

原子力発電所で使い終わった 燃料はどうなるの？

A 使用済燃料を再処理して取り出した、核分裂していないウランと、原子炉内で生まれたプルトニウムを混ぜてMOX燃料*をつくり、再び原子力発電所で利用します。これをプルサーマルといい、使用済燃料のリサイクルを進める有効な手段です。

モックス
*MOX燃料: Mixed Oxide Fuel(ウラン-プルトニウム混合酸化物燃料)

原子力発電所で使い終わった燃料は、再処理することで再び燃料となります。

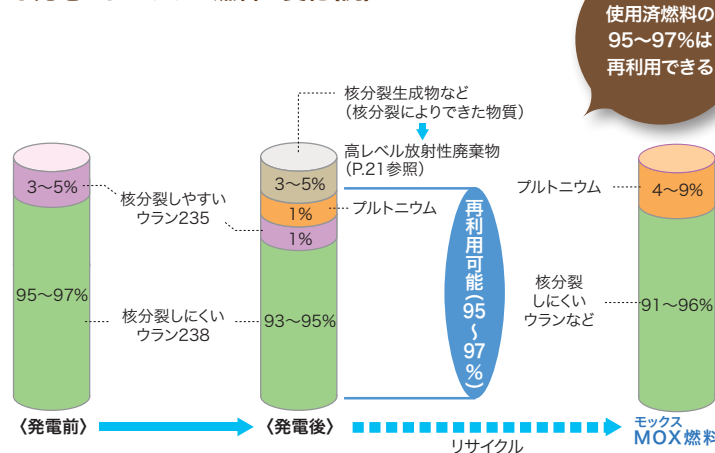
ウラン燃料は発電により3～5%程度しか消費されず、残りの95～97%程度は再利用できます。そこで原子力発電所で使い終わった燃料(使用済燃料)から消費されなかったウランと新しく生まれたプルトニウムを回収し、再び原子力発電所で使用するリサイクル計画を進めています。このウラン資源をリサイクルする流れを「原子燃料サイクル」といいます。

再処理した燃料は準国産のエネルギー資源。原子燃料サイクル事業を着実に進めています。

使用済燃料は再処理し、まだ使えるウランやプルトニウムを回収して利用すれば「準国産のエネルギー資源」になります。

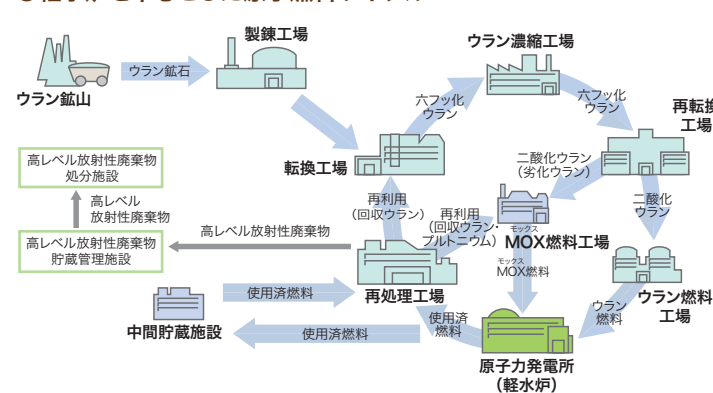
日本では日本原燃(株)が主体となり、青森県六ヶ所村において原子燃料サイクル事業を進めています。現在までに、ウラン濃縮工場(1992年3月)、低レベル放射性廃棄物埋設センター(1992年12月)、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター(1995年4月)がそれぞれ操業を始めました。

●発電によるウラン燃料の変化(例)



使用済燃料の
95～97%は
再利用できる

●軽水炉を中心とした原子燃料サイクル



再処理工場は新規規制基準への適合に関する対応を行っていましたが、2020年7月に許可を得て、2024年度上期のできるだけ早期のしゅん工を目指しています。

また、プルサーマルの燃料を製造する^{モックス}MOX燃料工場は2020年12月に許可を得て、現在、2024年度上期のしゅん工に向けて、建設工事を進めています。

●原子燃料サイクル施設(青森県六ヶ所村)

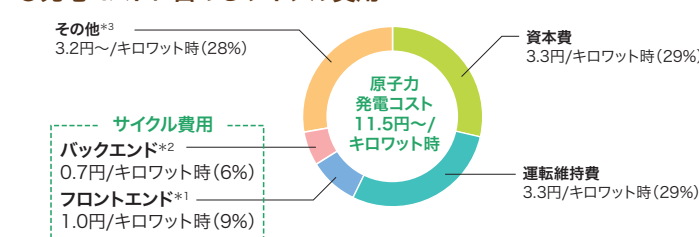


写真提供:日本原燃(株)

