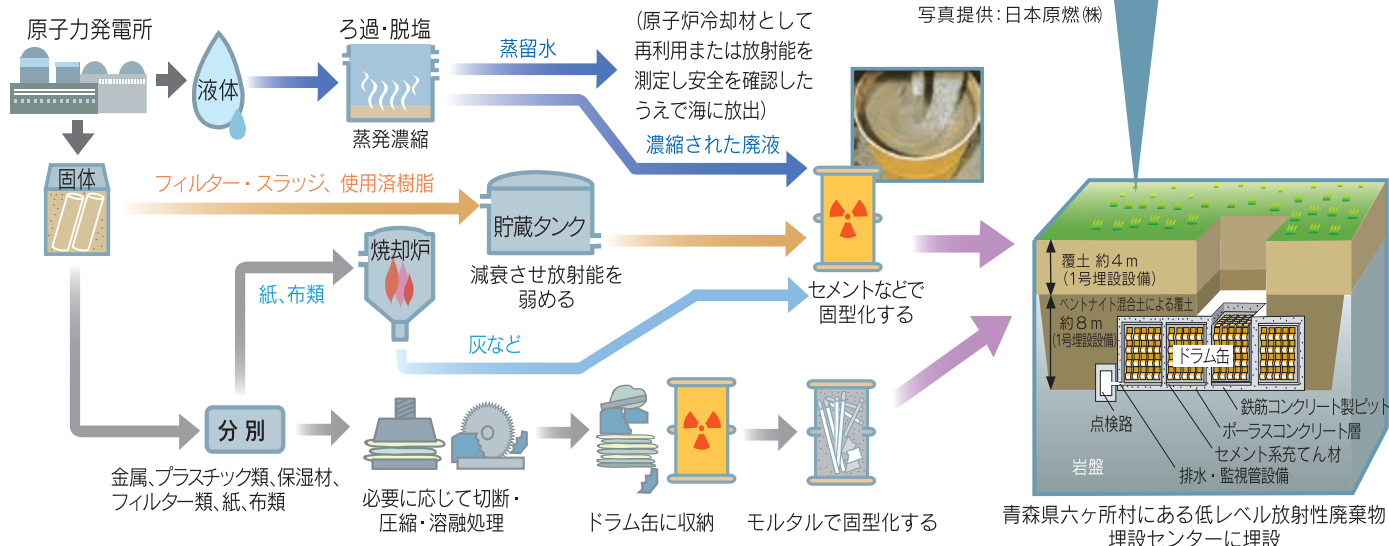
低レベル放射性廃棄物埋設センター 〈写真1〉



写真提供: 日本原燃(株)



### ●埋設するための処理方法〈図2〉

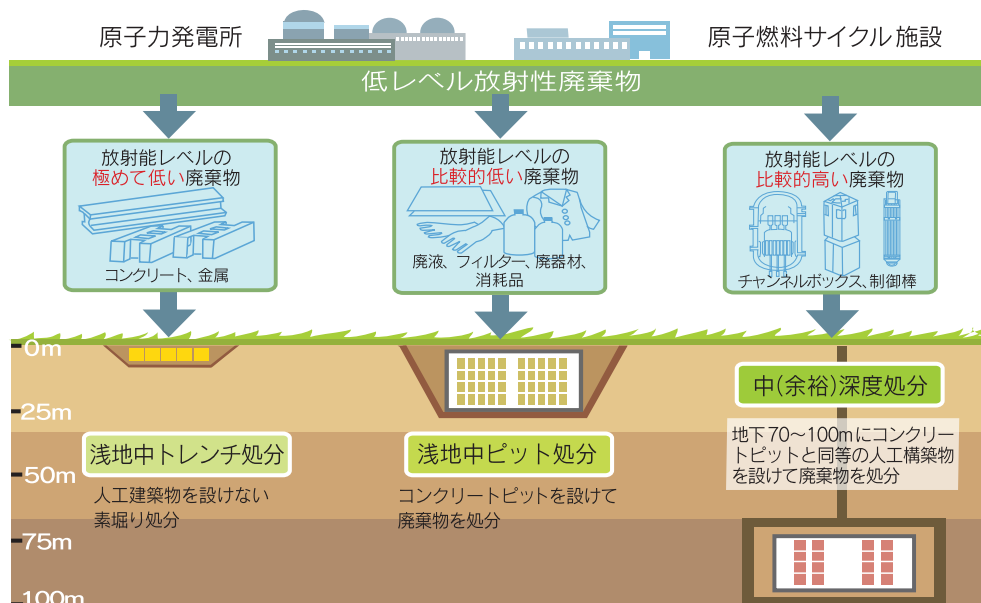




青森県六ヶ所村にある日本原燃(株)の低レベル放射性廃棄物埋設センターでは、すでに浅地中ピット処分が始まっています。

各発電所で発生した濃縮廃液や焼却灰などをセメントで固めたものや、金属やプラスチック類などをドラム缶中に固めたものを対象に1992年12月から受け入れを開始し、2015年10月現在200Lドラム缶約28万本が埋設処分されています。〈写真1〉

### ●低レベル放射性廃棄物の種類と処分方法〈図3〉



### ■ 中(余裕)深度処分

低レベル放射性廃棄物の中でも比較的放射能が高いものについては「中(余裕)深度処分」が行われます。地下70~100メートル程度の場所にコンクリート製の構造物をつくり、その中に放射性廃棄物を収め、すき間をモルタルで充填して埋め戻します。完全に地下空間で閉鎖されるため、より安全性の高い処分になります。

