

原子力発電所で使い終わった燃料はどうなるのか？

電気事業連合会

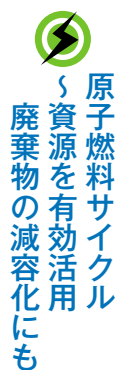


※関連する動画はこちらのQRコードからアクセスできます(エネルギー関連動画 fepc channel)。

エネルギー自給率が7%と極めて低く、化石燃料の大部分を輸入に頼る日本において、国際情勢の変化による影響を抑え、電力を安定的に供給するには、特定の資源に依存せず、多様な手段を確保しておくことが重要となる。

こうしたなか、発電コストが安く、昼夜を問わず稼働できる原子力発電は、安全性の確保を大前提として、ベースロード電源に位置付けられている。また、わが国では、発電所で使い終わった燃料を再処理し、再び発電に利用する「原子燃料サイクル」にも積極的に取り組んでいる。

今回は、原子燃料サイクルの実現に向けた取り組みや、再処理の過程で発生する「高レベル放射性廃棄物」の処分への取り組みに関する状況などを紹介する。



原子燃料サイクル
資源を有効活用
廃棄物の減容化にも

原子力発電の燃料は、ウラン鉱石として鉱

山から採掘される。このウラン鉱石には、核分裂しやすいウラン235が約0.7%しか含まれていないため、これを発電に使いやすいように濃縮し、ウラン235の濃度を3~5%まで高めたものを燃料として使う。

原子力発電所で使い終わったウラン燃料(使用済燃料)には、核分裂せずに残ったウランや発電に伴って新たに生成されたプルトニウムなど、再利用が可能な成分が95~97%も含まれている(残りは再利用できない核分裂生成物など)。日本では、使用済燃料を再処理し、回収されるウランやプルトニウムを有効利用する計画を進めている。このウラン燃料をリサイクルする流れを「原子燃料サイクル」という(図表1参照)。

現在、国内には約1万8000tの使用済燃料が貯蔵されている。これらの燃料を再処理すれば、国内に貯蔵されている貴重なエネルギー資源として有効活用することができ、資源に乏しいわが国において、エネルギー安

全保障上の意義は極めて大きい。

原子燃料サイクルのメリットには、廃棄物の減容や有害度の低減という点もある。使用済燃料をそのまま廃棄物として直接処分する場合に比べ、高レベル放射性廃棄物の体積が約4分の1になるほか、処分施設の面積も約2分の1~3分の1になる。また、天然ウラン並みの有害度になるまでの期間が、直接処分する場合の約10万年と比較して、およそ12分の1の約8000年まで短縮される。

日本では電力会社等が出資する日本原燃が青森県六ヶ所村で、再処理工場などの建設を進めている。現在までに、ウラン濃縮工場、低レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターがそれぞれ操業を開始しており、サイクルの中心となる再処理工場については、国の新規制基準適合に向けた対応や安全対策工事を進める一方、安全管理体制に関する課題に徹底的に取り組んでいる。

―プルサーマル計画

日本は、利用目的のないプルトニウムを持たないことを国際的に公約している。再処理で取り出されるプルトニウムは、国際的な枠組みで厳格に管理され、「プルサーマル」によって利用する方針としている。

プルサーマルとは、再処理を通じて回収したプルトニウムとウランを混ぜてMOX燃料に加工し、既設の原子力発電所で再度利用す

る方式。原子力事業者は全国で16~18基のプルサーマル実施を目指している(プルサーマル計画)。

新規制基準への適合性審査を申請した26基のうち、8基がプルサーマル導入の許認可および地元の詳細を得たプラントであり、そのうち審査を終え、現在稼働しているのは、四国電力伊方発電所3号機、関西電力高浜発電所3、4号機の3プラント。今後の具体的な計画については、各社における再稼働時期の見通しや、再処理工場の操業開始時期等を踏まえながら検討しており、これ以上余剰プルトニウムを発生させないよう取り組んでいる。今後も審査に適切に対応しつつ、プルサーマル導入を着実に進めていく。

