

原子力

コンセンサス 2012

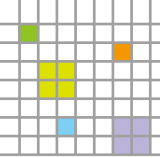
電気事業連合会

〒100-8118 東京都千代田区大手町1-3-2
TEL. 03-5221-1440 <http://www.fepec.or.jp/>

consensus



植物油インキを使用しています。



東日本大震災による東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故により、
周辺地域の皆さまをはじめ、広く国民の皆さまに多大なご迷惑とご心配をおかけしており、
深くおわび申し上げます。

福島第一原子力発電所1～3号機は、すでに冷温停止状態*に至りましたが、
今後は長期的な安全確保や、燃料の取り出し、廃炉に向けた取り組みを進めてまいります。

電力業界としましては、全国の原子力発電所の安全確保に万全を期し、
原子力発電への信頼を回復するとともに、電力の安定供給を確保することが使命と考え、
全力で取り組んでまいります。

東日本大震災により影響を受けた原子力発電所はすべて安定した状態に至っています

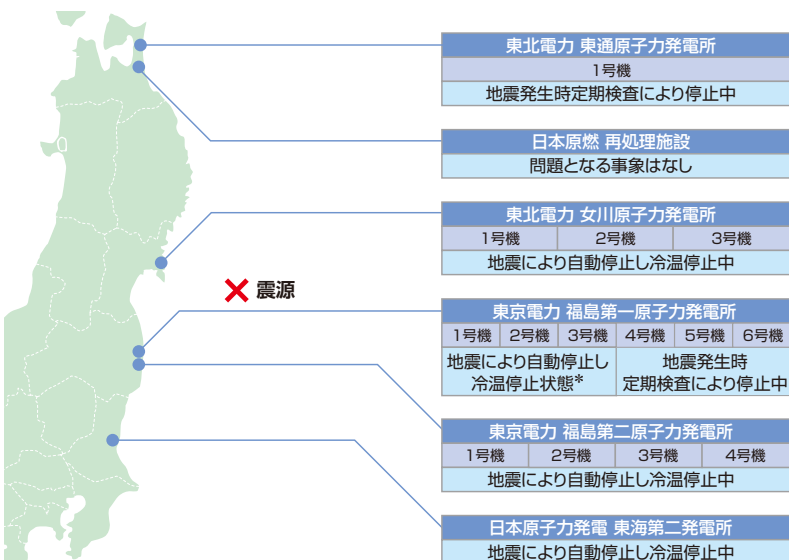
2011年3月11日午後2時46分、マグニチュード9.0という巨大地震「東北地方太平洋沖地震」が発生しました。

震源は牡鹿半島の東南東130km付近の三陸沖で、震源の深さは約24km。

地震直後には高さ10mを超える大津波が襲来し、

東北地方の太平洋沿岸を中心に、広い範囲に壊滅的な被害をもたらしました。

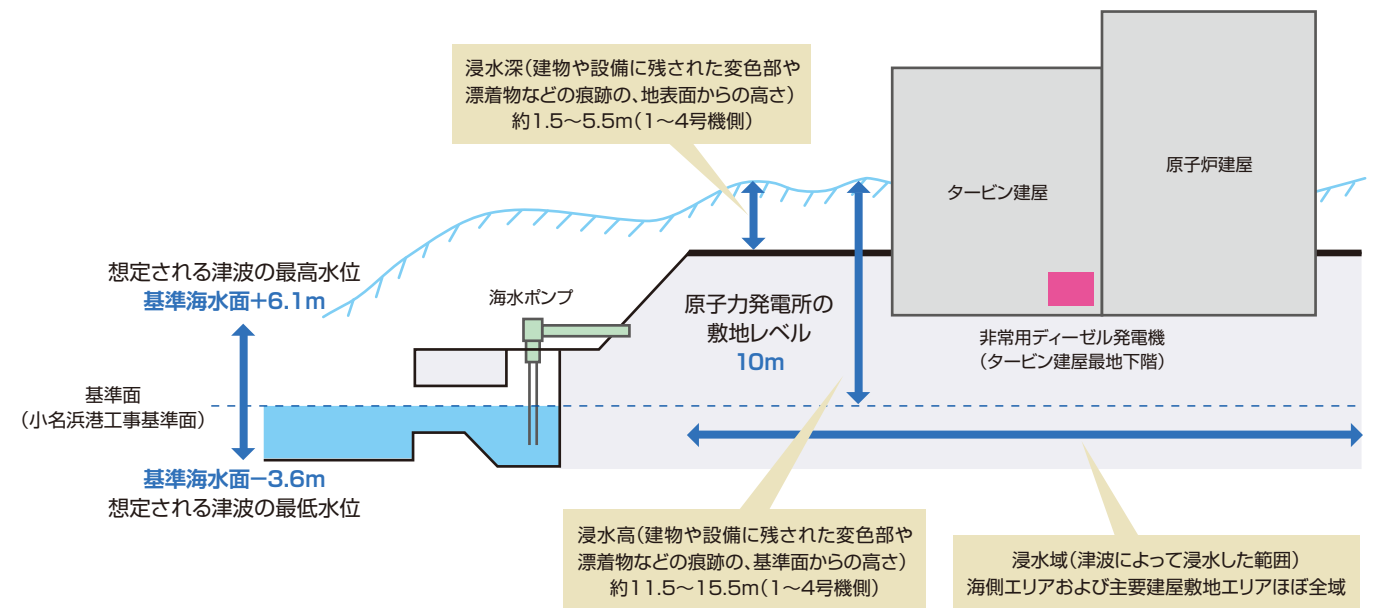
これにより福島第一原子力発電所で建屋の水素爆発や燃料溶融事故が発生したほか、
数カ所の原子力施設が影響を受けましたが、現在はいずれも安定した状態に至っています。



*冷温停止状態とは下記の条件を満たしている状態をいいます。
●圧力容器底部および格納容器内の温度がおおむね100℃以下
●格納容器からの放射性物質の放出を管理し、追加的放出による公衆被ばく線量が大幅に抑制されている(敷地境界において0.1ミリシーベルト/年、目標の1ミリシーベルト/年以下)
●循環注水冷却システムの中期的安全を確保

約13mの大津波が福島第一原子力発電所を襲いました

福島第一原子力発電所では、想定される津波の水位は6.1mとして津波対策を講じていました。
しかし東北地方太平洋沖地震では、約13mの高さの大津波が襲来したことで建屋が浸水し、
非常用電源などが機能を失いました。

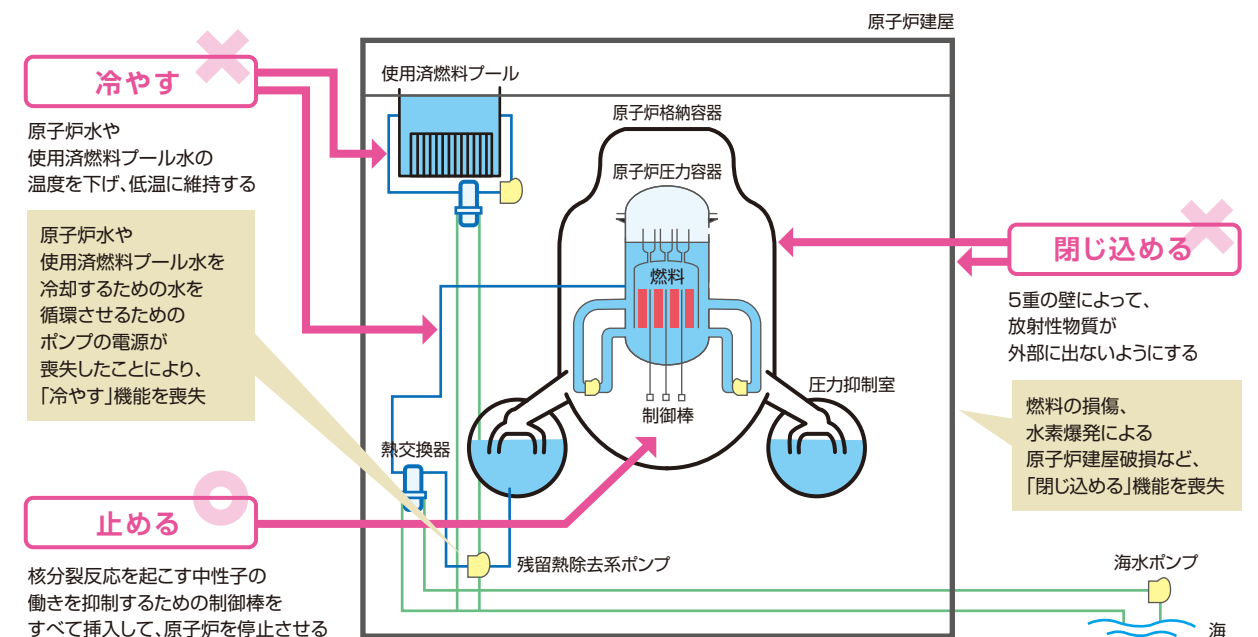


福島第一原子力発電所はすべての電源を失い、放射性物質を放出する事態に至りました

福島第一原子力発電所1～3号機は地震により、自動停止しました。

しかし津波で6号機を除くすべての交流電源を喪失したため、

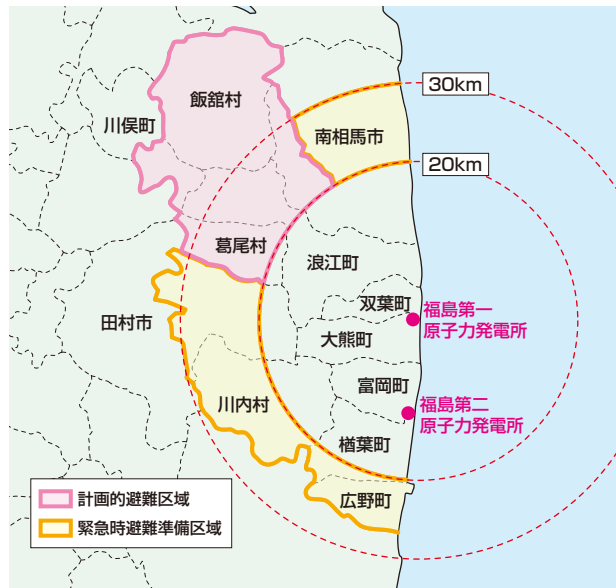
原子炉や使用済燃料プールを冷却することができず、原子炉圧力容器内部の温度と圧力が上昇し、
1～3号機で燃料が溶け出し、放射性物質を外部に放出する事態に至りました。



避難されている方々のご帰宅が実現するよう全力で取り組んでまいります

福島第一原子力発電所の事故直後、
原子力災害対策特別措置法第10条・第15条に基づき、
福島第一原子力発電所半径20km圏内からの避難(3月12日)、
半径20～30kmの住民の方々への
屋内待避(3月15日)が指示されました。
その後、福島第一原子力発電所から20km圏内を警戒区域に設定し、
立ち入りを禁止(4月21日)するとともに屋内退避を解除し、
計画的避難区域・緊急時避難準備区域が設定(4月22日)されました。

東京電力は、福島第一原子力発電所からの
放射性物質の放出を抑制することで、
避難されている方々のご帰宅の実現および、
国民の皆さまが安心して生活していただけるよう
全力で取り組んでまいります。

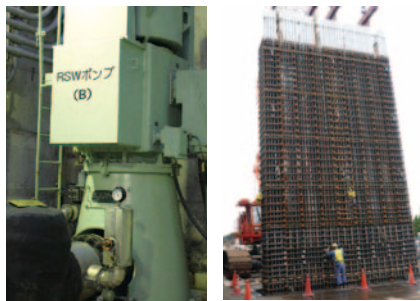


全国の原子力発電所では緊急安全対策を実施しています

電力各社は、福島第一原子力発電所の事故を深刻に受け止め、
津波対策に重点を置いた安全対策に取り組んでいます。
まず緊急安全対策として、非常用電源車や消防車を追加で配備するとともに、
マニュアルの整備や訓練の実施など、
ハード・ソフトの両面からの対策をすでに実施しました。
また電力各社は、こうした対策の効果を確実にするために、
万が一、シビアアクシデントが発生した場合でも着実に作業が遂行できるよう、
通信手段の増強、高線量対応防護服の配備などを講じるとともに、
非常用電源の高台設置、防潮堤の建設、施設の水密化、
海水ポンプ予備電動機の確保といった中長期対策も進めています。

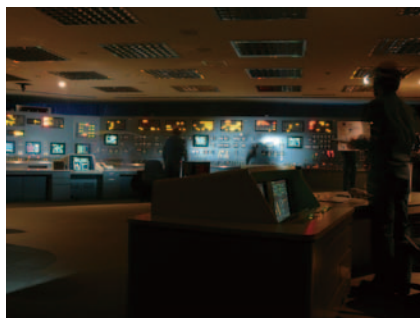


非常用電源車の配備(北陸電力)



予備電動機の確保
(北陸電力)

防波壁の基礎部立て込み作業
(中部電力)



電源喪失訓練の実施(東北電力)

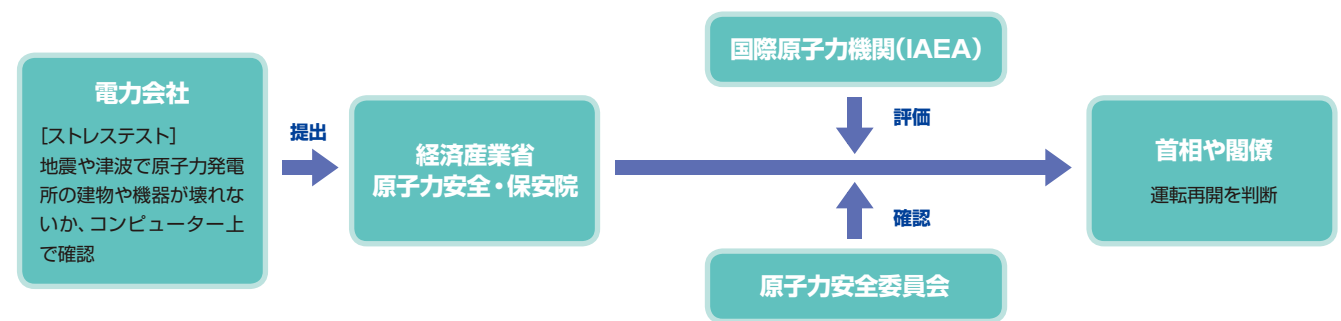
■ 福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策の概要

	短期対策(終了)	中長期対策(2～3年以内に実施)
緊急安全対策	●手順書などの策定 ●電源車 ●ポンプ車 ●消火ホース ●対応訓練の実施	●防潮堤の設置 ●建屋の水密化 ●海水ポンプ電動機などの予備品確保 ●防潮壁の設置 ●空冷式の大容量大型発電機の設置
電源信頼性向上対策	●非常用発電機の 号機間での融通	●全号機への全送電線接続 ●送電鉄塔の点検および地震・津波対策 ●開閉所などの地震対策
シビアアクシデント対策	●中央制御室の 作業環境確保 ●水素の排出手段の確保 ●通信手段確保 ●高線量対応防護服 ●ホイールローダ	●電話交換機などの高所移設 ●静的水素結合器の設置(PWR) ●建屋ベントおよび 水素検知器の設置(BWR)

出典:新大綱策定会議資料より作成

ストレステストの結果を踏まえ、さらなる安全性の向上を検討していきます

全国の原子力発電所ではストレステスト(耐性調査)を行い、
緊急安全対策などにより原子力発電所の安全裕度がどの程度大きくなったのかを評価しています。
そして評価を終えた発電所から、順次結果を国に提出していきます。
電力会社はストレステストの結果を踏まえ、さらなる安全性向上に向けた取り組みを検討してまいります。