再処理を施しても、発電コストへの影響はわずかです。

使用済燃料の全量を適切な期間貯蔵しつつ再処理していく場合、再処理や高レベル放射性廃棄物の処分にかかるサイクル費用は1.7円/キロワット時と試算されています。原子力の発電コスト11.5円～/キロワット時に占めるサイクル費用の割合は約15%と小さいため、再処理を実施しても発電コストへの影響はわずかです。

●発電コストに占めるサイクル費用



モックス

- *1 ウラン燃料、MOX燃料
- *2 再処理、中間貯蔵、高レベル廃棄物など
- *3 追加的安全対策費、政策費用、事故リスクへの対応費用

サイクル費用

(注) 使用済燃料の全量を適切な期間貯蔵しつつ再処理していく場合、稼働年数40年、設備利用率70%、割引率3%。各項目の比率は、四捨五入により合計が100にはならない。

出典：発電コスト検証ワーキンググループ「基本政策分科会に対する発電コスト検証に関する報告(2021年9月)」を基に作成

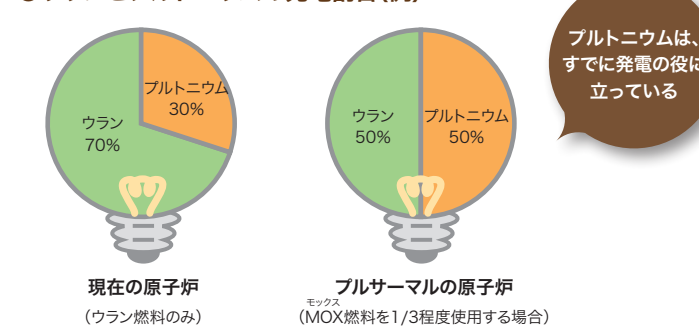
使用済燃料をリサイクルして再び発電所で使うことを、プルサーマルといいます。

使用済燃料を再処理して取り出した少量のプルトニウムと、ウランを混ぜてMOX燃料をつくり、現在の原子炉（軽水炉）で再利用することをプルサーマルといいます。

ウラン燃料だけを使っている原子力発電所でも、プルトニウムは発電の途中で生まれ、発電量の1/3程度を担っています。プルサーマルの安全性については、国の旧原子力安全委員会において、^{モックス}MOX燃料の割合が1/3程度までであればウラン燃料のみを使用した場合と同様に扱えることが確認されています。原子力事業者は、再処理したプルトニウムを確実に利用するという、これまでの方針に基づき「プルサーマル計画」を策定しました。2030年度までに少なくとも12基の原子炉でプルサーマルの実施を目指すこととし、最終的には16～18基の原子炉でプルサーマルの導入を図ります。

また、日本は利用目的のない余分なプルトニウムを持たないことを国際的に公約しているため、プルサーマルによるプルトニウムの平和利用は、世界との約束を守ることにもなります。

●ウランとプルトニウムの発電割合(例)



プルトニウムは、
すでに発電の役に
立っている

大間原子力発電所は、すべてMOX燃料^{モックス}を利用する発電を目指しています。

今ある原子力発電所でプルサーマルを導入する際、^{モックス}MOX燃料の割合を1/3程度までにしていのにに対し、建設中の電源開発(株)大間原子力発電所は、プルサーマル計画の一環として、全炉心での^{モックス}MOX燃料利用による発電を目指しています。これは、資源が乏しい日本が将来にわたりエネルギーを安定的に確保し、電力を安定的に供給する国策に沿って計画されたプロジェクトです。

使用済燃料の中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設の建設・活用を進めています。

中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設は使用済燃料を再処理するまでの間、金属製の容器(キャスク)に入れて、安全に貯蔵・保管する施設です。

使用済燃料を中間貯蔵することは、再処理するまでの間の時間的な調整を可能にするため、原子燃料サイクル全体の運営に柔軟性を持たせる手段として有効であると考えています。2015年11月には「使用済燃料対策推進連絡協議会」を設置し、使用済燃料貯蔵能力拡大に向けて、事業者全体で共同での研究開発、理解活動の強化、中間貯蔵施設などの建設・活用の促進に向けた検討を実施しています。

●青森県むつ市のリサイクル燃料備蓄センター(貯蔵建屋)



写真提供:リサイクル燃料貯蔵(株)

高速炉はウラン資源の利用効率を高めます。

高速炉は、高速の中性子を使うことで、軽水炉に比べてウラン資源の利用効率を高めることができます。また、増殖炉として使用すれば、燃焼を上回るプルトニウムを生み出す(増殖する)ことができます。

日本のエネルギー自給率13%という事情を踏まえると、長期にわたるエネルギー確保の観点から、高速炉サイクルは有力な選択肢の一つであり、高速炉の実現に向けて開発を継続する必要があります。