また、使用済燃料は、再処理されるまで安全に貯蔵する必要があることから、原子力事業者は、発電所敷地内の使用済燃料プールの貯蔵容量の拡張や、中間貯蔵施設、乾式貯蔵施設などの建設・活用を進めることとしている。



高レベル放射性廃棄物の地層処分
多重のバリアで安全に処分

再処理工場で使用済燃料からウランとプルトニウムを回収すると、放射能レベルの高い廃液が残る。この廃液を、溶かしたガラスと混ぜ合わせて固めたものが高レベル放射性廃棄物ガラス固化体だ。日本原燃の再処理施設では、この高レベル放射性廃棄物を30~50年間、貯蔵・冷却したのち、最終処分場に搬出することとしている。使用済燃料の再処理

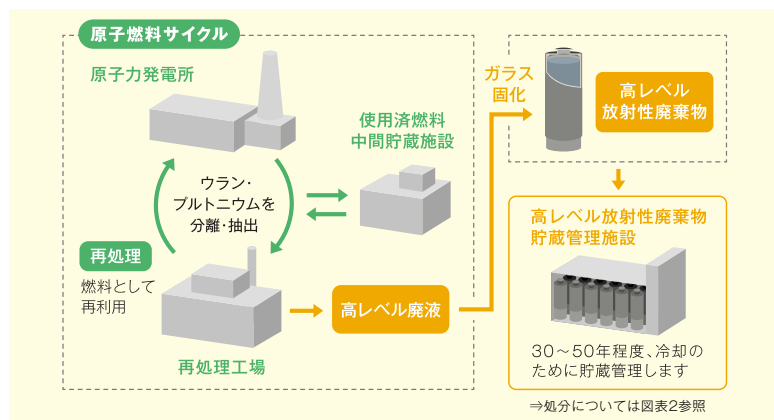
は、これまで主に海外(英国、フランス)の再処理工場で行われており、国内で再処理されたものも含め、すでに2448本のガラス固化体が国内で貯蔵・管理されている。また、これまで原子力発電所で使われた使用済燃料をすべて再処理し、ガラス固化体にしたと仮定すると、その量は、すでにガラス固化体となっているものと合わせて、約2万5000本相当になる(2017年3月末時点)。

高レベル放射性廃棄物は、強い放射線を出し、その放射能レベルが十分低くなるまでには非常に長い時間がかかるため、長期間にわたり人間の生活環境から遠ざけ、安全に隔離する必要がある。

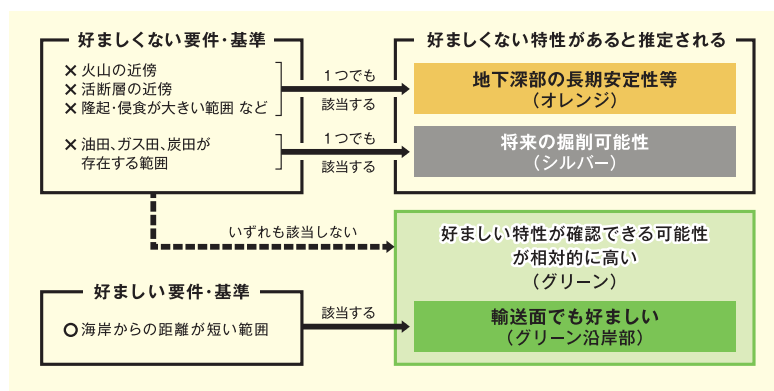
地下深くの地層は、自然現象や人間の活動、社会の変動などの影響を受けにくく、「十分な距離」を保つことができる。これに加え、石油や石炭、鉄などの鉱床が何百万年、何千万年という長期間にわたって安定した状態で保存されてきたことからわかるように、地下水の動きがゆっくりしているため、物質の移動が非常に遅い。また、酸素が非常に少ないため、さびなどの腐食や化学反応が起こりにくく、人の手による管理を必要としない。このような理由から、「地層処分」が最適であることは、世界共通の認識となっている。