福島第一原子力発電所1～4号機は廃炉に向けて着実に取り組んでいきます

政府・東京電力中長期対策会議において、
福島第一原子力発電所1～4号機の廃炉などに向けた中長期ロードマップが策定されました。(2011年12月21日)
このロードマップでは、廃止措置終了までの期間を三つに区分した上で、
今後実施する主要な作業や研究開発のスケジュールを可能な限り明示しています。
国と東京電力はこのロードマップを着実に実施していくため、
作業の運営体制、研究開発の推進体制を整備してまいります。

	ステップ2完了 (2011年12月16日)	2年以内	10年以内	30～40年後
ステップ1,2	第1期	第2期	第3期	
<安定状態達成> ・冷温停止状態 ・放射性物質 放出の大幅抑制	使用済燃料プール内の 燃料取り出しが 開始されるまでの期間(2年以内)	燃料デブリ*取り出しが 開始されるまでの期間 (10年以内)	廃止措置終了までの期間 (30～40年後)	
	●使用済燃料プール内の燃料の取り出し開始(4号機、2年以内) ●発電所全体からの追加的放出および事故後に発生した放射性廃棄物(水処理二次廃棄物・ガレキなど)による放射線の影響を低減し、これらによる敷地境界における実効線量1ミリシーベルト**/年未満とする ●原子炉冷却・滞留水処理の安定的継続、信頼性向上 ●燃料デブリ取り出しに向けた研究開発および除染作業に着手 ●放射性廃棄物処理・処分にに向けた研究開発に着手	●全号機の使用済燃料プール内の燃料の取り出し終了 ●建屋内の除染、格納容器の修復および水張りなど、燃料デブリ取り出しの準備を完了し、燃料デブリ取り出し開始(10年以内目標) ●原子炉冷却の安定的な継続 ●滞留水処理の完了 ●放射性廃棄物処理・処分にに向けた研究開発の継続、原子炉施設の解体に向けた研究開発に着手	●燃料デブリの取り出し完了(20～25年後) ●廃止措置の完了(30～40年後) ●放射性廃棄物の処理・処分の実施	
要員の計画的育成・配置、意欲向上策、作業安全確保に向けた取り組み(継続実施)				

*燃料と被覆管などが溶融し、再固化したもの **シーベルト(Sv):放射線が人体に与える影響を表す単位(ミリは1,000分の1)

* 燃料と被覆管などが溶融し、再固化したもの

** シーベルト(Sv):放射線が人体に与える影響を表す単位(ミリは1,000分の1)

Q 原子力発電所ってどこにあるの？

A 日本の原子力発電所は、
全国17カ所に54基あります。

日本の運転中
原子炉は54基
(合計出力
4896.0万
キロワット)

コンセンサス2012 目次

原子力発電の基礎

- 6 原子力発電所ってどこにあるの？
- 7 原子力発電のしくみはどうなっているの？
- 9 日本はなぜ原子力発電を使うの？
- 11 原子力発電は地球温暖化防止に役立つの？
- 13 海外では原子力発電にどう取り組んでいるの？
- 15 原子力発電所や再処理工場からは通常時でも放射性物質が出ているの？
- 17 私たちと放射線はどのようにかかわっているの？

原子燃料サイクル

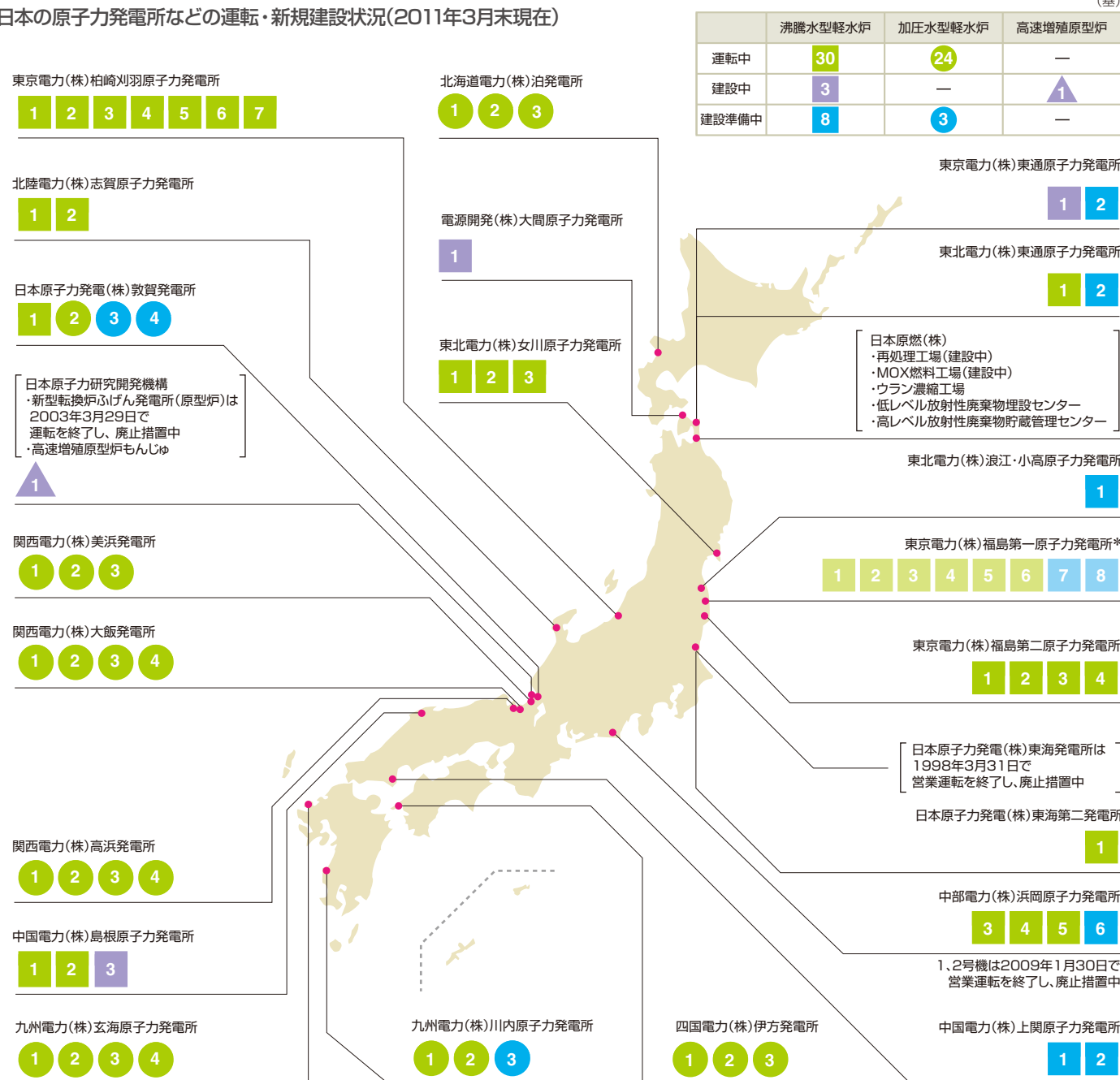
- 19 原子力発電所で使い終わった燃料はリサイクルできるの？
- 21 原子力発電所で使い終わった燃料はどうリサイクルするの？
- 23 高レベル放射性廃棄物はどう処分するの？
- 25 原子力発電所から出る廃棄物はどうするの？

安全対策

- 26 原子力発電所はどのような安全対策を行っているの？
- 27 原子力発電所の事故の教訓はどう生かされているの？
- 29 原子力発電所は運転を終了したらどうするの？

- 30 さらに詳しい情報についてのご案内

■ 日本の原子力発電所などの運転・新規建設状況(2011年3月末現在)



* 東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機は、2011年3月11日の東日本大震災に伴う事故のため、2011年5月に廃止決定済み。
また、東京電力(株)福島第一原子力発電所7号機および8号機は、2011年5月に計画中止決定済み。

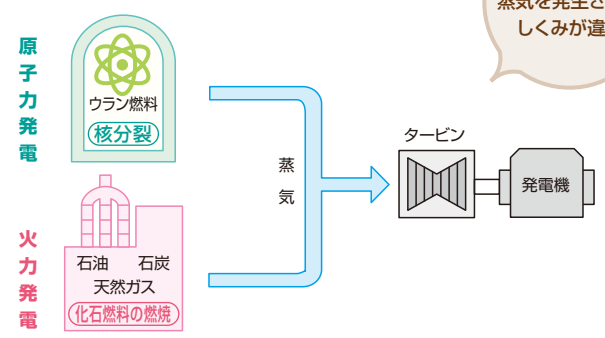
Q 原子力発電のしくみはどうなっているの？

A 原子力発電は、ウランを核分裂させて得た熱エネルギーで水を沸かし、その蒸気の力で蒸気タービンを回転させて電気をつくります。

原子力発電は、火力発電と蒸気を発生させるしくみが違います

火力発電は石油・石炭・天然ガスなどを燃やして蒸気をつくり、タービンを回して発電します。一方、原子力発電は、ウランの核分裂により発生する熱で蒸気をつくり、タービンを回して発電します。

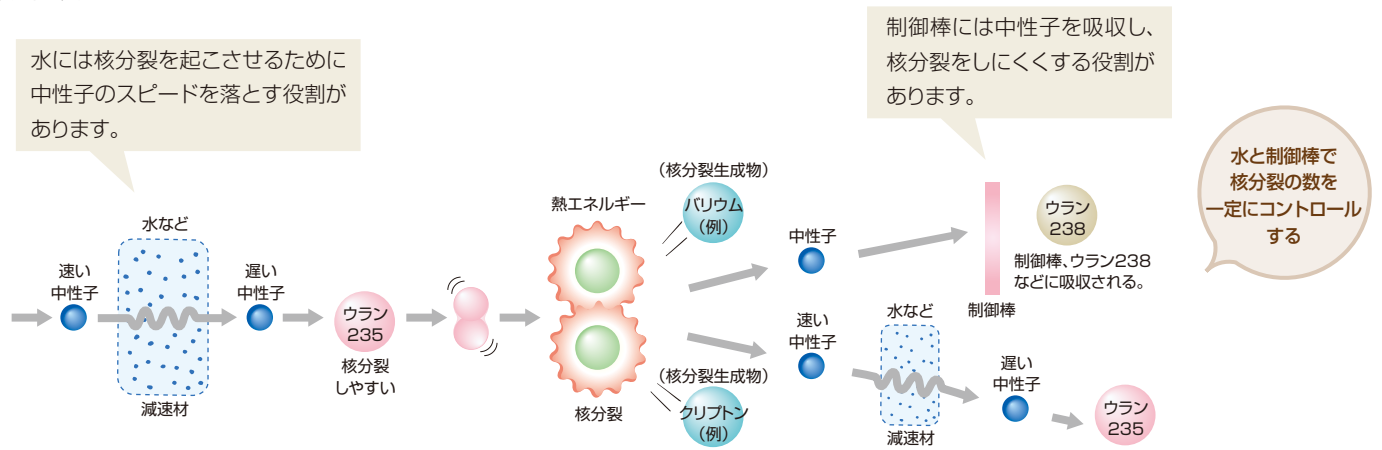
■ 原子力発電と火力発電の違い



原子力発電は、ウランが核分裂する時に発生する熱を利用します

ウランには核分裂しやすいものと、しにくいものがあります。核分裂しやすいウランが中性子を吸収すると核分裂反応が起こり、新たな中性子を放出します。いったん核分裂反応が始まると、飛び出した中性子が次々と核分裂しやすいウランに吸収され、連続して核分裂反応が起こります(連鎖反応)。原子力発電は、この核分裂の際に発生する熱を利用しています。なお、原子力発電所では水と制御棒で中性子をコントロールして、核分裂の数を一定に保って運転しています。

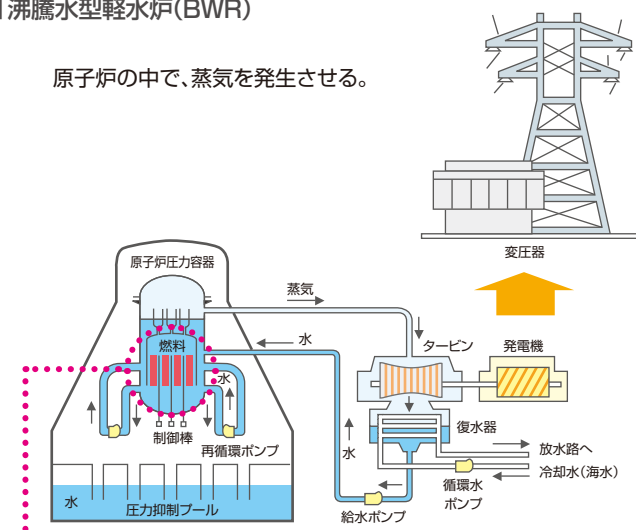
■ 核分裂のしくみ



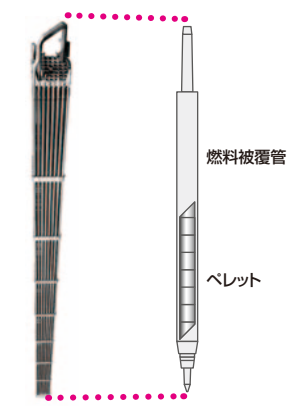
日本で使用している発電用原子炉は「軽水炉」です
沸騰水型(BWR)と加圧水型(PWR)の2種類があります

■ 沸騰水型軽水炉(BWR)

原子炉の中で、蒸気を発生させる。



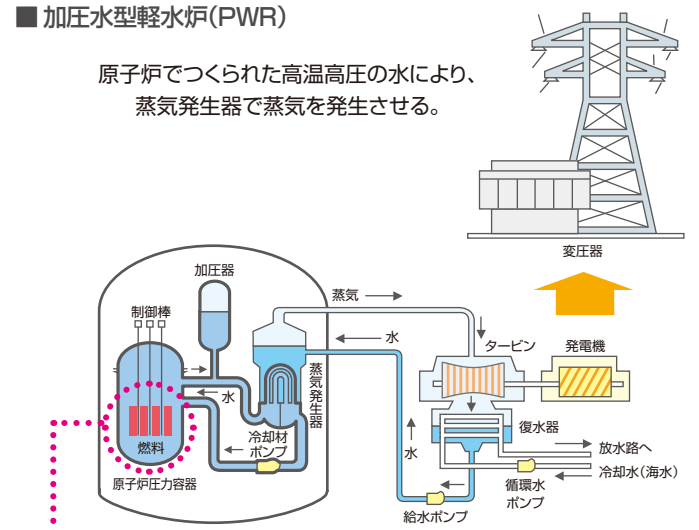
燃料集合体
燃料棒を束ねたもの
長さ:約4.5m、幅:約14cm



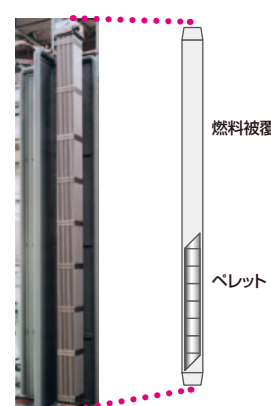
©(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

■ 加圧水型軽水炉(PWR)

原子炉でつくられた高温高压の水により、
蒸気発生器で蒸気を発生させる。

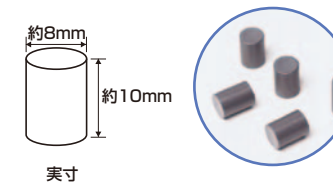


燃料集合体
燃料棒を束ねたもの
長さ:約4m、幅:約21cm



©三菱原子燃料(株)

燃料棒
燃料被覆管にペレットを詰めた
さや状のもの



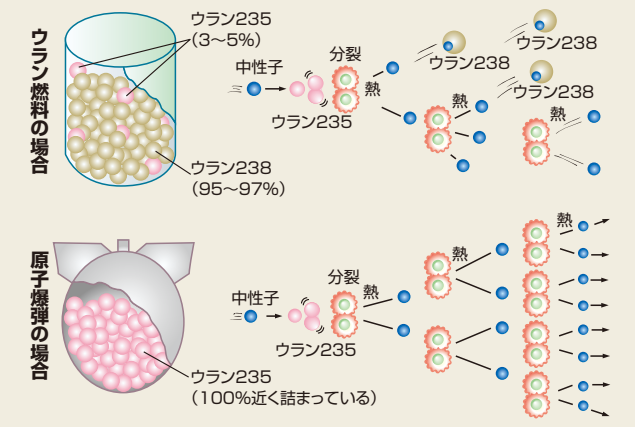
ペレット
ウランを焼き固めたもの
ペレット1個で、1家庭の
約6〜7カ月分の電力量に相当*

*一般家庭が1カ月で使う電力量を300キロワット時として算出。

One More Step!

