

敦賀と原子力

- 原子力発電における「核燃料サイクル」とは
- 高レベル放射性廃棄物の最終処分について
- 原子力発電所の状況
 - ・ 敦賀発電所1号機、2号機、3、4号機
 - ・ 高速増殖原型炉もんじゅ
 - ・ 新型転換炉原型炉ふげん
 - ・ 美浜発電所1、2号機、3号機
- 安定ヨウ素剤の配布・服用
- 市民原子力研修会のご案内

① 敦賀市

原子力発電における「核燃料サイクル」とは

日本は、エネルギーの安定供給やCO₂などの温室効果ガスの排出削減のため、安全性の確保を大前提に原子力発電を活用するとともに、核燃料サイクルの確立を推進しています。

燃料をリサイクルする仕組みが「核燃料サイクル」

原子力発電に使うウラン燃料は、天然のウラン鉱石をもとに、濃縮など様々な加工をして作られます。

そして、原子力発電所で使い終えた燃料（使用済燃料）を「再処理工場」へ運びます。

再処理工場では、使用済燃料の中から、まだ発電に使える資源（ウランとプルトニウム）が回収され「MOX燃料加工工場」で新しい燃料（MOX燃料）が作られます。日本では現在、海外で再処理されたMOX燃料を使って4基[※]の原子炉で発電が行われています。

※MOX燃料を使用して発電する「プルサーマル発電」は、関西電力(株)高浜3、4号機(福井県)、四国電力(株)伊方3号機(愛媛県)、九州電力(株)玄海3号機(佐賀県)で実施されています。

使用済燃料の処理・加工をする「再処理工場」と「MOX燃料加工工場」は、青森県の六ヶ所村で建設が進められています。

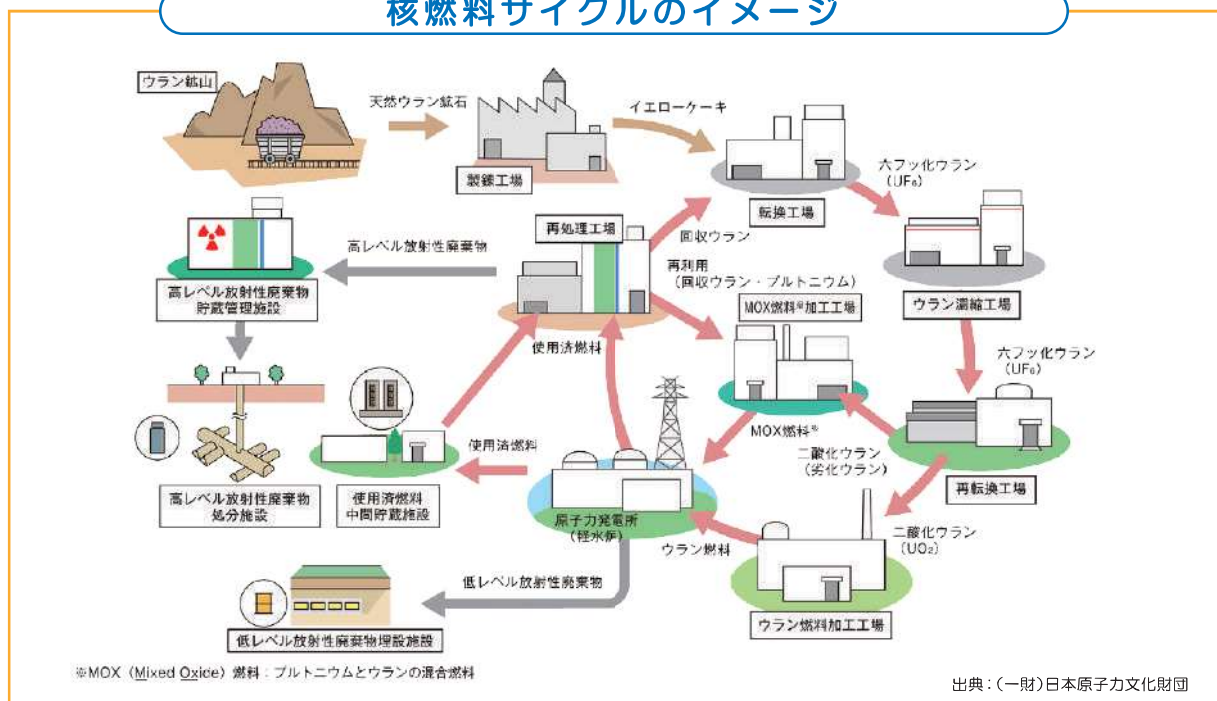
全国の原子力発電所等で貯蔵している使用済燃料は、貯蔵容量の約8割に達しており、使用済燃料を再処理するまでの間、一時的に貯蔵する「中間貯蔵施設」の設置が核燃料サイクルの確立に重要な役割を担っています。

青森県むつ市に、リサイクル燃料貯蔵(株)の中間貯蔵施設「リサイクル燃料備蓄センター」が設置され、2024年11月から使用済燃料の中間貯蔵を始めました。リサイクル燃料備蓄センターでは、東京電力ホールディングス(株)と日本原子力発電(株)の原子力発電所で発生する使用済燃料について、搬入開始から最長50年間、貯蔵されることになっています。



現在貯蔵中の使用済燃料が入った
金属製キャスク
出典：リサイクル燃料貯蔵(株)