具体的な処分方法として、わが国では、地下深くの地層が持っている物質を閉じ込める性質を活かした「天然バリア」と、厚い金属

図表1 原子燃料サイクルと高レベル放射性廃棄物

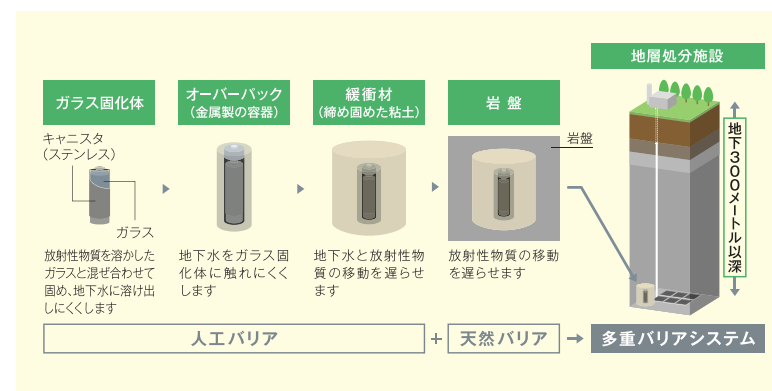


図表4 科学的特性マップの要件・基準と地域特性の区分



出所：資源エネルギー庁・NUMO「地層処分に関する『科学的特性マップ』を提示しました」

図表2 高レベル放射性廃棄物は多重バリアで安全に処分する



出所：NUMO「知ってほしい 今、地層処分」を基に作成

10月中旬からは、国とNUMO(原子力発電環境整備機構)による「科学的特性マップに関する意見交換会」が全国で開催され、マップを活用しつつ、地層処分の仕組みや安全確保策、今後の取り組み方針等について説明している。

また、原子力事業者は、廃棄物の発生者として基本的な責任を有する立場から、地層処分事業の必要性や安全確保の考え方などについて幅広く国民の皆様のご理解をいただけるよう、わかりやすい情報提供や地域の皆様との対話活動などに、積極的に取り組んでいる。

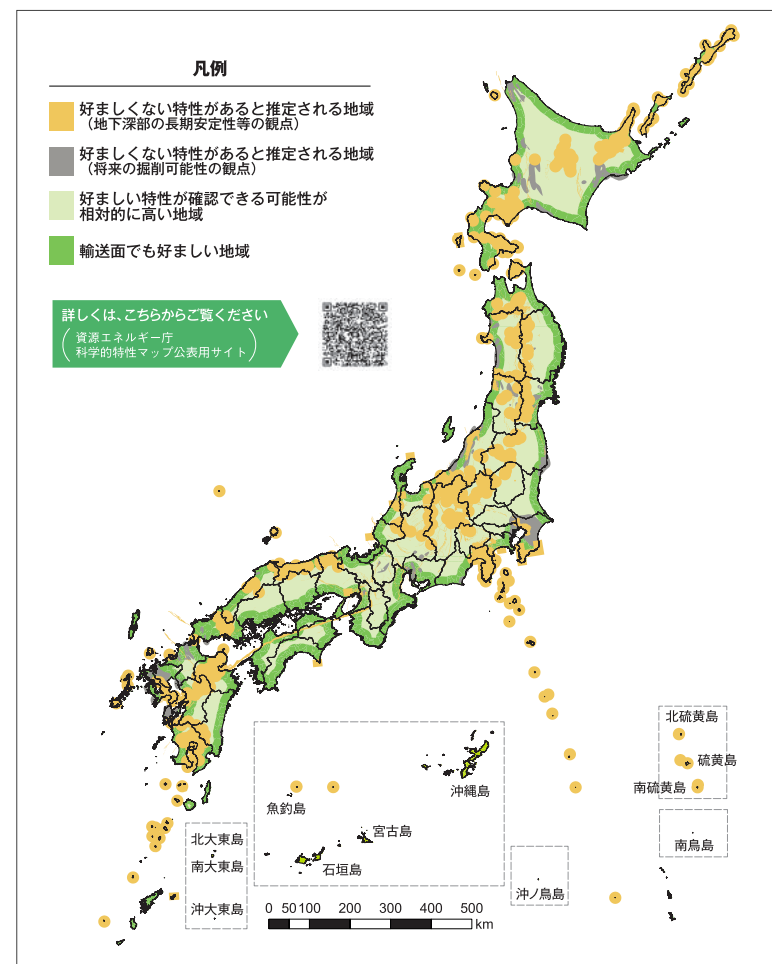
ずは、地下300mより深い世界はどんなところか、その場所でも処分した場合の安全性をどう確保していくのかといったことについて関心を持っていただくことが目的。そのうえで、地層処分事業を実現することの必要性を理解していただくよう取り組むこととしている。