原子爆弾とウラン燃料は違う！

原子爆弾は、核分裂しやすいウラン235の割合を100%近くまで濃縮して瞬時に核分裂連鎖反応を引き起こし、大量のエネルギーを一気に発生させるものです。一方、原子力発電で使うウラン燃料は、ウラン235が3〜5%しか含まれておらず、3〜4年かけてじわじわと核分裂させて少しずつエネルギーを出し続けます。この燃料は一気に核分裂させようとしても、核分裂しにくいウラン238が中性子を吸収して、核分裂連鎖反応の増大を抑える働きをします。したがって、原子爆弾のように爆発することはありません。



Q 日本はなぜ原子力発電を使うの？

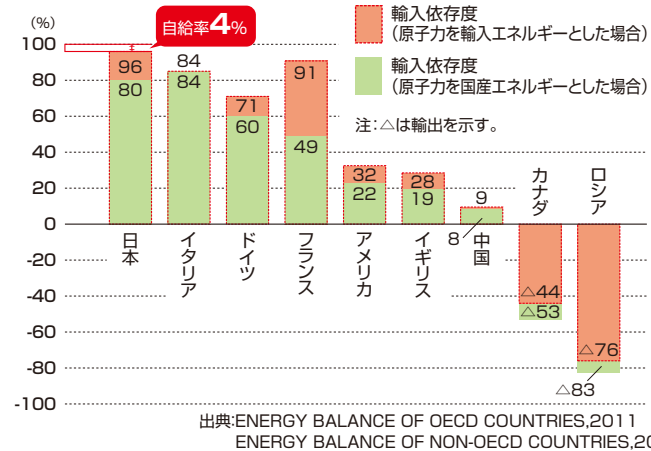
A

日本は電気をつくるための資源を海外から輸入しなければなりません。原子力発電の燃料となるウランは、入手しやすく、輸送や備蓄もしやすいという特長があります。さらに原子力発電のコストに占める燃料費の割合が小さいため、燃料費が高騰しても電気料金への影響を抑えることができます。

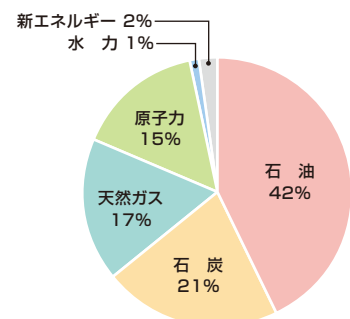
日本のエネルギー自給率は約4%しかありません

日本はエネルギー資源の約96%を海外からの輸入に頼っています。中でも石油は、約90%を政情が不安定な中東に頼っています。発電においても、基本的には輸入した燃料を使用して国内で発電しています。

■主要国のエネルギー資源輸入依存度(2009年)



■日本のエネルギー供給構成(2009年)

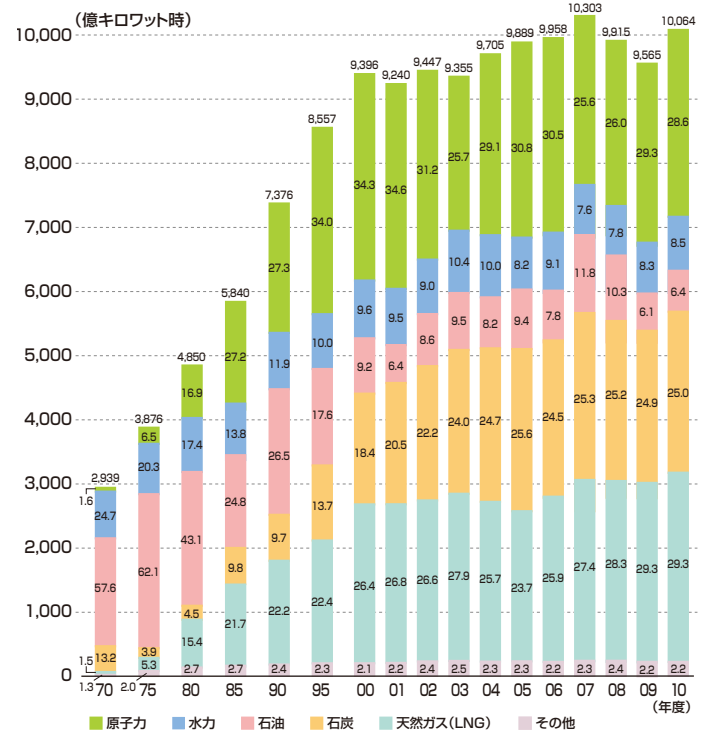


(注) 四捨五入の関係で割合の合計が100%にならないことがある。
出典: ENERGY BALANCE OF OECD COUNTRIES, 2011
ENERGY BALANCE OF NON-OECD COUNTRIES, 2011

オイルショックの経験から、石油火力に頼らない発電方式の開発を進めてきました

日本の発電電力量は年代の経過とともに増えていますが、特に安定して使用できる原子力や天然ガスによる発電方式を導入することで、増加する電力需要に対応していきました。その結果、原子力発電は2010年度実績で日本の電気の約3割をまかなうまでになり、もはや私たちの生活に欠かせないものとなっています。

■エネルギー別発電電力量構成比の推移(一般電気事業用)

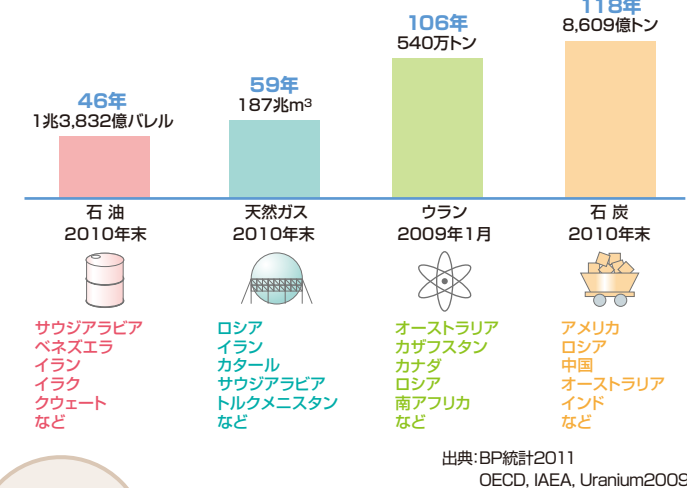


注：1. その他は、その他ガス、LPG、地熱、厩青質混合物など。
2. 四捨五入の関係で割合の合計が100%にならないことがある。
出典：電源開発の概要 ほか

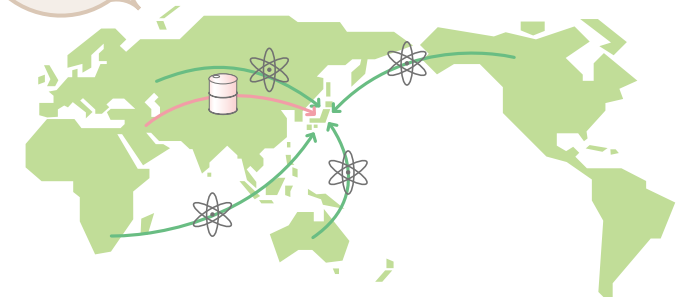
ウランは地理的な偏りがなく、入手しやすい

日本は石油の90%近くを中東に依存していることから、中東の政情によって輸入できなくなる可能性があります。一方、石炭やウランは世界各地に分布しているので、安定して輸入できます。

■世界のエネルギー資源確認可採埋蔵量と埋蔵国



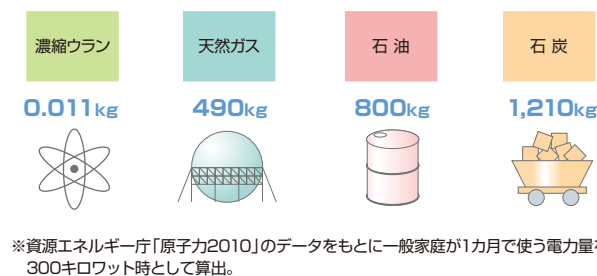
さまざまな国で産出されるので石油と比べて入手しやすい



ウランは多くのエネルギーを得られます

ウランは少しの燃料で多くのエネルギーを得られます。さらに原子力発電はコストに占める燃料費の割合が小さいため、燃料費が高騰しても電気料金の値上げを抑えることができます。

■一般家庭1年分の電気を発電するために必要な燃料

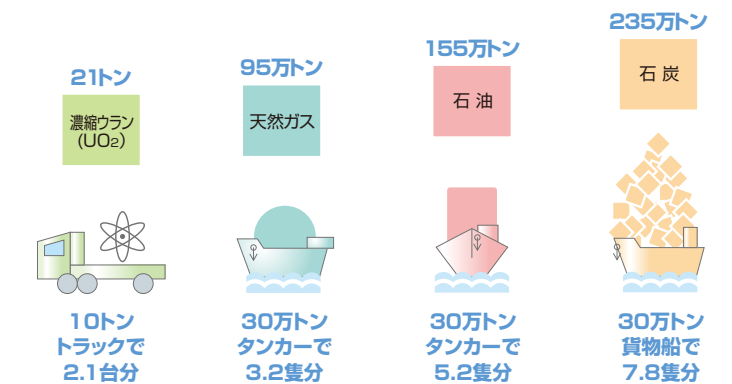


ウランは輸送と備蓄がしやすい

ウランには燃料の輸送や貯蔵がしやすいという特長があります。原子力発電所ではウラン燃料を1回取り替えると、1年以上発電できます。また、発電所に加えて、国内の燃料加工工場にもあるウランを使えば、万が一ウランの輸入がストップしても約2.4年運転*が継続できます。

*電力中央研究所「原子力の燃料供給安定性の定量的評価」(2008年4月)

■100万キロワット級(およそ原子力発電所1基分)の発電所を1年間運転するために必要な燃料

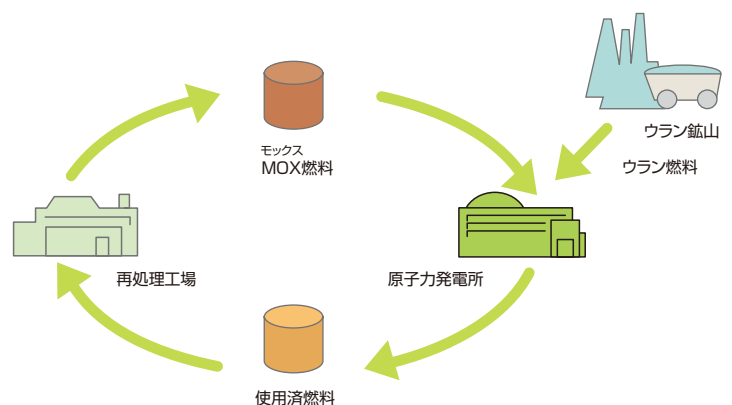


出典: 資源エネルギー庁「原子力2010」

ウラン燃料はリサイクルできます (P.19~20参照)

原子力発電で使い終わった燃料は、再処理することで再び使用できます。このリサイクルを国内で行うことで、エネルギーを節約できることになります。

■ウラン燃料のリサイクル



Q 原子力発電は地球温暖化防止に役立つの？

A 原子力発電は発電する時にCO₂(二酸化炭素)を排出しないため、地球温暖化防止に重要な役割を果たします。

地球温暖化の原因は温室効果ガスと考えられています

温室効果ガスは太陽からの日射エネルギーをほぼ完全に通過させる一方、逆に地表から逃げる赤外線を途中で吸収し、宇宙空間に熱が逃げるのを妨げる効果(温室効果)を持っています。温室効果ガスにはCO₂、メタン、一酸化二窒素などがありますが、日本では温室効果ガスのうち9割以上がCO₂となっています。

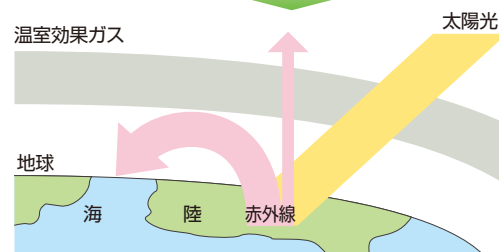
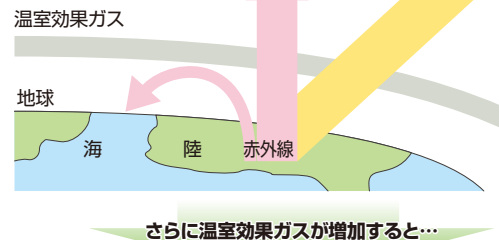
原子力発電所の温排水による地球温暖化への影響は、ほとんどありません。

原子力発電所や火力発電所でタービンを回した蒸気は、海水で冷やして水に戻します。世界の原子力発電所から海に放出される熱量は、現時点で温室効果ガスとして蓄積されたCO₂による温暖化効果に対して約0.13%で、温排水による温暖化効果は無視できるほど小さいものです。

出典:地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会報告(案)に対する意見募集にいただいたご意見と対応(原子力委員会)

■ 温室効果ガスのしくみ

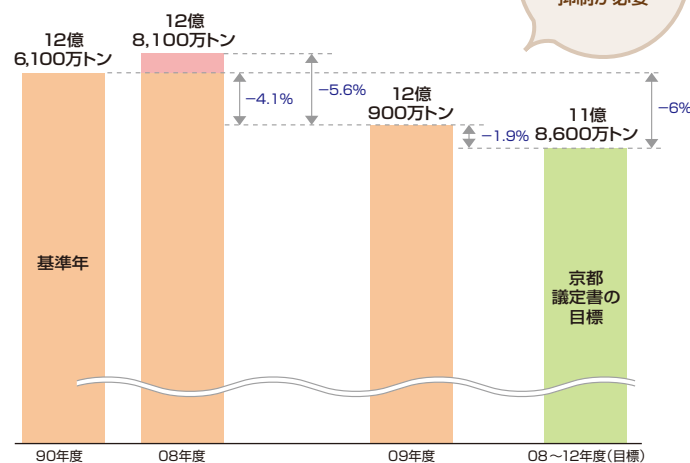
CO₂などの温室効果ガス
＝光はよく通すが赤外線(熱)を吸収し、一部を再び地表に戻す。