核燃料サイクルのイメージ



なぜ、日本で核燃料サイクルが進められるの？

日本はエネルギー資源に乏しく、石油や天然ガスなどの化石燃料のほとんどを海外から輸入しています。2023年における海外への依存度は、原油が99.7%、石炭が99.7%、天然ガスが97.9%と極めて高い水準にあります。

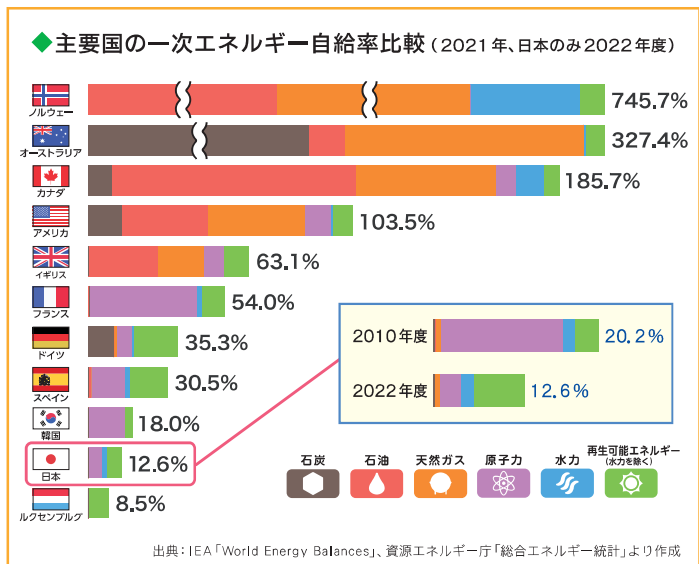
また、日常生活や産業活動に必要なエネルギーのうち、国内で確保できる比率である「エネルギー自給率」は、2011年の東日本大震災を受けて原子力発電所の運転が止まる前は約20%でしたが、2022年度は12.6%※と他の先進主要国と比較してもかなり低い水準になっています。

※2023年度の一次エネルギー自給率は15.3%

エネルギー資源を輸入に頼る日本は、海外情勢の変化を受けやすい状況にあり、エネルギー自給率の向上が欠かせません。

核燃料サイクルは、原子力発電の燃料として使用した使用済燃料を再処理し、再び原子力発電の燃料として使用することができることから、エネルギー自給率を高めることに貢献します。

また、使用済燃料は放射能レベルが高いため、そのまま処分すると、そのすべてが高レベル放射性廃棄物になってしまいます。高レベル放射性廃棄物の量や有害度を減らすことも、核燃料サイクルの重要な役割です。

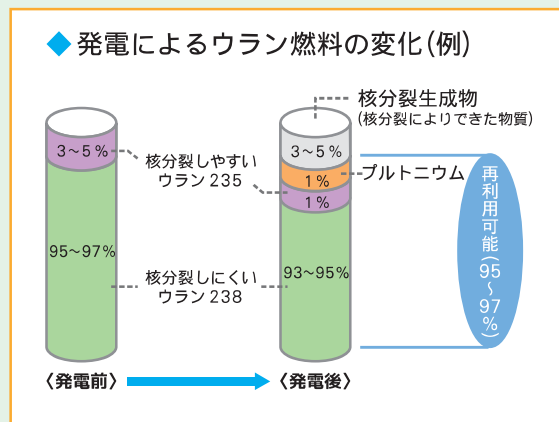


■原子力発電で使い終えた燃料（使用済燃料）を、再び燃料として有効活用できる

化石燃料は、一度燃やせば灰やガスになってしましますが、原子力発電の使用済燃料の中には、発電に使えるウランとプルトニウムが95～97%残っています。

これらを再処理という工程によって回収し、再び原子力発電の燃料（MOX燃料）をつくることができます。

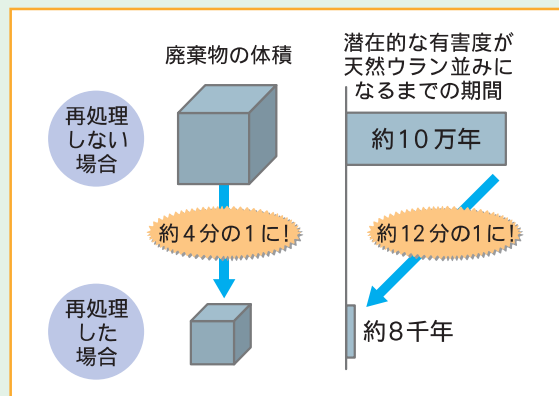
回収したウランとプルトニウムを、日本国内で生まれた準国産のエネルギー資源として、原子力発電で再び活用することは、海外のエネルギー資源への依存を減らし、エネルギーの安全保障を高めていく上で重要な役割を担っています。



■高レベル放射性廃棄物の量を減らし、放射能レベルの低減期間を短縮できる

海外では使用済燃料をそのまま廃棄物として処分（直接処分）する方針の国もありますが、日本では、使用済燃料を再処理してウランとプルトニウムを回収し、再利用できないものだけを高レベル放射性廃棄物として処分する方針としています。

直接処分と比べて、再処理をする場合には、高レベル放射性廃棄物の量を約4分の1に減らすことができ、また、潜在的な有害度（放射能レベル）が自然界に存在する天然ウラン並みに低減する期間を約12分の1に短くすることができます。