製容器等による「人工バリア」を組み合わせた「多重バリア」を構築し、安全に処分することとしている。人工バリアとしては、安定度の高い物質であるガラスで固化した高レベル廃液を、ステンレス製のキャニスタに封入。これをさらに金属製の容器と粘土状の緩衝材で包み込み、深地層の岩盤に処分する。天然バリアとして、地層処分の実施に適した地質環境を選び、2つのバリアを組み合わせれば、

長きにわたり安全に高レベル放射性廃棄物を閉じ込められることが技術的にも確認されている(図表2参照)。

また、JAEA(日本原子力研究開発機構)の「幌延深地層研究センター(北海道幌延町)」および「瑞浪超深地層研究所(岐阜県瑞浪市)」では、地層や地下水の性質、地震の影響などの長期的変化に関する研究のほか、模擬の人工バリアを実際に地層に埋めて性能

図表3 科学的特性マップ



出所：資源エネルギー庁「科学的特性マップ」
(http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/kagakuteikitokuseimap/maps/kagakuteikitokuseimap.pdf)を基に作成

Column Energy & Number

諸外国の最終処分は

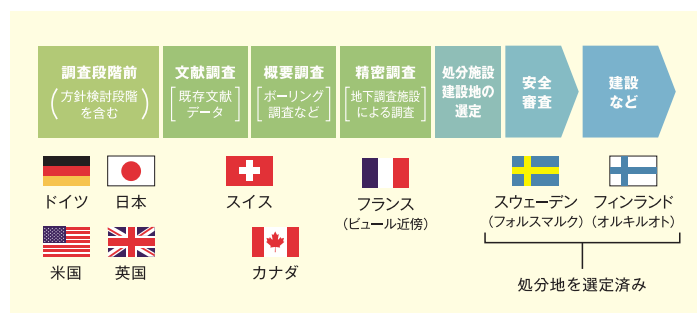
高レベル放射性廃棄物の最終処分の問題は、日本だけでなく原子力をこれまで活用してきた国が向き合う共通の課題だ。地層処分は最も実現性の高い手法として国際的に認められており、フィンランドとスウェーデンではすでに処分地が決定している。

特に1983年から選定を開始したフィンランドでは、2001年にオルキルオトを処分地に決定。2004年、精密調査のための施設としてオンカロ(フィンランド語で洞穴の意味)の建設を開始。2015年には政府が処分場建設を許可、2016年12月に着工した。地下400m以深での施設建設が進んでおり、2020年代の操業開始を目指している。スウェーデンも2009年にフォルスマルクを処分地に選定した。現在は安全審査などが進められている。

このほか、候補地の精密調査を進めているフランスや、7地域で概要調査を実施しているカナダなどでは、一つ一つ前にステップを進めている(図表5参照)。

米国では、前オバマ政権がユッカマウンテン処分場の建設中止を表明したが、トランプ政権は2018年度予算案で計画の再開費用を盛り込む方針を示している。

図表5 地層処分に関する諸外国の取り組み状況



出所：NUMO「知ってほしい、地層処分」を基に作成

科学的特性マップの提示 処分地の選定に向けた第一歩

国は今年7月、高レベル放射性廃棄物の地層処分について、国民全体で関心や理解を深めていただくため、日本全国の地下環境などの状況を地図上に示した「科学的特性マップ」

を確かめる試験など、処分技術の信頼性向上に向けた研究開発が行われている。