中深度処分が行われる放射性廃棄物は、比較的放射能レベルが高く、300年程度の管理期間では放射能のレベルがあまり下がらないものです。300年を超える管理期間となると人の手では確実にには行なえません。そこで、人がなかなかたどり着けない地下深くに埋めてリスクを減らそうという考え方です。また地下空間は気象現象の影響を受けにくいというメリットもあります。

中深度処分の埋設深度は、以前は地下50メートルとされていました。それが現在では地下70メートルになり、将来的に処分が実施されるときには地下100メートルぐらいになると考えられています。

これは人間が利用している地下空間の深度が関係しています。最初に中深度処分が検討された20数年前は、地下鉄などの地下空間の利用はせいぜい地下50メートル程度でした。けれども現在では地下70メートルまで利用空間が深くなっています。都市の発展や技術の進歩とともに今後も地下利用は進むと考えられるため、人間が誤って処分場に立ち入る危険を減らすため、より深い深度での処分が検討されているのです。

### ■ 地下処分の優位性

そもそも、なぜ地中深くに埋めるのかというと、古代遺跡から発掘されるいろいろな遺物がヒントになっています。例えば出雲大社から出土した鉄斧は、表面の2~3ミリしか錆びておらず約730年前の姿をほぼそのまま残しています。



●原型を保ったまま出土した鉄器類  
写真提供: 出雲大社

錆びたり、腐食することは化学的には「酸化」することですが、酸化のためには酸素が必要となります。酸素は地下水によって地表から地下へと運ばれますが、地下深くでは微生物の活動などによって酸素の量が徐々に減っていきます。

酸素の少ない環境では長い間腐食が進まないのです。地下は腐食が進みにくい環境となるのです。出雲の鉄斧は表面が薄いサビでおおわれていただけで、ほぼ当時と同じ形を残していました。



## 高レベル放射性廃棄物は深地層処分に対応

これまで見てきた低レベル放射性廃棄物とは違い、高レベル放射性廃棄物はピット処分が行われる低レベル放射性廃棄物より数万倍から10万倍も放射能レベルが高いのです。また半減期が長いものも多く、ものによっては数百年、数万年、あるいは100万年以上も放射能が減らないことがあります。これだけの長い期間を人の手で管理することはとてもできません。不用意に人が近づけないよう、数万年という単位を安全に保管することができるように、これらは地下300メートルよりも深い場所で地層処分されることになっています。

はじめに述べた放射性物質を閉じ込めたガラス固化体をオーバーバックと呼ばれる頑丈な金属製の容器に完全密封し、さらにその周囲に地下水を通しにくい粘土質の緩衝材を詰めることによって、容器が壊れた場合も放射性物質の移動を制限しています。

高レベル放射性廃棄物の地層処分については次号でより詳しくご説明したいと思います。

## 自国で出た放射性廃棄物は自国で処分する

放射性廃棄物の処分については大きな原則があります。それは「自国で出た放射性廃棄物は自国で処分する」というものです。ですから現在日本にある放射性廃棄物はもちろん、今後出てくる廃棄物も日本で処分しなければなりません。使用済み燃料を廃棄物とみるか資源とみるかの考え方は国によって異なります。再処理を行わず一度使った燃料をそのまま処分する国もあります。実際、再処理の方が、コストが高いとも言われています。

けれども日本は資源に乏しい国です。再処理すれば新たなウランの輸入を減らすことができ、エネルギーセキュリティ上もより安全です。現在、日本には17,000トンの使用済み燃料が保管されていますが、これらをすべて再処理すれば、東日本大震災前に使われていたウラン燃料の4年分相当の燃料に生まれ変わります。資源の再利用という観点から再処理は重要なことだと考えています。

日本で発生した使用済み燃料の一部はフランスやイギリスに再処理をお願いしており、処理は終わっています。回収されたプルトニウムの一部は既にMOX燃料に加工され日

本に戻ってきていて、原子炉で発電に利用されています。また、この再処理によって発生した放射性廃棄物も発生国での処分のため、日本に戻ってきているところです。

## 放射性廃棄物の輸送にも細心の注意

最後に使用済燃料などの輸送についてお話しておきたいと思います。発電に使い終わった使用済燃料や放射性廃棄物の輸送は基本的に船で行なわれます。専用の輸送車両や輸送船があり、さらにキャスクと呼ばれる特別仕様の専用容器に入れて運ばれます。

使用済燃料輸送用のキャスクは鋼鉄製の容器で重さは100トン以上あります。内部の放射性物質が漏れないように何重にも密閉し安全な遮へい機能を設けたり、発生する熱を放散するためのフィンなどが取り付けられています。また強い衝撃にも耐えられるように設計されており、厳しい落下試験や耐熱試験も実施されています。

実際に飛行機をぶつけるような試験も行なわれており、列車とぶつかっても列車が壊れるほどの頑丈さです。

このように輸送についてもさまざまな安全策を講じた上で行われており、これまでに輸送中の事故が起きたことはありません。いかに細心の注意を払っているかがお分かりいただけると思います。

### ●使用済燃料(専用容器キャスク)の輸送



写真提供: 原燃輸送(株)

[次号予告] 次号は引き続き出光一哉氏に「高レベル放射性廃棄物の地層処分」についてお話を伺います。より具体的な処理の内容に加え、なぜ地層処分が選ばれたのかについてもお聞きします。