高レベル放射性廃棄物の最終処分について

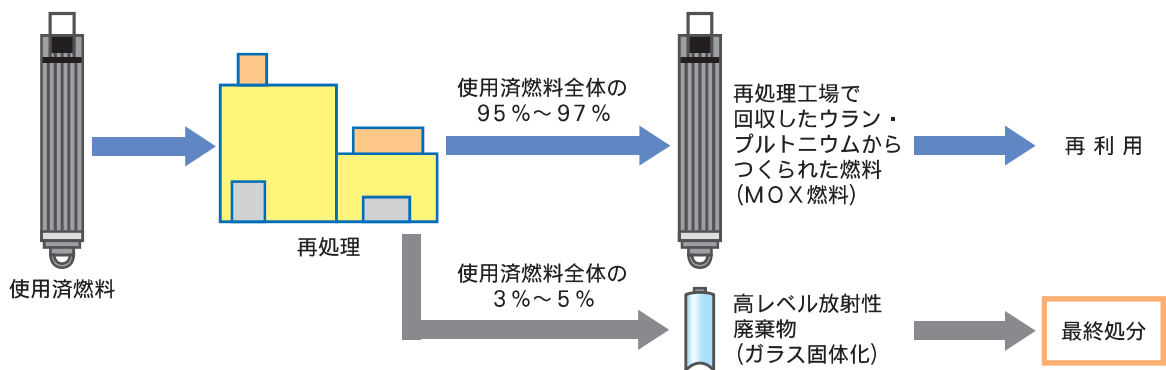
原子力発電により発生する「高レベル放射性廃棄物」の処分方法や処分地がどのように選定されるか、などについてご紹介します。

高レベル放射性廃棄物は、リサイクルできない廃液を安定した状態に固化したものと

原子力発電で発生した使用済燃料を「再処理」することで、使用済燃料の95～97%はリサイクルができます。一方で、3～5%はリサイクルができず、放射能レベルの高い廃液として残るため廃棄物として処分する必要があります。処分の過程では、廃液はガラスと溶かし合わせ、ステンレス鋼製の容器（キャニスター）に入れ、冷やし固め、「ガラス固化体」にします。このガラス固化体は「高レベル放射性廃棄物」として最終処分されます。

高レベル放射性廃棄物であるガラス固化体は「地層処分」という方法で処分されることが決定していますが、具体的な処分地については、現時点において決定していないため、現在は、青森県の六ヶ所村にある日本原燃(株)の施設で空気の自然対流による冷却により、一時的な貯蔵・管理が行われています。

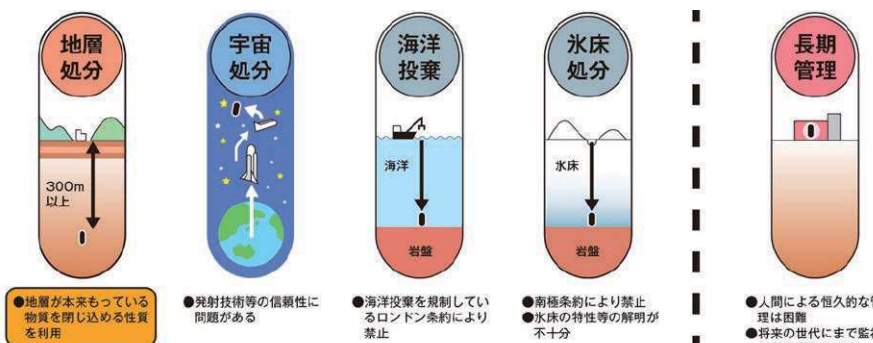
◆最終処分までの流れ



高レベル放射性廃棄物の処分の基本方針は「地層処分」

国際原子力機関（IAEA）が策定した国際条約では、放射性廃棄物は発生した国で処分すべきと示されており、各国とも自国で発生した放射性廃棄物は自国内で処分することが原則となっています。日本も2003年11月にこの国際条約を批准し、国内で処分することを前提とした「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」を制定しています。

なお、高レベル放射性廃棄物の処分方法については、様々な方法が比較検討されてきましたが、放射能レベルが十分低くなるまでに、数万年以上にわたり人間の生活環境から遠ざけ、隔離する必要があることを考慮し、その最も確実な方法として「地層処分」が採用されました。



出典：（一財）日本原子力文化財団

高レベル放射性廃棄物の処分

高レベル放射性廃棄物については、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（最終処分法）」によって、地下300メートルより深い安定した地層に埋設（地層処分）することが決められています。