日本は温室効果ガスを1990年度から6%抑制させることを目標にしています

地球上の温室効果ガス(CO₂など)の濃度が増加し、地球の気候が変動すると、人間のみならずすべての生物の生活に影響を与えます。このため、日本は京都議定書を批准し、2008年度から2012年度までの温室効果ガスの排出量を1990年度と比べ6%抑制させることを目標としています。2009年度の排出量は1990年度から4.1%減少、前年度と比べると5.6%減少しました。その原因の一つとして、原子力発電所の設備利用率の上昇などに伴い、発電時に発生するCO₂の割合が減少したことが挙げられます。

■ 国内の温室効果ガス排出量(CO₂換算)



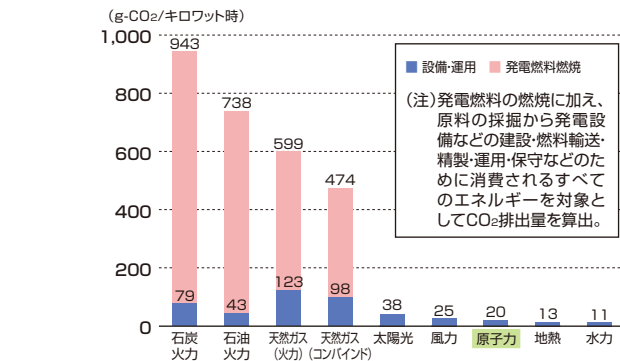
目標達成のためには1.9%の抑制が必要

出典:環境省HPより作成

原子力発電は発電時にCO₂を排出しません

火力発電は石炭・石油・天然ガスなどの化石燃料を燃やし、その熱エネルギーを利用して発電を行っているため、発電の過程で地球温暖化の要因となるCO₂を排出します。一方、原子力発電は、ウラン燃料が核分裂した時に発生する熱を利用して発電しているため、太陽光発電や風力発電と同じように、発電時にCO₂を排出しません。原子力発電は地球温暖化防止の観点で、優れた発電方法の一つです。

■ 各種電源のCO₂排出量



※原子力については、現在計画中の使用済燃料国内再処理・プルサーマル利用(1回リサイクルを前提)・高レベル放射性廃棄物処分などを含めて算出したBWR(19g-CO₂/kWh)とPWR(21g-CO₂/kWh)の結果を設備容量に基づき平均。

出典:電力中央研究所報告書 ほか

■ 原子力発電と一般家庭でのCO₂抑制量

原子力発電を使うことによるCO₂排出量の抑制効果は、一般家庭1年分では約**1,200kg**(1.2トン)。私たちが毎日の生活の中でCO₂排出量を抑制しようすると1年分では…

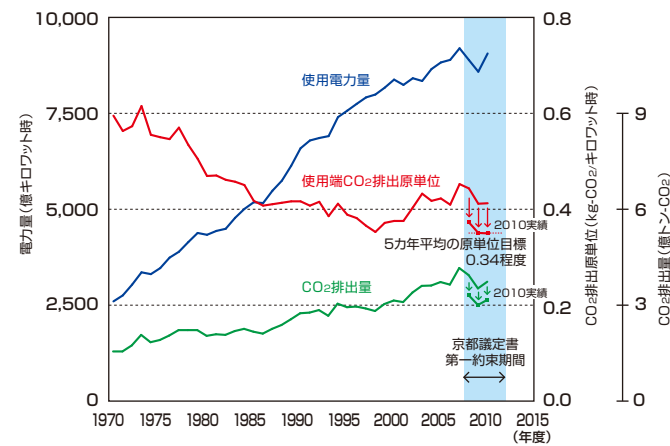


出典:環境省HPより作成
温室効果ガスインベントリオフィスHP(2009排出データ)

原子力発電の導入によりCO₂排出原単位は減少してきました

1970年代の石油ショック以降、日本の電力消費量は約3.5倍に増加したにもかかわらず、CO₂排出量は約2倍に抑えられています。これには原子力発電の導入により、発電時に発生するCO₂の割合が減少したことが大きく寄与しています。使用電力量1キロワット時当たりのCO₂排出量(使用端CO₂排出原単位)で見ると、1970年代から約40%低減しています。

■ 電気事業からのCO₂排出量・使用端CO₂排出原単位推移

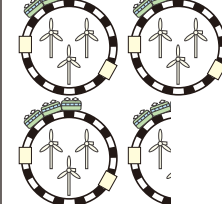


出典:電気事業における環境行動計画(電気事業連合会)

One More Step!

新エネルギーのメリットとデメリット

太陽光発電や風力発電などの自然エネルギーは環境へ与える影響が小さく、資源の制約が少ない国産エネルギーです。しかし、雨の日や風の吹かない日は発電できないなどの問題がある上に、多大な建設コストや膨大な敷地面積が必要となります。

	原子力発電	太陽光発電	風力発電
敷地面積	0.6km ²  100万キロワット級発電所1基	約58km ² (山手線とほぼ同じ面積 原子力発電の約97倍)  新宿 東京	約214km ² (山手線の3.4倍の面積 原子力発電の約350倍) 
建設コスト	約2,800億円	約3.9兆円 (原子力発電の約14倍)	約8,700億円 (原子力発電の約3倍)

出典:第1回低炭素電力供給システム研究会(2008年7月8日)資料より作成

Q 海外では原子力発電に どう取り組んでいるの？

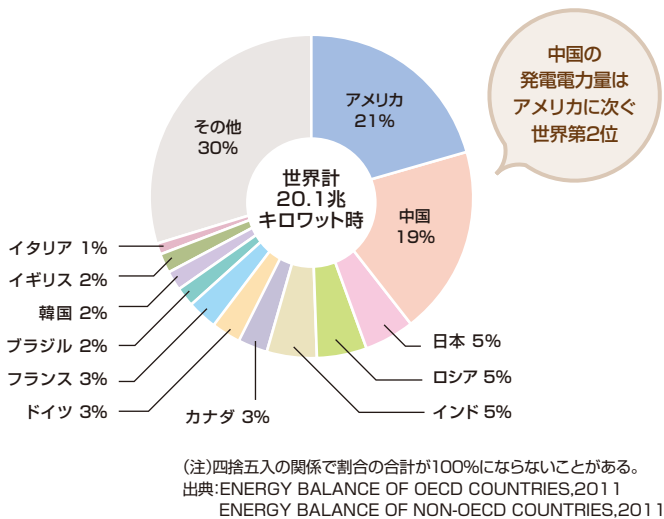
A

どの発電方法を優先するかは、
各国のエネルギー資源の有無、
地理、自然条件、エネルギー政策などにより異なります。
近年は地球温暖化対策の観点から、
原子力発電に積極的に取り組む国が増えています。

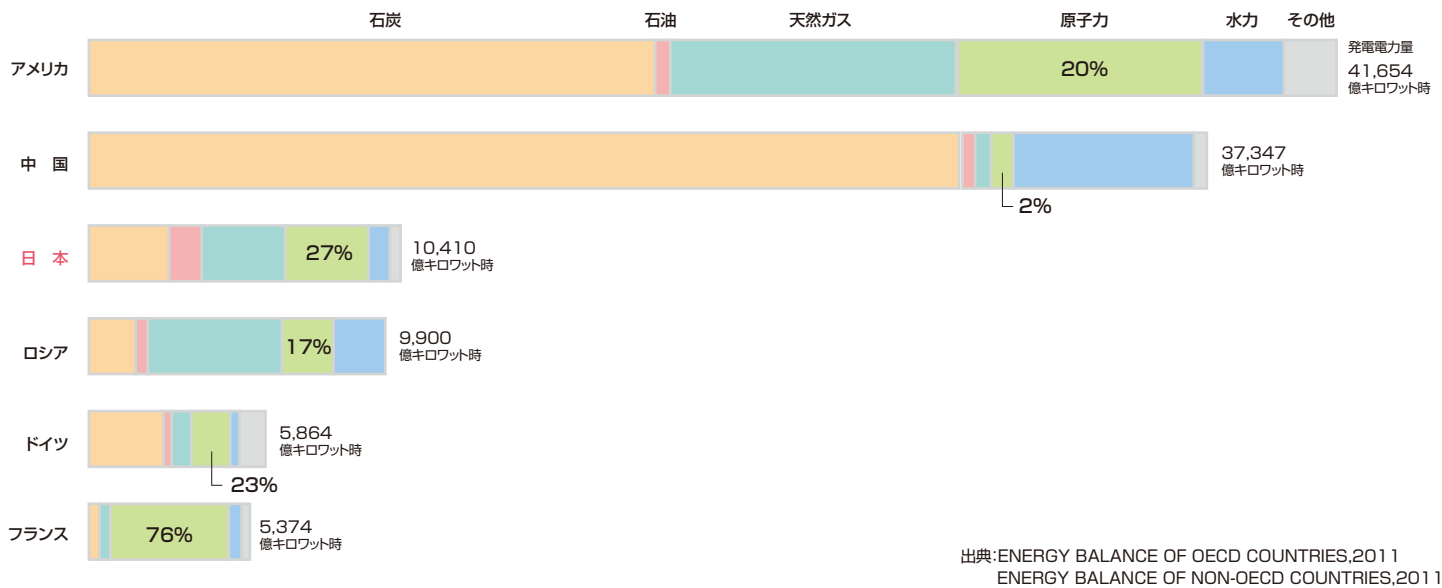
それぞれの国のエネルギー事情に応じて、発電方式の組み合わせが大きく異なります

世界の発電電力量の約4割は、
アメリカと中国で占められています。
発電電力量が多いアメリカや中国は大きな炭田があることから、
電源に石炭を使う割合が高くなっています。
また、ロシアは天然ガスの産出量が多いので、
その割合が高くなっています。一方、フランスは石油・石炭・
天然ガスなどの化石燃料資源を持たないため、
積極的に原子力発電を進めています。

■ 国別の発電電力量割合



■ 主要国の発電電力量と原子力発電の割合(2009年)



原子力発電の割合は、国によってさまざまです

(基数は2011年1月1日現在、発電電力量に占める原子力の割合は2009年の値)

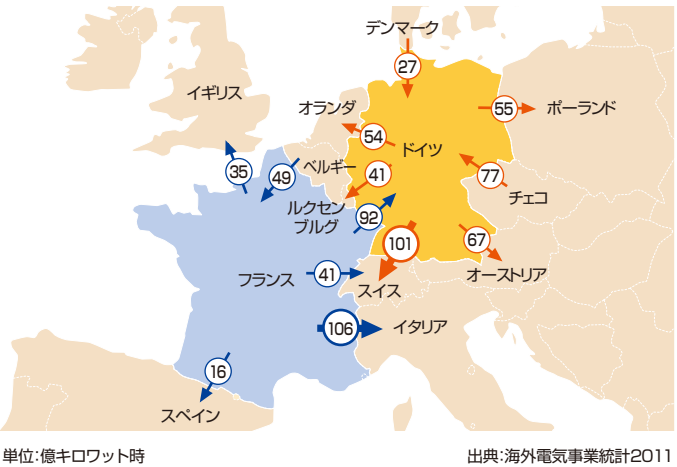
国名	基数	発電電力量に占める原子力の割合	記事
日本	54	27%	原子力を含むエネルギー政策を白紙から見直す。
アメリカ	104	20%	世界一の原子力大国。26基の新規建設計画を審査中。
カナダ	18	15%	今後10年間で数基の新設を計画中。
フランス	58	76%	世界2位の原子力立国。60基目の新型原子炉建設を計画中。
イギリス	19	19%	原子力新設計画を引き続き推進。新設候補地8カ所を発表。
ドイツ	17	23%	脱原子力を決定。2022年までにすべての原子炉を閉鎖予定。
スウェーデン	10	38%	原子力政策を継続。既存発電所の建て替えを認める。
フィンランド	4	33%	原子力推進を堅持。新たに7基目の建設計画を発表。
ベルギー	7	53%	新政権が7基を2025年までに閉鎖する方針を確認。
スイス	5	42%	5基を2034年までに段階的に停止、更新を禁止する方針。
イタリア	0	0%	国民投票により原子力撤退の方向。新規建設計画は凍結。
ロシア	28	17%	10基の新設計画、世界初の海上浮遊型原子力発電所を建設中。
ウクライナ	15	48%	2016～2017年頃の運転を目指し、2基を建設中。
中国	13	2%	電力需要対応のため、建設中27基、計画33基。
台湾	6	18%	建設中2基は稼働させる計画だが、今後は原子力依存度を低減。
韓国	20	33%	5年間で6基の新設予定。原子力輸出でも世界3大強国を目指す。
インド	19	2%	建設中5基、計画18基、構想段階40基。

出典:ENERGY BALANCE OF OECD COUNTRIES,2011
ENERGY BALANCE OF NON-OECD COUNTRIES,2011
日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向2011」ほか

ヨーロッパでは、国を越えてエネルギーを確保できます

ヨーロッパ諸国では国境を越えた
電力網・天然ガスのパイプライン網が張り巡らされ、
電力・ガスの国際取引が行われています。
たとえばフランスは、原子力発電所で発電した電力を
周辺の国々へ輸出しています。また最近では、
地球温暖化問題、原油価格の高騰への備えや、
エネルギーの安定供給確保への対応から、
多くの国で原子力を推進する機運が高まっています。

■ フランス・ドイツを中心とした電力の輸出入(2009年)



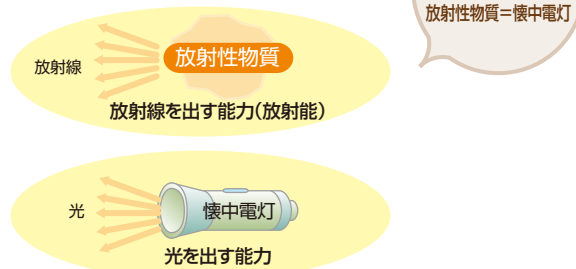
Q 原子力発電所や再処理工場からは通常時でも放射性物質が出ているの？

A 原子力発電所や再処理工場からは、通常時でも放射性物質が出ています。しかし、それにより受ける放射線の量は、自然界から受ける放射線の量よりずっと少なく、身体に影響はありません。

放射線・放射能・放射性物質は違います

「放射線」は、放射性物質から放出される粒子や電磁波のことです。放射線を出す能力を「放射能」、放射線を出す物を「放射性物質」といいます。懐中電灯にたとえると、放射線は光、放射能は光を出す能力、放射性物質は懐中電灯となります。

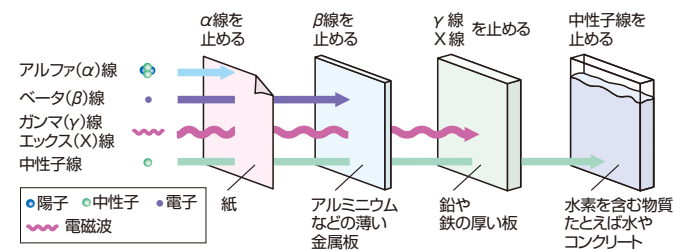
■ 放射性物質を懐中電灯にたとえてみると



放射線はさえぎることができます

紫外線は電磁波の一種で放射線の仲間です。屋外でサングラスをかけると紫外線をさえぎることができるのと同様に、ほかの放射線も物でさえぎることができます。大量に放射線を受ける恐れが発生した時は、放射線をさえぎることで受ける量を減らして身を守ります。