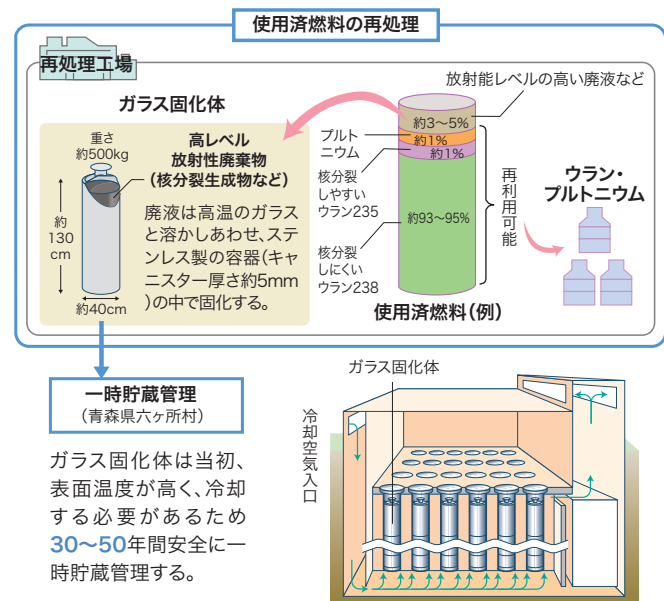
高レベル放射性廃棄物は どう処分するの？

A 高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)は、
地下300mより深い安定した岩盤に埋設し、処分する計画です。

使用済燃料を再処理して分別した廃液は、
ガラスと溶かしあわせてガラス固化体にします。

使用済燃料から、再利用できるウランや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ります。
この廃液を高温のガラスと溶かしあわせ、ステンレス製の容器(キャニスター)に流し込んで固めたものを「ガラス固化体(高レベル放射性廃棄物)」といいます。ガラスは水に溶けにくく、化学的に安定しているため、放射性物質を長期間閉じ込めることに優れています。ガラス固化体は、青森県六ヶ所村の貯蔵施設で、最終的な処分に向けて搬出されるまでの30～50年間冷却・貯蔵します。

●高レベル放射性廃棄物の処理・処分方法



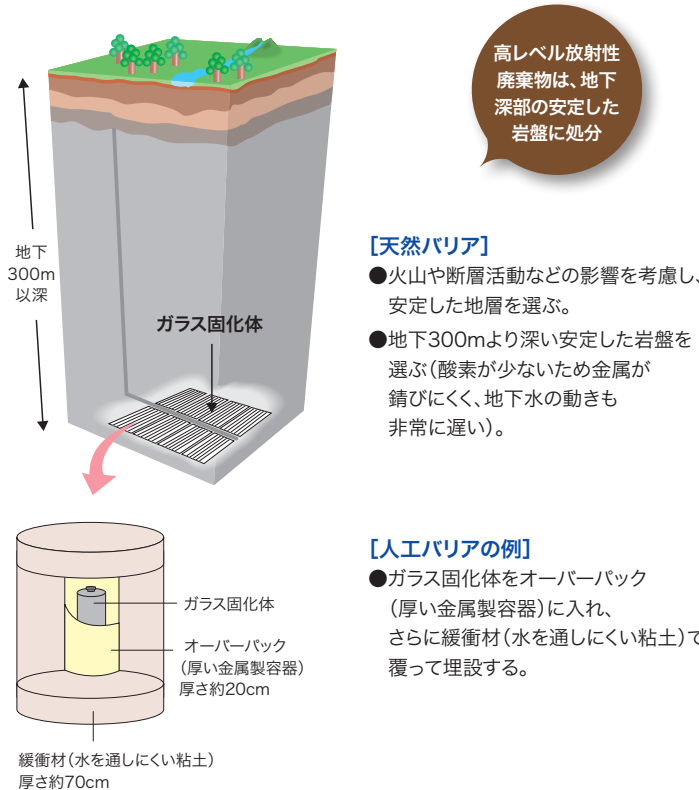
●高レベル放射性廃棄物の減容・有害度の低減

比較項目		技術オプション	直接処分	再処理	
				軽水炉	高速炉
発生体積比*1			1	約4分の1に減容化 約0.22	約0.15
潜在的有害度*2	天然ウラン並になるまでの期間*3		約10万年	約12分の1に低減 約8千年	約300年
	1000年後の有害度*3		1	約0.12	約0.004

高レベル放射性廃棄物は、地層処分します。

ガラス固化体は30～50年間冷却した後、地下300mより深い安定した岩盤に「地層処分」します。「天然バリア」である地層と「人工バリア」である金属や粘土を組み合わせた「多重バリアシステム」により、数万年以上にわたって放射性物質を私たちの生活環境から隔離することができます。

●高レベル放射性廃棄物の地層処分



地層処分が国際的に共通した考え方です。

ガラス固化体(高レベル放射性廃棄物)は放射能(放射線を出す能力)が高く、人体に影響のないレベルに弱まるまでに数万年以上かかります。このため、人間の管理に頼らない処分方法が必