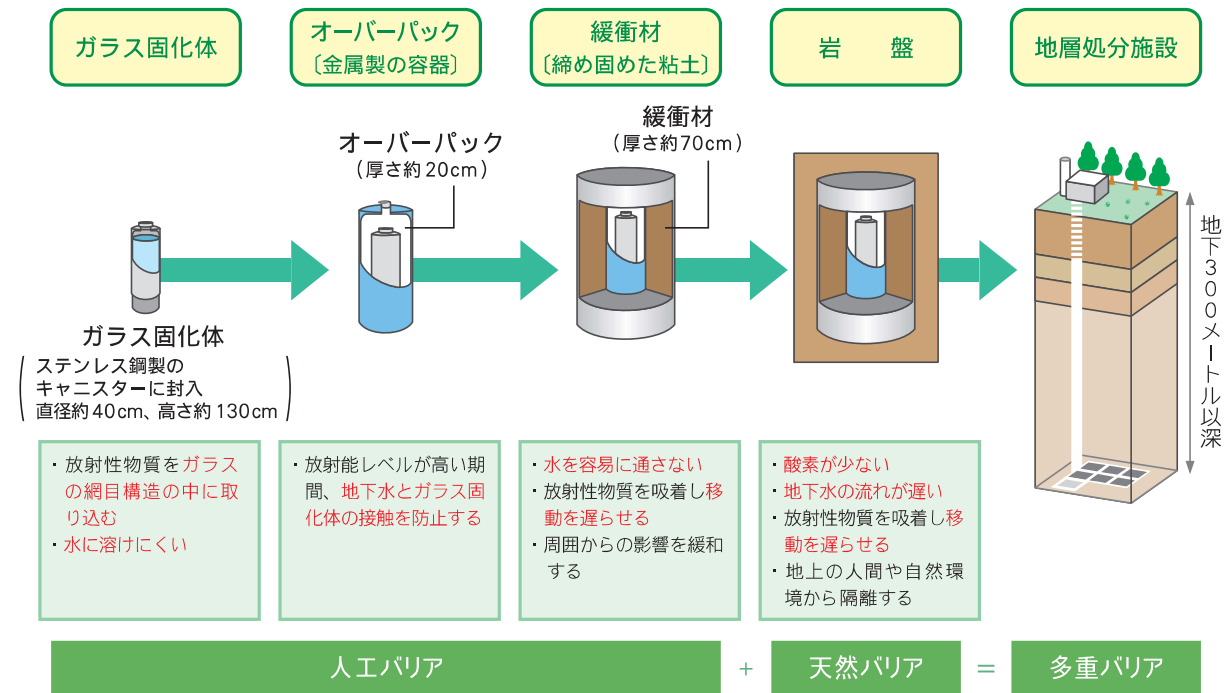
地下深部には、

- ①人間の生活環境から遠く離れている
- ②地下水の動きが極めて遅いため、物質の移動が非常に遅い
- ③酸素が少なく、物質が変化しにくい

といった性質があり、物質を長期にわたり安定して閉じ込めるのに適した場所と言えます。

このようなことから、人間の管理に頼ることなく、長期にわたり廃棄物を人間の生活環境から安全・確実に隔離し閉じ込める方法として、地層処分が最適であるというのが国際的に共通した考えとなっています。

また、日本における地層処分事業の実施主体として原子力発電環境整備機構（NUMO、ニューモ）が2000年に設立され、現在、地層処分の実現に向けて対話活動などを行っています。



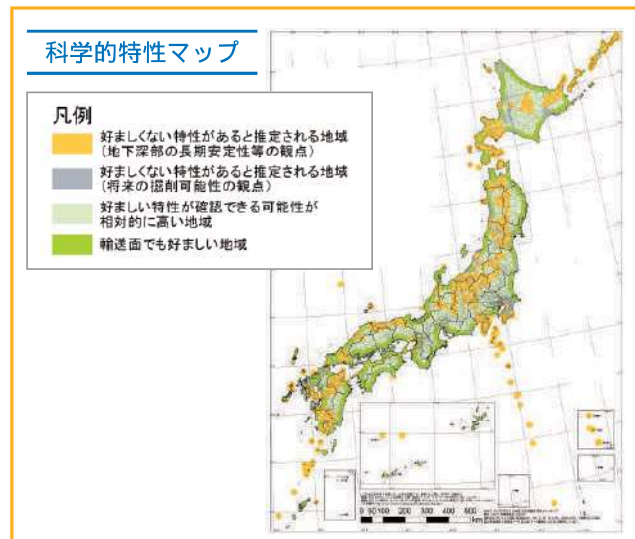
資源エネルギー庁ホームページをもとに作成

科学的特性マップ

地層処分にふさわしい場所かどうかを見極めるには、火山活動や断層活動といった自然現象の影響や、地下深部の地盤の強度、地温の状況など、様々な科学的特性を総合的に検討する必要があります。

2017年に経済産業省が地層処分の仕組みや日本の地質環境等についての関心および国民理解を深めるため、既存の全国データから得られる情報を一定の要件・基準に従って客観的に整理し、全国地図の形で示した「科学的特性マップ」を作成、公表しています。

資源エネルギー庁ホームページをもとに作成



処分地の選定

処分地を選定するには、科学的特性マップには含まれていない要素も含めて調査（処分地選定調査）をしていく必要があります。

処分施設の建設場所を選ぶために、「文献調査」、「概要調査」、「精密調査」の3段階の調査を行うことが法律上求められています。

①文献調査

地域別に整備されている地質図などの文献・データ・地質などに関する学术论文などを収集・整理し、地層の著しい変動がないこと、地層処分を行おうとする地層に有用な鉱物資源がないこと、地下施設の建設が困難となるような強度の弱い地層がないことなど、施設建設地としての不適切な地層状況がないか調査を行います。