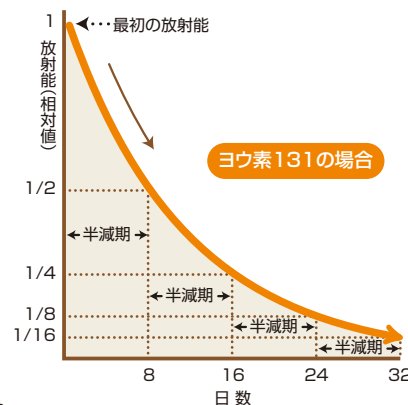
■ 放射線の種類と透過力



放射能は時間とともに、だんだん減っていきます

放射性物質は放射線を放出しながら、時間の経過とともに放射線を放出しない安定した物質になっていきます。したがって、放射性物質はだんだん放射能が減っていきます。放射能が半分になる時間を「半減期」といいます。たとえば、ヨウ素131は半減期が約8日なので、放射能は約8日で最初の半分に、約16日で1/4に、約24日で1/8に、約1カ月(約32日)で1/16に減少します。

■ 放射能の減り方



放射性物質と半減期

	原子の種類	半減期
人工の放射性物質	ヨウ素131 (ウランの核分裂で生まれる核分裂生成物)	8.0日
	コバルト60 (原子炉の鋼材などに中性子が当たって生まれる腐食生成物)	5.3年
	セシウム137 (ウランの核分裂で生まれる核分裂生成物)	30年
	プルトニウム239 (ウランが中性子を吸収して生まれる超ウラン元素)	2.4万年
	ラジウム226	1600年
自然界に存在する放射性物質	ウラン238	45億年
	ラドン222	3.8日
	カリウム40	13億年

放射能は時間がたつにつれ、自然に減っていく

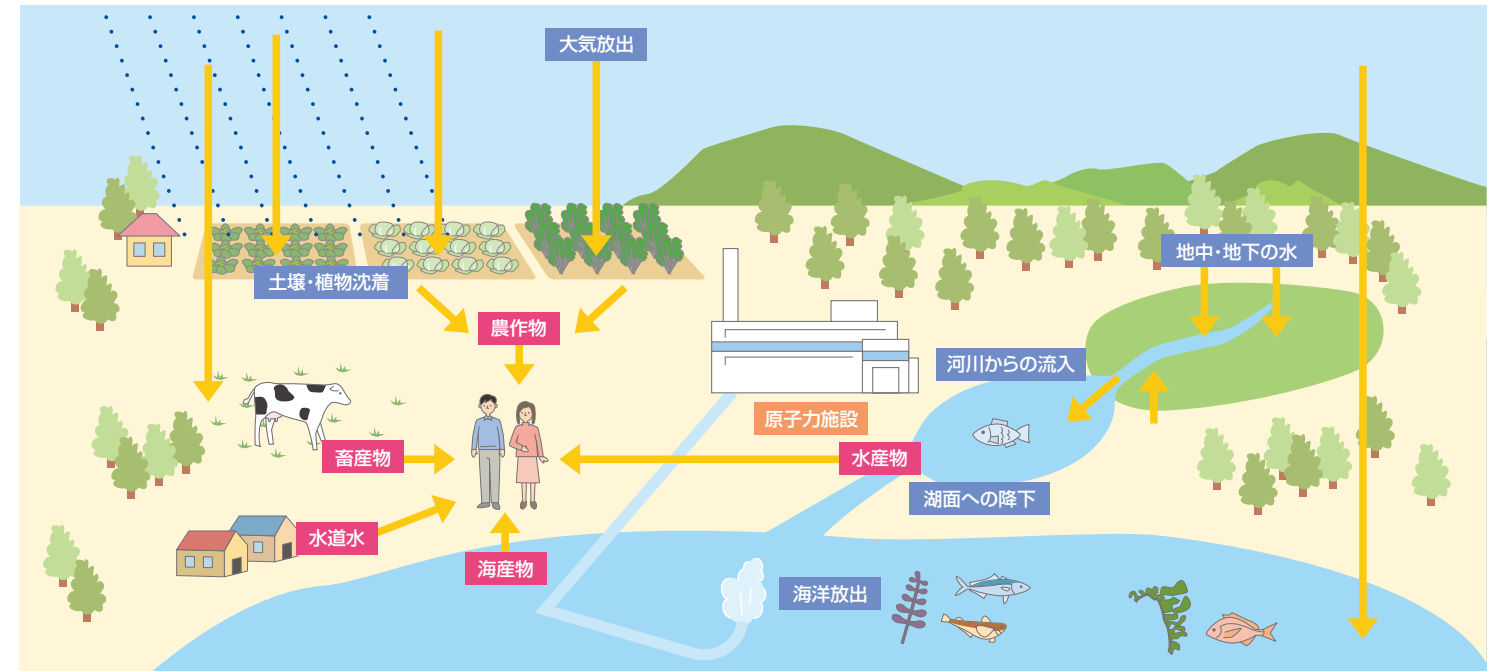
原子力発電所や再処理工場から出る放射線の量は、法令で定められた値を十分下回るよう施設を設計し、管理しています

原子力発電所や再処理工場から出る放射線の量は、法令で年間1ミリシーベルト以下になるように定められています。原子力発電所では、周辺住民が受ける放射線の量をできるだけ減らすために線量目標値を年間0.05ミリシーベルト(再処理工場では線量評価値を年間0.022ミリシーベルト)として設計し、さらに低くなるように管理を行っています。これは、私たちが自然界から受ける放射線(年間約2.4ミリシーベルト)や、東京～ニューヨーク間を飛行機で往復した際に受ける放射線の量(往復で0.2ミリシーベルト)より少なく、身体に影響はありません。

放射性物質は、さまざまな経路から食物中に取り込まれます

原子力施設から放出された気体と液体の放射性物質は、環境中を拡散しながら移動し、その一部が土壌・河川・湖沼・海洋に移行します。放射性物質を含む水道水や農作物を飲食したり、放射性物質を取り込んだ畜産物・水産物・海産物などを食べたりすることで、放射性物質が人の体内に取り込まれます。

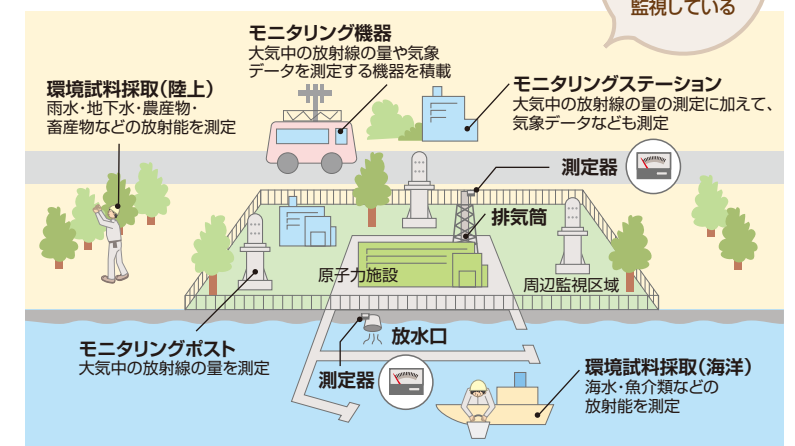
■ 放射性物質の環境における移行



監視装置や、定期的な試料採取・測定により、周辺の環境への影響を監視しています

原子力発電所や再処理工場から放出された放射性物質による周辺環境の影響を監視するため、敷地周辺では大気中の放射線の量を24時間監視し、ホームページなどでリアルタイムに情報を公開しています。さらに、敷地周辺の雨水・地下水・農産物・牛乳などの畜産物・海水・魚介類などを定期的に採取して、その中に含まれる放射性物質を測定し、影響がないかどうかを確認しています。原子力施設が所在する自治体も同様の監視を行っており、結果を定期的に評価し、ホームページなどで公表しています。

■ 原子力施設周辺の環境放射線モニタリング



Q 私たちと放射線は どのようにかかわっているの？

A 私たちは日常生活の中で、自然界からの放射線を受けています。私たちの身体の中にも自然の放射性物質があり、放射線が出ています。

私たちは毎日の暮らしの中で、いろいろな放射線を受けています

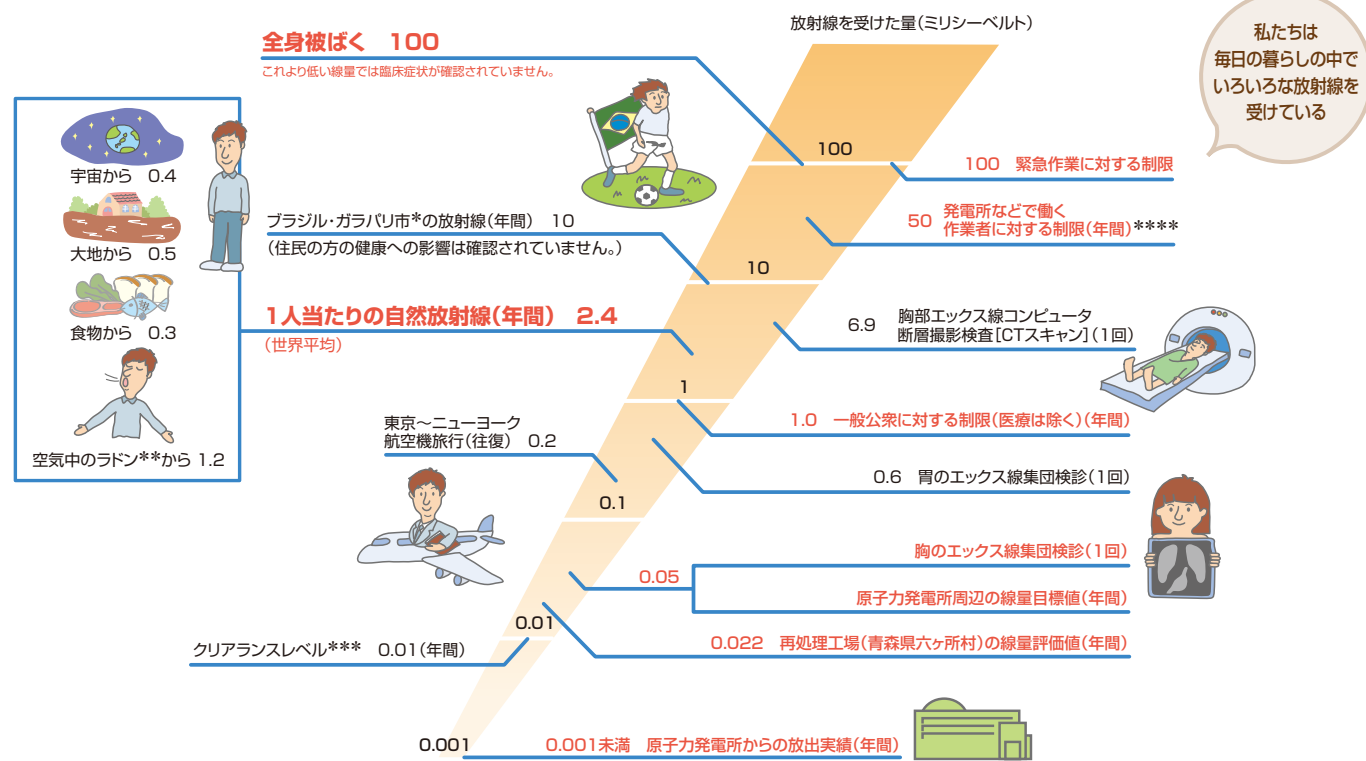
自然界から受ける放射線

私たちは大地や宇宙、食べ物や呼吸によって放射線を受けています。その自然放射線の量は、1人当たり年間約2.4ミリシーベルト(世界平均)です。

医療目的で受ける放射線

私たちは医療放射線を中心とした人工放射線を受けることもあります。たとえば、胸部のエックス線コンピュータ断層撮影検査(CTスキャン)は1回で約6.9ミリシーベルト、胃のエックス線集団検診は1回で約0.6ミリシーベルト。日本では1人当たり平均で年間約2ミリシーベルトの人工放射線を受けています。

■ 放射性物質を受ける量の比較



私たちは毎日の暮らしの中でいろいろな放射線を受けている

* ブラジル南部、大西洋岸のリゾート地。大地からの放射線が最も多い地域の一つ。
** 空気中に存在する天然の放射性物質。
*** 自然界の放射線レベルと比較して十分小さく、安全上放射性物質として扱う必要のない放射線の量。
**** 発電所などで働く作業員に対する制限は5年間に100ミリシーベルトかつ1年間に50ミリシーベルトを超えない。

出典:2000年国連科学委員会報告、資源エネルギー庁「原子力2010」 ほか

私たちは食物からも放射性物質を取り込み、排せつしています

私たちは食物からも放射線を受けています。主な放射性物質はカリウム40・炭素14などで、すべて自然に存在するものです。カリウムは、私たちの健康を保つために必要不可欠な元素の一つで、いろいろな食品に含まれています。私たちは食物を通して約4,000ベクレルのカリウム40を体内に取り込み、その放射性物質から年間約0.3ミリシーベルトの放射線を受けています。しかし、こうした放射性物質は時間とともにだんだん少なくなっていく上に新陳代謝されるため、体内でほぼ一定の割合に保たれ、身体の中にたまり続けることはありません。

■ 体内、食物中の自然放射性物質

●体内の放射性物質の量
(体重60kgの日本人の場合)

カリウム40 4,000ベクレル
炭素14 2,500ベクレル
ルビジウム87 500ベクレル
鉛210・ポロニウム210 20ベクレル

●食物中のカリウム40の放射能量(日本)(単位:ベクレル/kg)

干しこんぶ 2,000 干しいたけ 700 ポテトチップ 400 生わかめ 200 ほうれん草 200
魚 100 牛肉 100 牛乳 50 食パン 30 米 30 ビール 10

出典:旧科学技術庁パンフレット

食物からも放射性物質を取り込んでいる

放射線は医療・工業・農業など、さまざまな分野で活用されています

医療分野での放射線利用

レントゲン検診・乳がん検診・がん治療・輸血用血液のアレルギー反応抑制などに使われています。

■ PET装置



写真提供: (独)放射線医学総合研究所

工業分野での放射線利用

耐久性・耐熱性に優れた素材の開発のほか、空港の手荷物検査(透視)・鉄や鉄板の厚み測定などに使われています。

■ ラジアルタイヤの製造

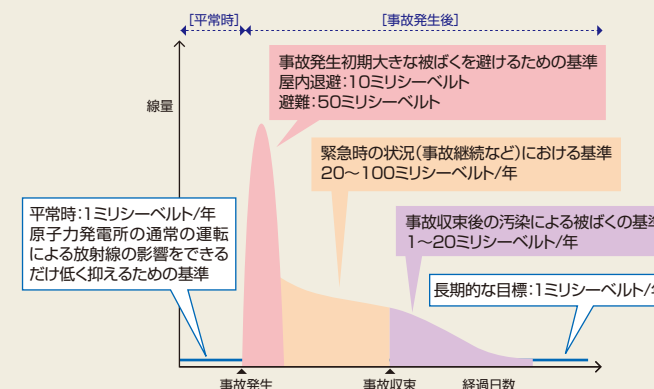


One More Step!