要となります。技術的な観点から、放射能レベルが高い廃棄物を人間の生活環境から長期にわたって隔離する最も確実な方法として、「地層処分」が国際的に共通した考え方になっています。

●各国の地層処分

(2024年1月末現在)

国名	廃棄物形態*1	実施主体	処分地	操業予定	状況
フィンランド	使用済燃料	ポシヴァ社	オルキオ	2020年代	・1983年よりサイト選定開始 ・2001年に議会承認により処分地が決定 ・2012年に建設許可申請、2016年に建設開始 ・2021年12月に操業許可を申請
スウェーデン	使用済燃料	スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社(SKB社)	フォルスマルク	2030年代後半	・1992年よりサイト選定開始 ・2011年に立地・建設の許可申請 ・2020年に処分地自治体議会が使用済燃料処分場の受け入れを議決 ・2022年1月に政府は使用済燃料最終処分場の建設を許可
フランス	ガラス固化体	放射性廃棄物管理機関(ANDRA)	ビュール地下研究所の近傍	2035～2040年頃	・1999年にビュールへの地下研究所の建設・操業を許可 ・2023年1月に処分場の設置許可を申請
アメリカ	使用済燃料 ガラス固化体	エネルギー省(DOE)	ユッカマウンテン	2048年	・2017年の政権交代によりユッカマウンテン計画継続の方針
日本	ガラス固化体	原子力発電環境整備機構*2(NUMO)	未定	未定	・2002年にNUMOが文献調査を行う区域の公募を開始 ・2015年に国が新たな基本方針を閣議決定 ・2017年に国が科学的特性マップを公表 ・2020年に北海道の寿都町と神恵内村において文献調査を開始

*1 使用済燃料の処分方法には、「再処理」して使えない高レベル放射性廃棄物だけを処分する方法と、そのまま使用済燃料の全量を処分する「直接処分」の二つの方法があります。再処理した場合は直接処分には比べると、高レベル放射性廃棄物を1/4に減量でき、処分場の面積も1/2～1/3に縮小できます。

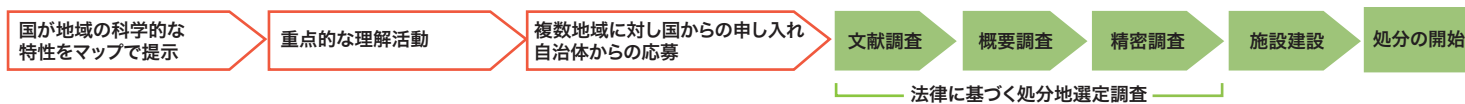
*2 経済産業大臣の認可法人

出典:資源エネルギー庁「諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について」(2023年版)などを基に作成

処分事業の流れ

処分地の選定は「国からの申し入れ」や「自治体からの応募」を受けて「文献調査」、「概要調査(ボーリング調査)」、「精密調査(地下施設での調査・試験)」の三つのプロセスを経て行われます。2020年10月、北海道の寿都町と神恵内村は、町村内での説明会や意見聴取などを経て、「文献調査」への応募、申し入れ受諾を行いました。これを受け、NUMOは、同年11月より両町村において文献調査を行い、2024年1月に公表された報告書

案では次の「概要調査」の候補地が示されました。しかし、調査の各段階で、知事および市町村長の同意が得られない場合、次の段階に進むことはありません。なお、将来の方々がその方法を常に見直せるように、可逆性*1・回収可能性*2が適切に担保されます。原子力発電を行う電力会社は、高レベル放射性廃棄物の発生者として責任を果たしていくため、国とNUMOと連携し、よりいっそう最終処分にかかわる理解活動に取り組みます。



*1 可逆性:処分プロセスを元に戻せること。 *2 回収可能性:高レベル放射性廃棄物が回収可能な技術を持すること。

深地層研究が進められています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構により、幌延深地層研究センター(北海道幌延町)において、地層処分技術や深地層に関する研究開発が進められています。地下に坑道を掘った研究施設では、地下水や岩盤の様子を調べる技術開発のほか、坑道周辺の地層や地震の影響など長期的な変化も調べています。なお、瑞浪超深地層研究所(岐阜県瑞浪市)は、計画に示された研究課題に関する成果を上げ、2019年度をもって研究開発を終了し、2021年12月に坑道の埋め戻しが終了しました。

●幌延深地層研究センター(北海道幌延町)



写真提供:国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

One Step!
more

放射性廃棄物の発生量

一般廃棄物と産業廃棄物の発生量の合計は、国民1人当たり年間約3.3tです。
それに対して、放射性廃棄物の発生量は、国民1人当たり年間123g程度、そのうち高レベル放射性廃棄物は4g程度です。

●日本で1日に発生する 廃棄物の量