②概要調査

地層処分を行おうとする地層やその周辺の地層に対し、空中や地表、水上、水中からの物理探査、地表での地表踏査やボーリング調査等を行います。

③精密調査

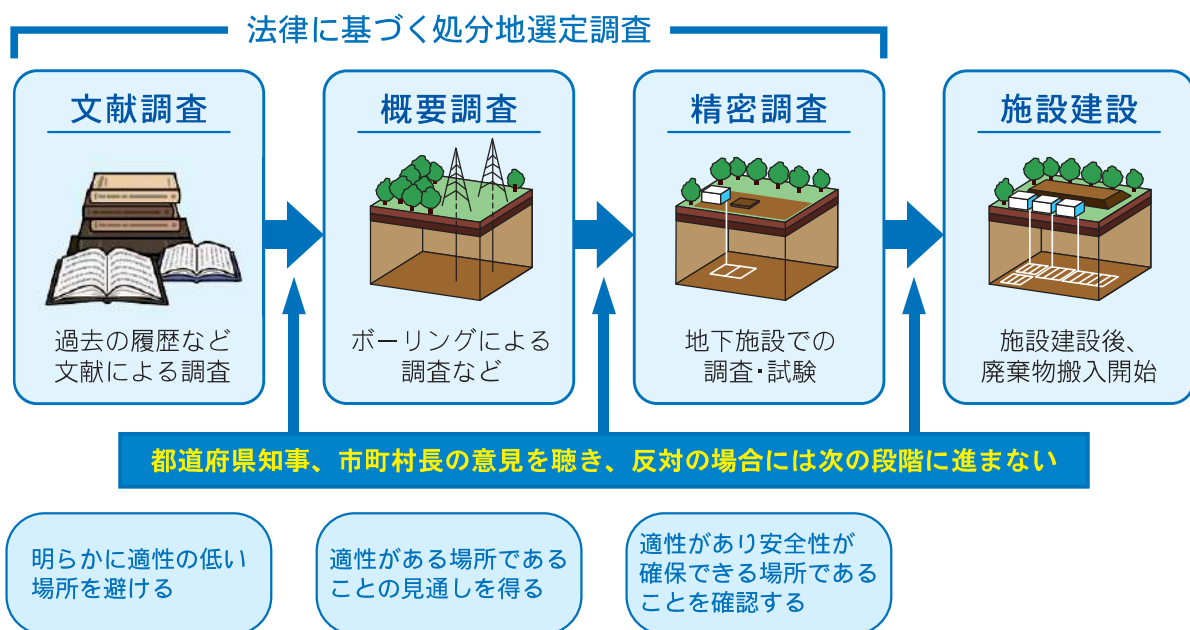
概要調査よりも高精度かつ緻密に、地表踏査、物理探査、ボーリング調査等を実施するとともに、その後、地下の調査坑道（トンネル）を設けて、岩盤や地下水の特性に関する調査・試験等を実施します。

これら3段階の調査は、各段階で地層処分に適した場所であるかを確認した上で進められます。また、次の段階の調査に進むに当たっては、地元自治体の意見を聴き、反対の場合には、次の段階に進まないことになっています。

文献調査については、これまでに3か所で実施されており、2020年11月に北海道の寿都町と神恵内村、2024年6月に佐賀県の玄海町で開始されました。

2024年11月、地層処分手業の実施主体であるNUMOは、寿都町と神恵内村における文献調査の報告書を取りまとめました。報告書では、今回実施した文献調査の結果を踏まえ、次の概要調査地区の候補となる範囲が示されました。

処分地選定の流れ



原子力発電所の状況について

敦賀市内の原子力発電所

敦賀発電所1号機

日本原子力発電(株)

炉型：沸騰水型軽水炉（BWR） 電気出力：35,7万kW

敦賀発電所1号機は、沸騰水型軽水炉（BWR）で、1970年3月に国内初の商業用軽水炉として営業運転を開始しました。

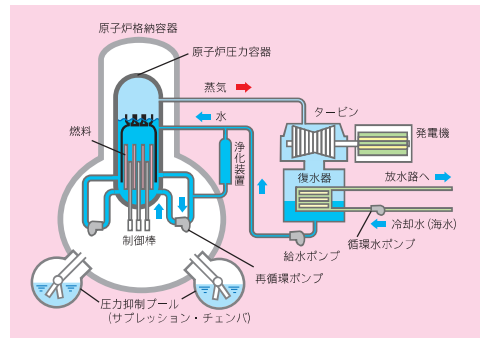
2015年4月に運転を停止し、2017年4月に原子力規制委員会から廃止措置計画の認可を受け、現在、廃止措置が進められています。



沸騰水型軽水炉（BWR）とは

核分裂で発生した熱で原子炉内の水（冷却材）を直接沸騰させ、その蒸気力でタービンを回して電気を作ります。

燃料に低濃縮ウランを使い、中性子の速度を減速させる減速材と発生した熱を取り出すための冷却材に軽水（普通の水）を使います。



廃止措置計画の概要

従前の廃止措置計画では、廃止措置完了を2040年度としていましたが、原子炉本体等解体廃棄物の保管予定エリアにある、大型機器の解体に7年程度を要することが判明したため、原子炉本体等の解体着手時期を7年延期し、廃止措置の完了時期も2040年度から2047年度とする工程に変更しました。

区分	第1段階 原子炉本体等解体準備期間	第2段階 原子炉本体等解体期間	第3段階 建屋等解体期間
年度	2017 ~ 2032	2033 ~ 2041	2042 ~ 2047
主な実施事項	原子炉本体等解体準備		
	1号機からの核燃料物質搬出		
	原子炉解体に干渉する施設の解体	原子炉本体等解体	
	原子炉本体等放射能減衰（安全貯蔵）		建屋解体
		原子炉本体等以外の解体 核燃料物質による汚染の除去	
	核燃料物質によって汚染されたものの廃棄		