放射線防護の基準値と、放射線によるがんのリスク

国際放射線防護委員会(ICRP)は緊急時の被ばく状況において、放射線防護の基準値を年間20~100ミリシーベルトとしています。東日本大震災による原子力発電所の事故では、緊急事態期として、その基準の中で最も低い値である20ミリシーベルトが採用されていますが、事故収束後の復旧期には、年間1ミリシーベルト以下まで戻すことを目標としています。なお、広島と長崎で続けられている被ばく者の追跡調査と生活習慣についての研究の結果、100ミリシーベルトを被ばくした時のがんの発症率は通常の1.08倍に増加しますが、これは野菜不足や受動喫煙によるがんの発症率の増加とほぼ同じです。

■ 放射線防護の線量の基準の考え方



■ 放射線と生活習慣によってがんになる相対リスク

要因	がんになるリスク
1,000~2,000ミリシーベルトの放射線を受けた場合	1.8倍
喫煙 飲酒(毎日3合以上)	1.6倍
やせ過ぎ	1.29倍
肥満	1.22倍
200~500ミリシーベルトの放射線を受けた場合	1.19倍
運動不足	1.15~1.19倍
塩分の取り過ぎ	1.11~1.15倍
100~200ミリシーベルトの放射線を受けた場合	1.08倍
野菜不足	1.06倍

※対象: 40~69歳の日本人
運動不足:身体活動の量が非常に少ない。 野菜不足:野菜摂取量が非常に少ない。

出典: (独)国立がん研究センター調べ

Q 原子力発電所で使い終わった燃料はリサイクルできるの？

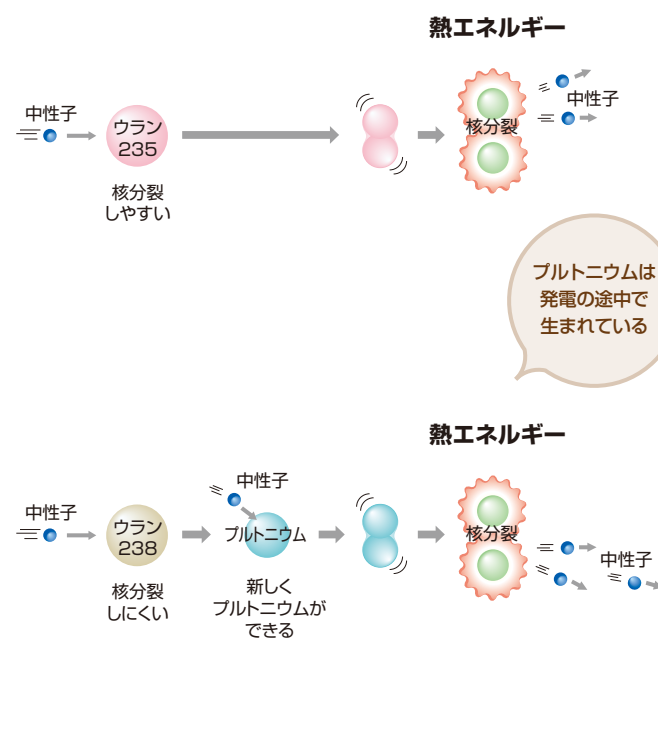
A

使用済燃料の中には、核分裂していないウランや、原子炉内で生まれたプルトニウムが含まれています。これらは再処理して取り出すことで、再び燃料としてリサイクルできます。ウラン資源を再利用する原子燃料サイクルは、原子力発電の利点を最大に生かすものといえます。

原子力発電所では、運転中にウラン燃料の中でプルトニウムが生まれます

原子力発電所は、燃料にウランを使います。ウランには性質の異なるウラン235とウラン238があります。ウラン235は、中性子を吸収すると核分裂して熱エネルギーと中性子を出します。ウラン238は、ほとんど核分裂しませんが、中性子を吸収して核分裂しやすいプルトニウムに変わります。

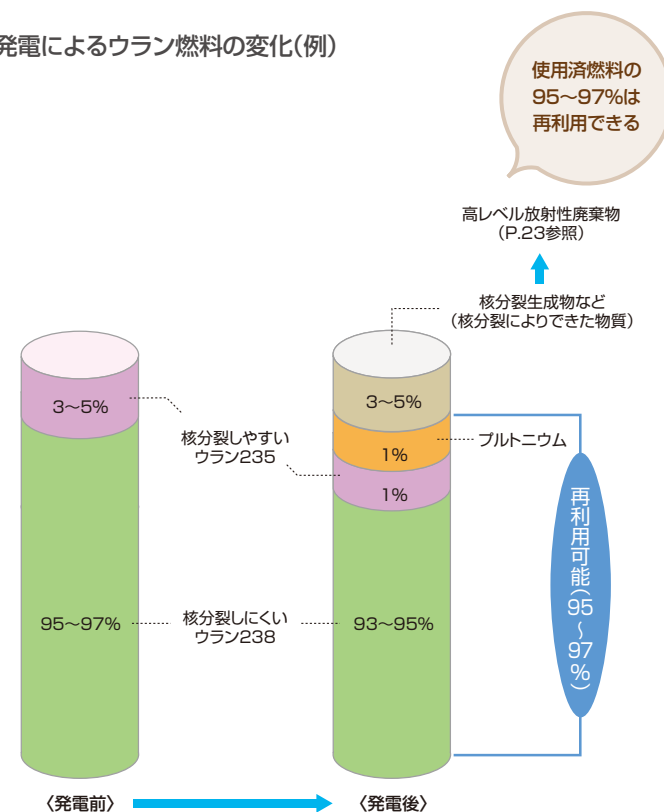
■ 原子力発電におけるウラン燃料の変化(イメージ)



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。

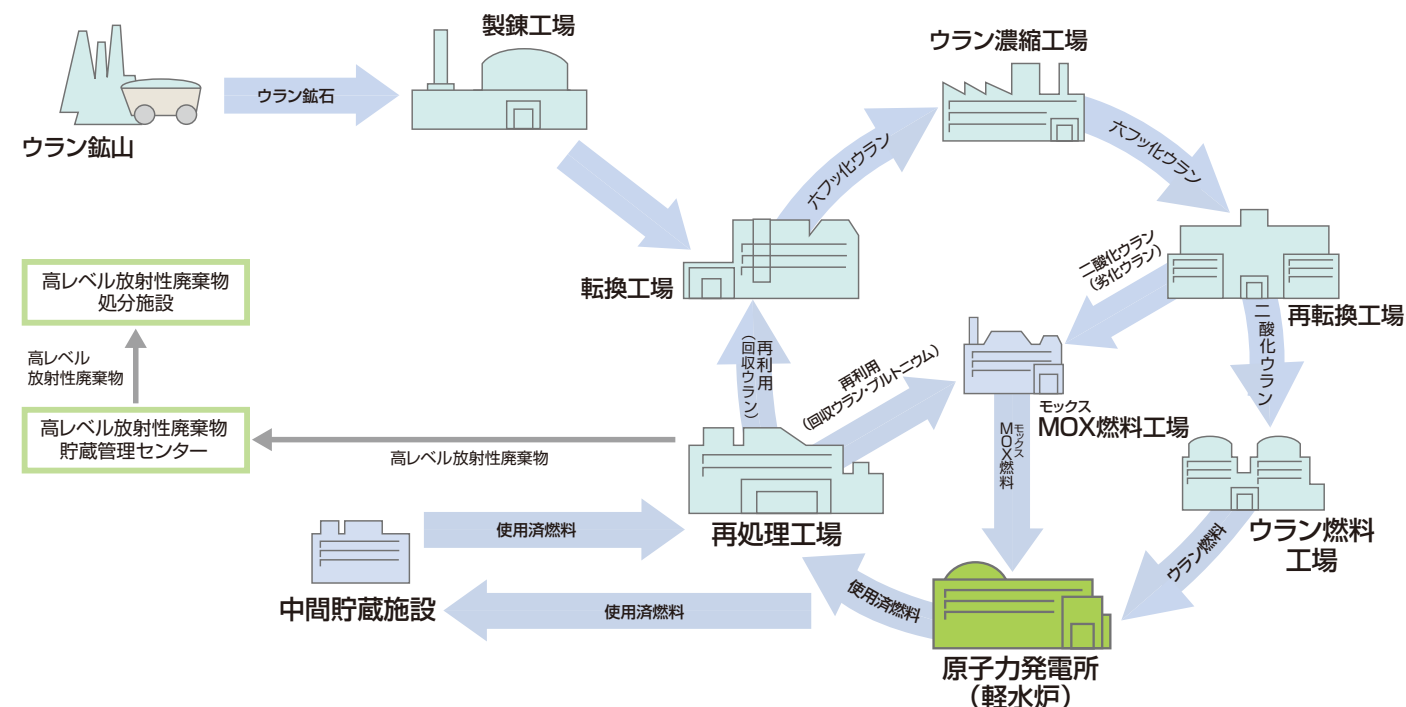
■ 発電によるウラン燃料の変化(例)



再処理した燃料は準国産のエネルギー資源といえます

使い終わった燃料は再処理し、まだ使えるウランやプルトニウムを回収して再利用すれば「準国産のエネルギー資源」になります。また、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処分する方法と、そのまま使用済燃料を処分する「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と比べると、高レベル放射性廃棄物を1/3～1/4に減量でき、処分場の面積も1/2～1/3に縮小することができます。

■ 軽水炉を中心とした原子燃料サイクル



※現在の原子力発電所でMOX燃料を利用することを「プルサーマル」といいます(P.21参照)。

原子燃料サイクル事業を着実に進めています

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。再処理工場では2012年10月の竣工を目指し、アクティブ試験(使用済燃料を用いた総合試験)を慎重に進めています。また、プルサーマルの燃料を製造するMOX燃料工場の事業が2010年5月に許可され、10月に着工しました。現在、2016年の竣工に向けて建設を進めています。

■ 原子燃料サイクル施設(青森県六ヶ所村)



Q 原子力発電所で使い終わった燃料はどうリサイクルするの？

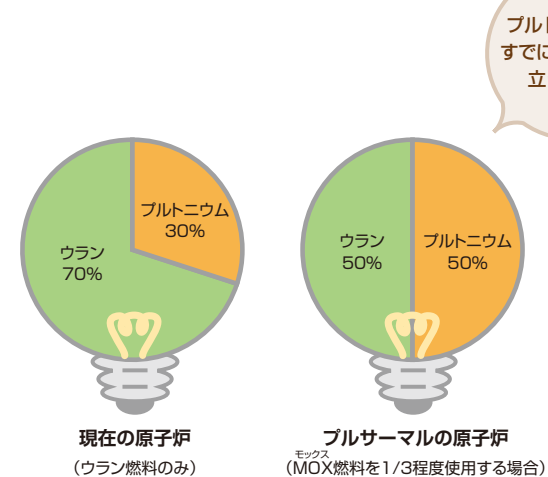
A 日本国内の原子力発電所で使い終わった使用済燃料は再処理し、MOX燃料^{モックス}にして、再び原子力発電所で利用します。これをプルサーマルといい、使用済燃料のリサイクルを進める有効な手段です。

使用済燃料をリサイクルして原子炉で再び使うことを、プルサーマルといいます

原子力発電所で使い終わった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^{モックス}*を作り、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現在の原子力発電所でも、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、国の原子力安全委員会において、MOX燃料^{モックス}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。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ので、プルサーマルによるプルトニウムの平和利用は、世界への約束を守ることになります。

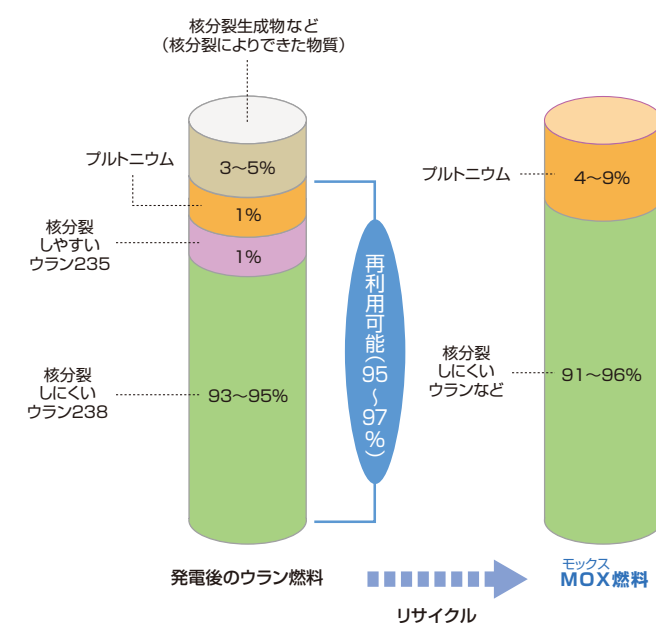
^{モックス}
*MOX燃料: Mixed Oxide Fuel (ウラン-プルトニウム混合酸化物燃料)

■ 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

■ MOX燃料^{モックス}の形と成分



原子燃料サイクルの柱となるプルサーマル計画を進めています

プルサーマルの歴史は古く、1963年にベルギーで始められました。2008年12月末までに、ヨーロッパを中心とする各国で、累計6,350体のMOX燃料^{モックス}が使われています。アメリカでは長年、軽水炉でのプルトニウム利用を中断していましたが、2005年6月、カトーバ発電所でプルサーマルを始めました。日本では、九州電力(株)玄海原子力発電所3号機で2009年12月に、国内で初めてのプルサーマルによる営業運転を開始しました。さらに四国電力(株)伊方発電所3号機では2010年3月、東京電力(株)福島第一発電所3号機*では2010年10月、関西電力(株)高浜発電所3号機では2011年1月にプルサーマルによる営業運転を開始しました。電力会社では、2015年度までに16~18基でのプルサーマル導入を目指しています。

*東京電力(株)福島第一原子力発電所1~4号機は、2011年3月11日の東日本大震災に伴う事故のため、2011年5月に廃止決定済み。

■ 九州電力(株)玄海原子力発電所

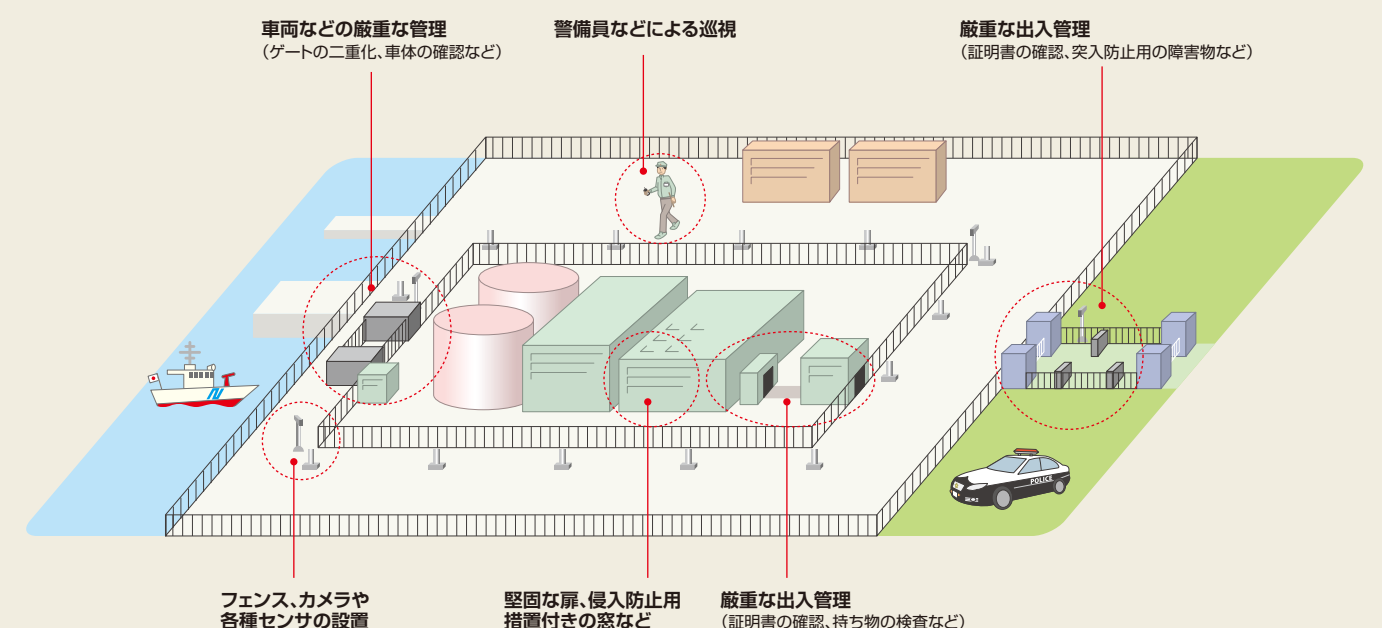


One More Step!