廃止措置作業の状況

タービン建屋内の大型機器であるタービン・発電機や非常時に原子炉に冷却水を注入する機器、原子炉建屋内の制御棒を動かす装置などの解体が終了しています。

現在、比較的放射能レベルの低いエリアの機器の解体撤去を実施しています。

敦賀発電所3,4号機

日本原子力発電(株)

2004年7月から敦賀発電所3,4号機建設へ向けた準備工事を開始し、敷地へアクセスするためのトンネル工事、敷地確保・保護のための山地の切取・埋立工事、防波堤・護岸工事などを実施して、敷地造成が完了しました。

現在は、建設予定地の原子炉建屋背後斜面の緑化管理などの維持管理を実施しています。

3,4号機の建設について、日本原子力発電(株)は、引き続き国のエネルギー政策などの状況を踏まえながら、実現に向けた取り組みを継続していくこととしています。



敦賀発電所2号機

日本原子力発電(株)

炉型：加圧水型軽水炉（PWR） 電気出力：116.0万kW

敦賀発電所2号機は、加圧水型軽水炉（PWR）で、1987年2月に営業運転を開始しました。

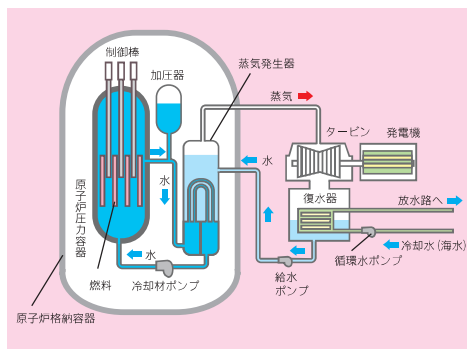
110万kW級加圧水型軽水炉の国産改良標準化技術の確立を目指して建設され、小型化や耐震性向上などを図るために国内で初めてプレストレスト・コンクリート製格納容器が採用されました。



加圧水型軽水炉（PWR）とは

原子炉内から高圧・高温の水を蒸気発生器に送り、そこで熱交換させて原子炉内の水とは別の水を蒸気に変え、その蒸気の力で発電用のタービンを回して電気を作ります。

燃料に低濃縮ウランを、減速材と冷却材に軽水を使います。



敦賀発電所2号機の再稼働へ向けた新規制基準への対応について

2015年11月に日本原子力発電(株)は原子力規制委員会に敦賀発電所2号機の再稼働に向けた原子炉設置変更許可申請を行いました。

再稼働に向けた審査が行われましたが、2020年2月に開催された審査会合において、日本原子力発電(株)が作成した審査資料の一部に書き換えが行われている旨、原子力規制委員会から指摘を受け、日本原子力発電(株)の審査資料の作成プロセスに改善が図られるまで審査会合を実施しないことが決定されました。

その後、日本原子力発電(株)の審査資料の作成プロセスに改善が認められたことから、2022年10月から再び審査が再開されたものの、再度、審査資料に誤りが確認されたため、改めて、敦賀発電所の敷地内に存在する破砕帯に関する部分に関する資料を整えた上で、原子炉設置変更許可申請書の補正書を提出するよう原子力規制委員会から指導がなされました。

2023年8月、日本原子力発電(株)は原子力規制委員会に補正書を提出し、その後、補正書の内容に基づき審査会合と現地調査が実施されました。

審査では、敷地内のD-1トレンチ内に認められるK断層が将来、地震によって動く可能性がないか（活動性の有無）、また2号炉の原子炉建屋直下を通過する破砕帯とK断層が連続して動く可能性がないか（連続性の有無）の2点について、優先的に確認が行われましたが、原子力規制委員会による審査の結果、活動性および連続性のいずれの可能性についても否定することができないことから、原子力発電所の設置許可基準に適合しないため、日本原子力発電(株)から提出された原子炉設置変更許可申請について許可しないこと（不許可処分）が2024年11月に原子力規制委員会により決定されました。

日本原子力発電(株)は、設置変更許可の再申請へ向け、K断層に関する調査およびその他の破砕帯等に関する調査・評価等について、2年程度かけて実施する計画を2025年8月に公表し、翌月に現地調査を開始しました。

高速増殖原型炉もんじゅ

日本原子力研究開発機構

炉型：高速増殖炉（FBR） 電気出力：28,0万kW

もんじゅは、高速増殖炉（FBR）の原型炉で、1994年4月に初臨界、翌年に初送電を達成しましたが、1995年12月に発生した2次系ナトリウムの漏えい事故を受けて、長期間にわたり運転を停止しました。

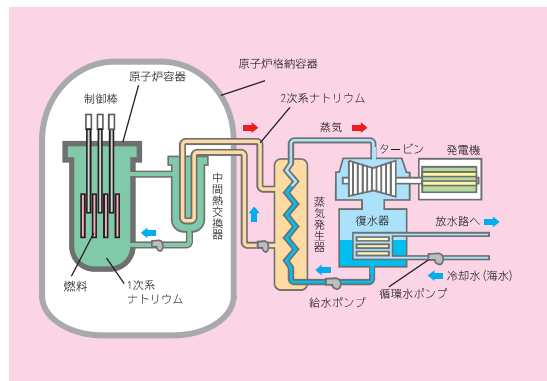
その後、改造工事などを経て、2010年5月に性能試験を再開しましたが、試験終了後の燃料交換後の片付け作業中に「炉内中継装置」の落下事故が発生し、再び運転を停止、2016年12月には政府の原子力関係閣僚会議でもんじゅを廃止する方針が決定され、2018年4月からは廃止措置が進められています。



高速増殖炉（FBR）とは

高速の中性子による核分裂の性質を利用して、発生した熱により発電をしながら、原子炉内で消費した以上の燃料を生成（増殖）することができます。

燃料にはウランとプルトニウムを混合したMOX燃料を使用し、もんじゅでは冷却材として熱伝達特性に優れた液体金属ナトリウムを使用しました。



廃止措置計画の概要

もんじゅの廃止措置は4段階の期間に分けて実施し、2047年度に完了する予定となっています。

区分	第1段階 燃料体取出し期間	第2段階 解体準備期間	第3段階 廃止措置期間Ⅰ	第4段階 廃止措置期間Ⅱ
年度	2018 ~ 2022	2023 ~ 2031	2032 ~	~ 2047
主な実施事項	燃料体取出し作業	ナトリウム機器の解体準備	ナトリウム機器の解体撤去	建物等解体撤去
	汚染の分布に関する評価	水・蒸気系等発電設備の解体撤去		
				放射性固体廃棄物の処理・処分

ナトリウムについては、搬出可能な全量を英国の事業者へ引き渡すこととしており、2028年度に搬出を開始し、2031年度に搬出を完了する計画です。

使用済燃料については、仏国での再処理を基本として検討を行っており、2034年度に搬出を開始し、2037年度に搬出完了する見込みとしています。

廃止措置作業の状況

廃止措置第1段階の主要作業として、2018年8月から開始した燃料体取出し作業は、2022年10月に530体全ての取り出しを完了しました。

2023年度からは、ナトリウム機器の解体・撤去の準備作業として原子炉容器内にある遮へい体等の取出作業や、水・蒸気系等発電設備の解体撤去などを実施しています。



復水器（水室）解体前全景

復水器（水室）解体撤去後

写真提供：日本原子力研究開発機構

もんじゅサイトを活用した新たな試験研究炉

2016年12月の原子力関係閣僚会議において、将来、もんじゅサイトに新たな試験研究炉を設置する方針が決定されました。

その後、文部科学省が設置すべき炉型などについて調査・検討を行い、中性子ビーム利用を主目的とした中出力炉を設置することを決定しました。

現在は、試験研究炉の詳細設計と建設候補地の地質調査が実施されています。



新試験研究炉完成イメージ図

画像提供：日本原子力研究開発機構

新型転換炉原型炉ふげん 日本原子力研究開発機構

炉型：新型転換炉（ATR） 電気出力：16.5万kW

ふげんは、新型転換炉（ATR）の原型炉です。

軽水炉では減速材として「軽水」が用いられるのに対し、ふげんでは「重水」を用いることで、効率的に中性子を利用する特徴を有していました。

1978年3月に初臨界を達成、翌年には本格運転を開始しましたが、1995年8月にふげんに続く実証炉の建設計画が中止となったことから、2003年3月に運転を終了しました。

2008年2月から廃止措置が進められているほか、廃止措置技術に関する研究開発などが行われています。



廃止措置計画の概要

ふげんの廃止措置は4段階の期間に分けて実施し、2040年に完了する予定となっています。

区分	第1段階 重水・ヘリウム系等の汚染の除去期間	第2段階 原子炉周辺設備解体撤去期間	第3段階 原子炉本体解体撤去期間	第4段階 建屋解体期間
年度	2008 ~ 2017	2018 ~ 2029	2030 ~ 2038	2039 ~ 2040
主な実施事項	使用済燃料の搬出	原子炉冷却系統施設、計測制御施設等の解体 核燃料物質取扱施設・貯蔵施設、重水・ヘリウム系等の解体 遠隔自動溶接・検査技術開発	原子炉本体の解体	管理区域解除 建屋解体

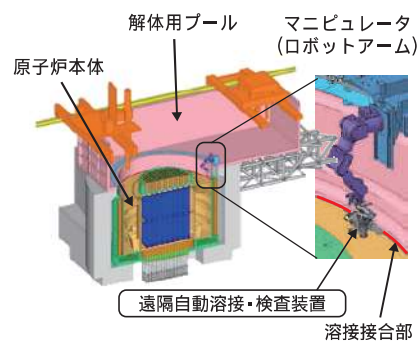
使用済燃料については、仏国で再処理する計画としており、2027年度に搬出を開始し、2031年度に搬出を完了する予定としています。

廃止措置作業の状況

現在は、原子炉周辺設備解体撤去期間として、大型機器等の解体撤去などが実施されています。

また、ふげんでは原子炉本体の解体において、放射性物質による汚染の拡大防止や放射線の被ばくを減らすため、原子炉上部に解体用プールを設置し、水中で解体を行う計画としています。

解体用プールは、原子炉本体との接合面での漏えいリスクを最小化するため、原子炉本体に直接溶接します。その際の被ばく低減のため、遠隔かつ自動で溶接・検査を行う装置の開発が進められています。



原子炉本体解体用プール設置イメージ

画像提供：日本原子力研究開発機構

敦賀市に隣接する原子力発電所

美浜発電所 1, 2号機

関西電力㈱

炉型：加圧水型軽水炉（PWR）
電気出力：34.0万kW（1号機）50.0万kW（2号機）

美浜発電所1, 2号機は、加圧水型軽水炉（PWR）で、1号機は国内初の商業用加圧水型軽水炉として1970年11月に、2号機は1972年7月に営業運転を開始しました。