日本は核不拡散に取り組んでいます

日本の原子力利用は平和目的に限り、核物質を軍事目的に転用できない設計にしているほか、核物質の核兵器への転用がないことを保障するため、IAEA(国際原子力機関)の査察に積極的に応じ、核物質管理の透明性を高めています。また、原子力発電所や再処理工場では非常に堅牢な建物の中で核物質を取り扱い、監視カメラ・防護フェンスの設置、持ち込み品の検査、立ち入り者のチェック、治安当局(警察・海上保安庁)と連携した外部からの侵入に対する監視強化など、さまざまな防護対策を講じています。

■ 原子力事業者による核物質防護措置のイメージ



Q 高レベル放射性廃棄物は どう処分するの？

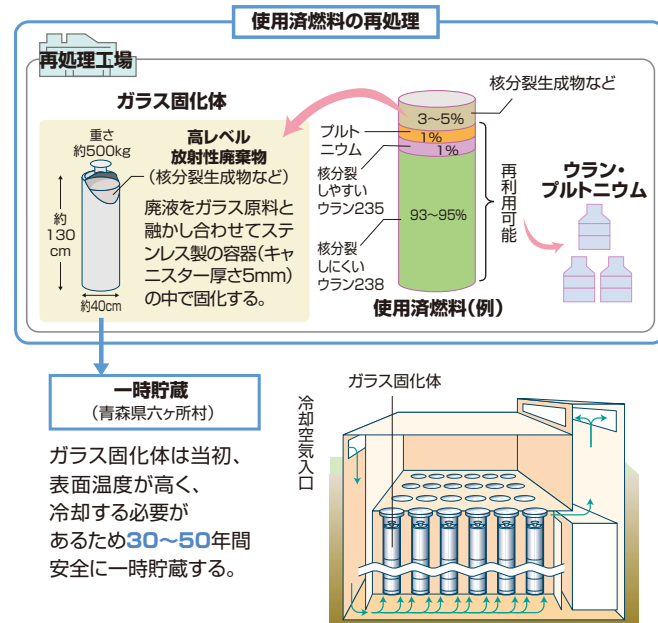
A 高レベル放射性廃棄物は
ガラス固化体にして、最終的には地下300m以深の
安定した地層に埋設し、処分する計画です。

使用済燃料を再処理して分別した廃液は、
ガラスと混ぜてガラス固化体にします

原子力発電所で使い終わった燃料から、再利用できるウランや
プルトニウムを回収すると、核分裂生成物を含む
放射能レベルの高い廃液が残ります。
この廃液はガラス原料と融かし合わせて、
固めて「ガラス固化体」にします。
これを「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のに優れています。
ガラス固化体は、青森県六ヶ所村の貯蔵施設*で
30～50年間貯蔵し、冷却します。

*イギリス・フランスで再処理されたガラス固化体は、
高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターで、今後日本国内で再処理される
ガラス固化体は、再処理工場内の貯蔵施設で一時貯蔵されます。

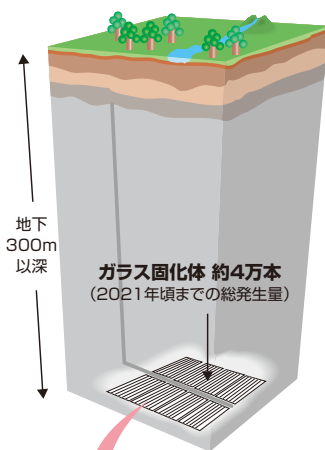
■ 高レベル放射性廃棄物の処理・処分方法



高レベル放射性廃棄物は、地層処分します

ガラス固化体は30～50年間冷却した後、
300mより深い地下に「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



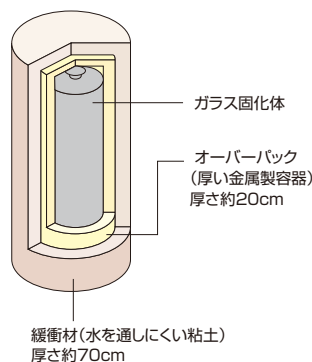
高レベル放射性
廃棄物は、
地層中に処分

【天然バリア】

- 火山や断層活動の影響を考慮し、安定した地層を選ぶ。
- 地下300mより深い地層を選ぶ（酸素が少ないため金属が錆びにくく、地下水の動きも非常に遅い）。

【人工バリアの例】

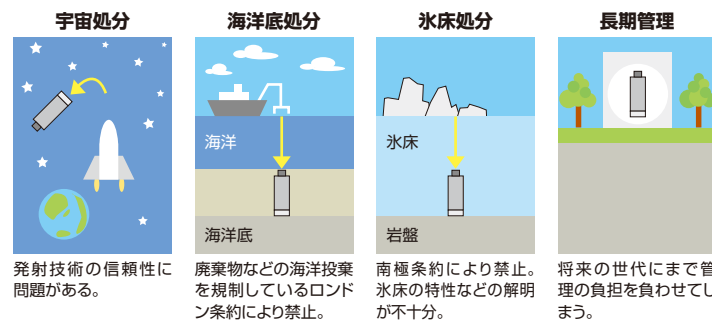
- ガラス固化体を厚い金属製容器（オーバーバック）に入れ、さらに水を通しにくい粘土で覆って埋設する。



地層処分が選ばれた理由

ガラス固化体（高レベル放射性廃棄物）は
放射線を出す力が強く、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方法が
必要となります。「地層処分」以外にも
さまざまな方法が検討されましたが、それぞれに問題点があります。
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隔離する最も確実な方法として、
「地層処分」が国際的にも共通した考え方になっています。

■ 「地層処分」以外にも検討された方法



「地層処分」が
最適だと
考えられている

〈海外各国の地層処分〉

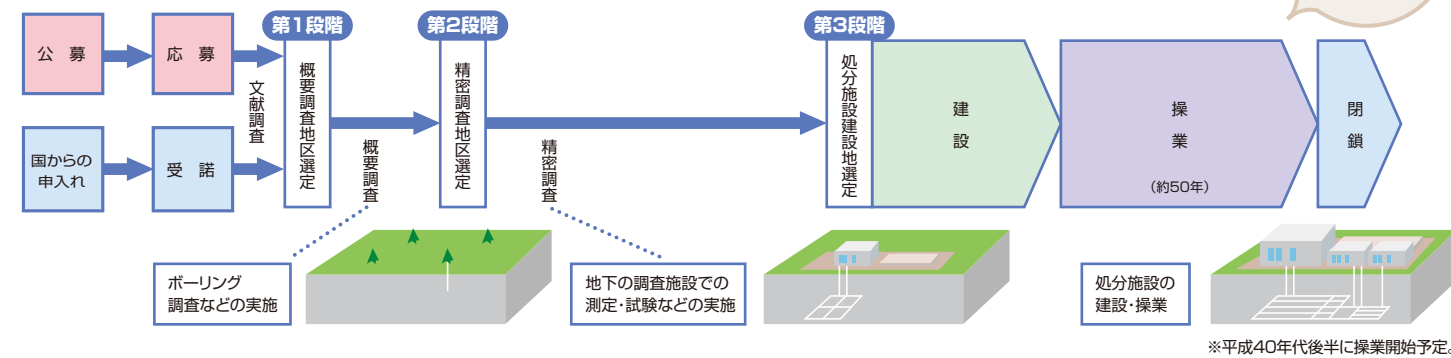
- フィンランド**／すでに処分場がオルキオ原子力発電所の近隣に決まり、2012年に建設許可申請、2020年に操業開始予定。
- スウェーデン**／処分場をフォルクスマルクに選定、2011年に立地・建設の許可申請、2025年に操業開始予定。
- フランス**／処分場はビュール地下研究所の周辺地域とすることが決定、2013年には処分地点を特定、2025年に操業開始予定。
- アメリカ**／処分場はネバダ州ユッカマウンテンに決定していたが、政権交代により計画は中止の方針。高レベル放射性廃棄物の管理方針を検討中。

処分施設の設置可能性を調査する区域を公募中です

2000年に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立し、
処分事業を行う「原子力発電環境整備機構（NUMO：ニューモ）」*が設立されました。
2002年12月には、地層処分の設置可能性を調査する区域の公募が始まりました。なお、高レベル放射性廃棄物の処分事業は、
調査段階から国からの交付金の交付対象事業となっています。この交付金は、地域の振興や福祉に使用できます。

*経済産業大臣の認可法人

■ 処分事業の流れ



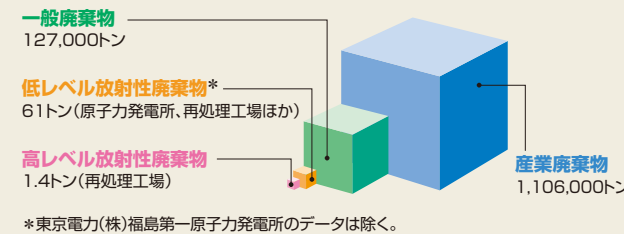
処分地は、
3つの段階の調査を
経て決まる

One More Step!

放射性廃棄物の発生量

放射性廃棄物の発生量は、国民1人当たり年間180g程度、
そのうち高レベル放射性廃棄物は4g程度です。
それに比べ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3.5トンです。

■ 日本で1日に発生する廃棄物の量



出典：環境省 一般廃棄物の排出および処理状況など（2009年度）について
環境省 産業廃棄物の排出および処理状況など（2008年度実績）について ほか

Q 原子力発電所から出る廃棄物はどうするの？

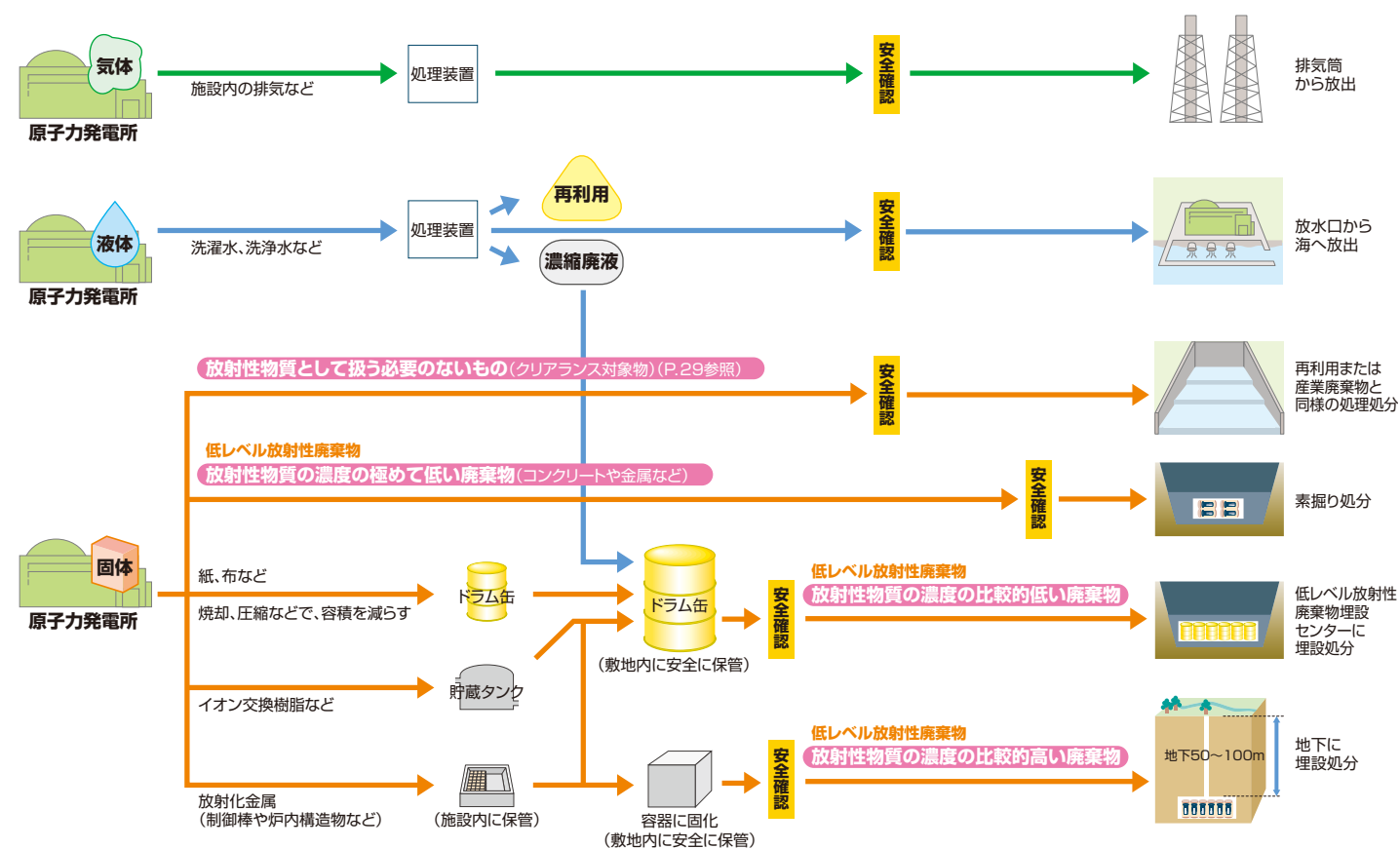
A

原子力発電所から発生する放射性廃棄物の多くは、放射能レベルの低い廃棄物です。これらは廃棄物の種類と放射性物質の濃度に応じて、適切に処分します。

廃棄物の種類ごとに厳重な管理を行っています

原子力発電所から発生する気体状の廃棄物および一部の液体状の廃棄物は、法令に定められた基準値を下回ることを確認して発電所の外に放出します。原子力発電所の運転・点検に伴い発生する固体状の廃棄物は「低レベル放射性廃棄物」といい、焼却・圧縮または溶融して容積を減らします。また、液体状の廃棄物は蒸発・濃縮させ、セメントやプラスチックなどで固化してドラム缶に詰め、発電所で安全に保管します。

■ 原子力発電所から出る廃棄物の処理・処分方法



Q 原子力発電所はどのような安全対策を行っているの？

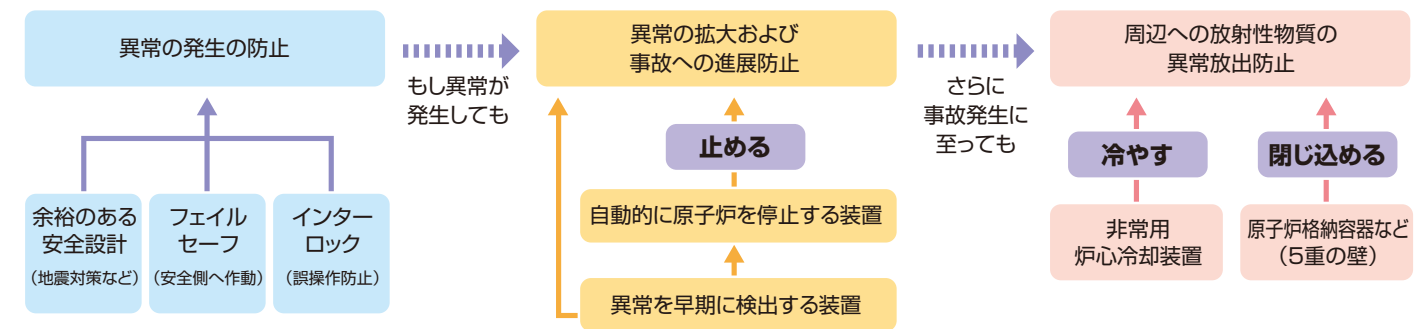
A

原子力発電所では放射性物質の影響を周辺環境や人々におよぼさないように、機械や人を過信せず、何重もの安全対策(多重防護の考え方)を取っています。さらに検査や点検、運転員などの教育・訓練など、いろいろな側面から安全確保の努力を積み重ねています。