2015年4月に運転を停止し、2017年4月に原子力規制委員会から廃止措置計画の認可を受け、現在、廃止措置が進められています。



廃止措置計画の概要

美浜発電所1, 2号機の廃止措置は4段階の期間に分けて実施し、2045年度に完了する予定となっています。

区分	第1段階 解体準備期間	第2段階 原子炉周辺設備解体撤去期間	第3段階 原子炉領域解体撤去期間	第4段階 建屋等解体撤去期間
年度	2017 ~ 2021	2022 ~ 2035	2036 ~ 2041	2042 ~ 2045
主な実施事項	系統除染			
	残存放射能調査			
	新燃料、使用済燃料の搬出			
	タービン建屋内機器等の解体			
	原子炉補助建屋内機器の解体			
			原子炉領域機器の解体	
				補助建屋、格納容器の解体

美浜発電所 3号機

関西電力㈱

炉型：加圧水型軽水炉（PWR） 電気出力：82.6万kW

美浜発電所3号機は、加圧水型軽水炉（PWR）で、1976年12月に営業運転を開始しました。

2016年10月に原子力規制委員会から新規規制基準適合性に係る原子炉設置変更許可を、同年11月には原則40年とされる運転期間を60年まで延長する認可を受けました。

その後、再稼働へ向けた安全対策工事が完了し、2021年6月から運転を再開しました。

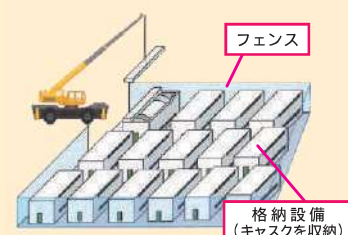
また、2026年12月には運転開始から50年を迎えるため、50年を超えて運転するための長期施設管理計画を策定し、2025年12月に原子力規制委員会に認可申請しました。



使用済燃料の乾式貯蔵施設の設置計画について

2024年7月、関西電力㈱は原子力規制委員会に対し、美浜発電所構内における使用済燃料乾式貯蔵施設の設置計画に係る原子炉設置変更許可を申請し、2025年10月に許可を受けました。

計画では、乾式貯蔵施設の設置により、使用済燃料の中間貯蔵施設へのより円滑な搬出とともに、搬出までの間、電源を使用せずに安全性の高い方式で保管できるとしており、2030年頃の竣工（運用開始）を予定しています。



（上図はイメージ）

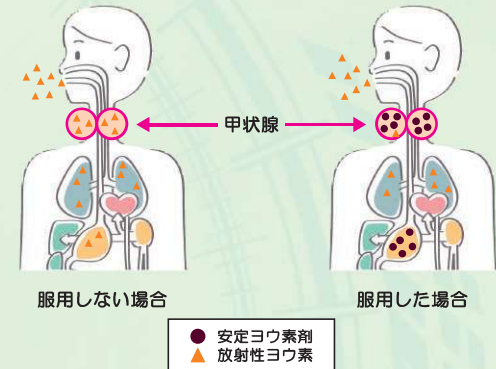
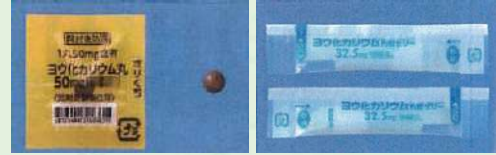
安定ヨウ素剤の配布・服用

原子力発電所の事故によって放出される放射性ヨウ素は、食事や呼吸をすることで喉にある甲状腺に集まります。

この放射性ヨウ素からの被ばく量が多い場合には、数年から数十年後に甲状腺がんなどを発症する可能性が高まることが知られています。

安定ヨウ素剤は適切なタイミングで服用することで、甲状腺の内部被ばくを抑える効果のある医療用医薬品です。

敦賀市では配布対象者に対して安定ヨウ素剤の事前配布を行っています。



配布対象者や申請方法について詳しくは

敦賀市 安定ヨウ素剤

検索



お問い合わせ先：敦賀市危機管理対策課 TEL 22-8166

市民原子力研修会のご案内

敦賀市では市内外の原子力関連施設を見学する市民原子力研修会を開催しています。ご希望に応じて研修内容や日程などはご相談させていただきます。

敦賀市 市民原子力研修会

検索



対象 敦賀市内にお住まい、または勤務・通学されている方（個人・団体どちらでも申込み可）

費用 無 料

日程 ご希望に応じて調整します。

研修先

- ・敦賀発電所 1, 2号機
- ・高速増殖原型炉もんじゅ
- ・美浜発電所
- ・福井県原子力防災センター（オフサイトセンター） など（1ヶ所のみでの研修も可）
- ・敦賀発電所 3, 4号機建設予定地
- ・新型転換炉原型炉ふげん
- ・原子力緊急時支援・研修センター福井支所

申込方法 電話（22-8113）、FAX（22-1743）、e-mail（genan@ton21.ne.jp）などで下記までお申し込みください。

なお、施設によって公的機関発行の顔写真付身分証（運転免許証、マイナンバーカードなど）が必要になる場合があります。



お問い合わせ・申込み先：敦賀市原子力安全対策課 TEL 22-8113