原子力発電所では、多重の防護システムを採用しています

原子力発電所では、放射線や放射性物質を注意深く取り扱わなければなりません。そのために「放射性物質を扱っている」、「機械は故障する場合もある」、「人はミスをする場合もある」ということを前提に幾重もの安全対策を取り、安全を確保しています。

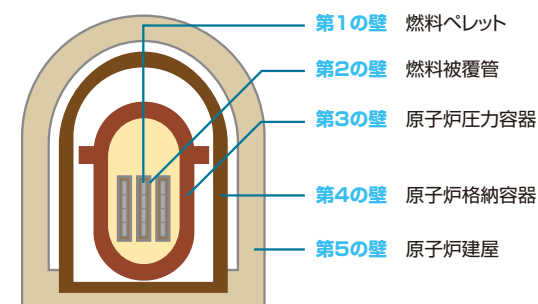
■ 多重防護の考え方



5重の壁を設けて、放射性物質を閉じ込めています

原子力発電の安全を守るために最も重要なことは、周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止することです。このため、原子力発電所は5重の壁を設け、厳重に放射性物質を閉じ込めています。

■ 放射性物質を閉じ込める5重の壁



運転員や保守員の教育・訓練を定期的実施しています

原子力発電所の運転員や保守員については、定期的に教育・訓練を社内・社外で実施しています。たとえば運転員には、原子力の基礎的な教育はもちろんのこと、原子力発電所を模擬した運転訓練用シミュレーターを使って、発電所の起動・停止など通常の運転操作や、機器が故障した時の対応などの訓練を定期的実施しています。

■ 運転員訓練の様子



■ 保守員訓練の様子



Q 原子力発電所の事故の教訓はどう生かされているの？

原子力事業者と国は発生した事故を教訓に、安全を最優先する文化の浸透・定着、運転員の訓練強化、国の安全規制の強化、情報共有できるシステムづくりなど、さらなる事故を起こさないためのさまざまな取り組みを行っています。

事故や故障は、安全上の基準によって分類します

原子力施設の事故の評価には、発生した事故・故障などの影響の度合いを簡明かつ客観的に判断できるように「国際原子力・放射線事象評価尺度」を用い、レベル0から7までの8段階で評価を行っています。トラブルが発生するとすみやかに、この尺度を使った暫定評価を国が発表します。

■国際原子力・放射線事象評価尺度（INES:The International Nuclear and Radiological Event Scale）

	レベル	基 準			参考事例 INESの公式評価でないものも含まれている
		基準1：人と環境	基準2：施設における放射線バリアと管理	基準3：深層防護	
事故	7 (深刻な事故)	・ 広範囲の健康および環境への影響を伴う放射性物質の大規模な放出。			・ 旧ソ連チェルノブイリ発電所事故（1986年） ・ 福島第一原子力発電所事故（2011年）
	6 (大事故)	・ 放射性物質の相当量の放出。			
	5 〔広範囲な影響を伴う事故〕	・ 放射性物質の限定的な放出。 ・ 放射線による数名の死亡。			・ アメリカスリーマイルアイランド発電所事故（1979年）
	4 〔局所的な影響を伴う事故〕	・ 軽微な放射性物質の放出。 ・ 放射線による少なくとも1名の死亡。	・ 炉心の全放射エネルギーの0.1%を超える放出につながる燃料の溶融または燃料の損傷。 ・ 公衆が著しい大規模被ばくを受ける可能性の高い相当量の放射性物質の放出。		・ JCO臨界事故（1999年）
異常な事象	3 (重大な異常事象)	・ 法令による年間限度の10倍を超える作業員の被ばく。 ・ 放射線による非致命的な確定的健康影響。	・ 運転区域内での1Sv（シーベルト）*/時を超える被ばく線量率。 ・ 公衆が著しい被ばくを受ける可能性は低い設計で予想していない区域での重大な汚染。	・ 安全設備が残されていない原子力発電所における事故寸前の状態。 ・ 高放射能密封線源の紛失または盗難。	
	2 (異常事象)	・ 10mSv（ミリシーベルト）を超える公衆の被ばく。 ・ 法令による年間限度を超える作業員の被ばく。	・ 50mSv（ミリシーベルト）/時を超える運転区域内の放射線レベル。 ・ 設計で予想していない施設内の区域での相当量の汚染。	・ 実際の影響を伴わない安全設備の重大な欠陥。	
	1 (逸脱)			・ 法令による限度を超えた公衆の過剰被ばく。 ・ 低放射能の線源の紛失または盗難。	・ 美浜発電所3号機二次系配管破損事故（2004年）
尺度未満	0 (尺度未満)	安全上重要ではない事象			
評価対象外		安全に関係しない事象			

*シーベルト(Sv):放射線が人体に与える影響を表す単位（ミリは1,000分の1）

出典:資源エネルギー庁「原子力2010」より作成

アメリカ スリーマイルアイランド原子力発電所の事故

1979年、スリーマイルアイランド発電所で起きた事故は、運転員の判断ミスや機器の故障などが重なったために、原子炉容器の水量が減少し燃料の損傷が生じました。しかし放射性物質を閉じ込める機能(P.26参照)は健全であったため、放射性物質の放出量はわずかであり、健康上の影響はない極めて低いレベルでした。

教訓の反映

この事故を教訓に、運転員の訓練強化、異常時の運転操作要領の整備充実などを図りました。

旧ソ連 チェルノブイリ原子力発電所の事故

1986年、チェルノブイリ原子力発電所で、運転員が自動停止装置を働かせないようにするなど、違反をおかして特殊な実験を行ったことから、原子炉と建屋の一部を破損した大事故が起きました。大事故に至った原因として、旧ソ連が開発した原子炉(黒煙減速軽水冷却沸騰水型炉)は低い出力では自己制御性(出力の上昇を自然に抑える働き)を失う欠点を持っていたことと、万が一の場合に備えて原子炉を覆う原子炉格納容器がなく、そのほかの安全装置も簡単に外せる構造になっていたことが挙げられます。

教訓の反映

この事故を教訓に、防災対策を充実し、安全意識を高めました。また、世界中の原子力発電事業者間で、原子力発電の安全性・信頼性の向上を図る目的で、国際組織(WANO)が作られました。

JCOウラン加工工場の臨界事故

1999年、茨城県のJCOウラン加工工場で起きた臨界事故では、正規の手順を守らずにステンレス容器を使って沈殿槽に直接ウラン溶液を投入したため、投入量が制限値を超え、臨界(核分裂連鎖反応の継続)を起こしました。作業員が一度に大量の放射線を受けて亡くなられたほか、周辺住民など多数の人々が放射線を受けました。

教訓の反映

この事故を教訓に、燃料加工工場などにも定期検査を義務付けたほか、原子力保安検査官の配置、原子力防災の体制強化を図りました。さらに、原子力産業界全体の安全意識の向上や、安全文化の共有化およびレベルアップを活動の目的としてNSネットを設立しました。

※NSネットは2005年以降、一般社団法人 日本原子力技術協会の安全文化推進活動に引き継がれています。

美浜発電所3号機の事故

2004年8月9日、福井県にある美浜発電所3号機(PWR)のタービン建屋内において、二次系の復水系配管が破損する事故により、建屋内に放射性物質を含まない高温の水蒸気が噴出し、近くで作業を行っていた方々が死傷されました。破損した配管は、設計上4.7mmの厚さが必要とされていました。運転開始時に10mmあった厚さが破損時には、最も薄い場所では約0.4mmしかありませんでした。電力会社は、原子力発電所の二次系配管の厚みを定期的に測定しています。しかし、関西電力の二次系配管肉厚管理の不備から、本来管理すべきであった個所を長年にわたって管理できていなかったため、破損した部位は当初から点検リストから漏れ、運転開始以来、一度も厚みを測定していませんでした。また、事故の調査を進める過程で配管の取り替え時期を評価する際、管理ルールを不適切に運用し、取り替えを先送りしていたこともわかりました。このような背景には、安全を最優先するという意識が十分浸透していなかったことが考えられます。

教訓の反映

この事故を教訓に、安全文化を浸透・定着するべく、安全最優先の再徹底を図り、これを具現化するための組織、職場づくりの行動計画を作成し、取り組んでいきます。

Q 原子力発電所は運転を終了したらどうするの？

A 運転を終了した原子力発電所は、原子炉から燃料を取り出し、最終的に解体・撤去します。その中で再利用できるものは、資源の有効利用の点からリサイクルします。

運転終了後は、原子力発電所を解体・撤去します

運転を終了した原子力発電所を解体・撤去し、廃棄物の処理処分と跡地有効利用のための作業を行うことを「廃止措置」といいます。

廃止措置ではまず、使用済燃料をすべて取り出します。

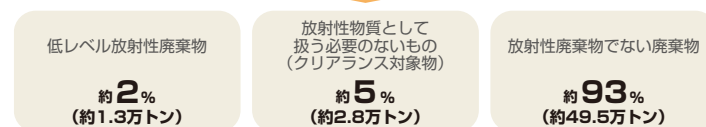
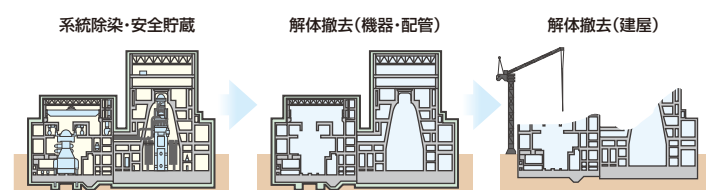
そして、配管などに付着している放射性物質を除去します。

その後5～10年程度、放射能の減衰を待ち、

最終的に解体・撤去します。

跡地は、引き続き発電所用地として有効に利用する予定です。

■ 廃止措置のステップ



数値は沸騰水型原子炉110万キロワット級の原子力発電所1基を解体した場合

出典:原子力安全・保安院「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」

解体廃棄物のリサイクルを進めています

廃止措置に伴い、110万キロワット級の原子力発電所の場合、約50万トンのコンクリートや金属の解体廃棄物が発生します。しかし、その大部分は放射性物質として扱う必要のないもの、または放射性廃棄物でない廃棄物です。

これまで運転中・解体中に発生する廃棄物の中には、安全上「放射性物質として扱う必要のないもの」も含まれていました。これらのものについては、放射能を測定し安全であることを確認*し、国のチェックを受けた後、再利用できるものはリサイクルし、できないものは産業廃棄物として処分する制度がクリアランス制度です。

*原子力発電所から搬出されたものが、どのように加工、再利用あるいは廃棄物として埋め立てられても、1年間当たり0.01ミリシーベルトを超えないことを確認。

東海発電所は解体工事中です

1966年に運転を開始した、日本初の商業用原子力発電所である東海発電所は、1998年3月末で運転を終えました。その後、2001年12月から解体工事を行っています。この解体工事から出た金属などは、クリアランス制度により再利用しています。

■ 再利用の例



テーブルの脚



ベンチの脚

さらに詳しくお知りになりたい方は、以下のウェブサイトをご覧ください。

原子力発電に関する情報

原子力発電のしくみ、放射線・放射能について
電気事業連合会
<http://www.fepc.or.jp/>

原子力発電所の安全対策やストレステストについて
電気事業連合会
<http://www.fepc.or.jp/nuclear/safety/tsunami/index.html>

原子力施設に関する検査、設計に関する安全性の解析および評価などについて
独立行政法人 原子力安全基盤機構
<http://www.jnes.go.jp/>

国内・国外の原子力施設のトラブル情報について
独立行政法人 原子力安全基盤機構
<http://www.atomdb.jnes.go.jp/index.html>

原子力発電所や原子燃料サイクル施設の運転に関する情報について
一般社団法人 日本原子力技術協会
<http://www.gengikyo.jp/>

原子力施設の運転情報の公開について
一般社団法人 日本原子力技術協会(ニューシア)
<http://www.nucia.jp/>

原子力産業界の動向について
社団法人 日本原子力産業界協会
<http://www.jaif.or.jp/>

食品中の放射性物質に関する情報

食品の安全・出荷制限などに関する情報について
内閣府(消費者庁)
<http://www.caa.go.jp/jisin/index.html>

放射性物質の食品健康影響評価の状況について
内閣府(食品安全委員会)
<http://www.fsc.go.jp/>

食品中の放射性物質に関する検査結果について
厚生労働省
http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html

農畜水産物などに含まれる放射性物質の検査結果について
農林水産省
<http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/index.html>

放射線の人体影響に関する情報

放射線被ばくの健康相談窓口の案内などについて
独立行政法人 放射線医学総合研究所
<http://www.nirs.go.jp/information/info2.php>

原爆被ばく者の調査で明らかになったことなどについて
財団法人 放射線影響研究所
http://www.rerf.or.jp/index_j.html

緊急被ばく医療について
公益財団法人 原子力安全研究協会
<http://www.remnet.jp/index.html>

環境放射線の情報

全国的な環境放射線モニタリング、放射線量分布マップなどについて
文部科学省
<http://radioactivity.mext.go.jp/ja/>

環境の放射能と放射線、環境放射能調査の結果について
(日本の環境放射能と放射線)
文部科学省
http://www.kankyo-hoshano.go.jp/kl_db/servlet/com_s_index
原子力施設が立地する19道府県のリアルタイムモニタリングデータについて
(環境防災Nネット)
文部科学省
<http://www.bousai.ne.jp/vis/index.php>

空港・港湾近辺の放射線測定状況について
国土交通省
http://www.mlit.go.jp/page/kanbo01_hy_001423.html

放射性物質拡散のシミュレーションについて
気象庁
http://www.jma.go.jp/jma/kokusai/kokusai_eer.html

離島などの環境放射線モニタリングについて
環境省
<http://www.env.go.jp/jishin/houshasen.html>

福島第一原子力発電所の状況に関する情報

原子力発電所・放射線量などに関する情報、原子力被災住民の方へのお知らせについて
原子力安全・保安院
http://www.nisa.meti.go.jp/earthquake_index.html

東日本大震災後の東京電力(株)福島第一・第二原子力発電所の状況、事故の収束に向けた道筋、発電所周囲の放射線量について
東京電力株式会社
<http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/index-j.html>

使用済燃料の再処理、高レベル放射性廃棄物に関する情報

放射性廃棄物と地層処分について
経済産業省 資源エネルギー庁
<http://www.enecho.meti.go.jp/rw/index.html>

ウランの濃縮・使用済燃料再処理や関連事業について
日本原燃株式会社
<http://www.jnfl.co.jp/>

高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)などの地層処分事業について
原子力発電環境整備機構(NUMO)
<http://www.numo.or.jp/>

そのほかの情報

原子力・放射線・エネルギーと環境に関する学習支援を行う情報サイト
あとみん
<http://www.atomin.go.jp/index.html>

原子力に関連する幅広い情報を提供するインターネット上の百科事典
ATOMICA
<http://www.rist.or.jp/atomica/>

※2012年2月現在