



さあ、
行こう!

旅

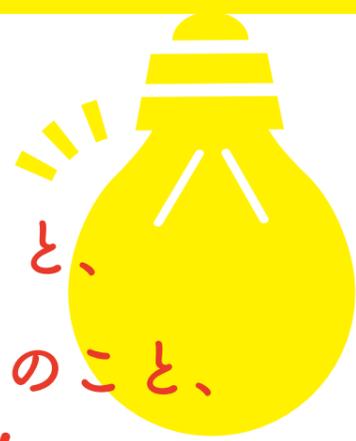
関西でめぐる
“エネルギーの旅”



 関西電力
power with heart

2024.09

電気のこと、 エネルギーのこと、 もっと知る旅へ。



毎日、私たちが使っている電気。
 生活の中にあるのがあたり前過ぎて、
 ふだん気にかけることはあまりないかもしれません。
 でもよく考えると、電気ってどうやってつくられて、
 安全に安定して届けられるために
 どのような工夫がされているのでしょうか。
 そんな、みんなが知っているようで
 実はよく知られていない
 電気やエネルギーのことを知る旅へ。



これから一緒に
出かけませんか？

◆ contents

地球温暖化問題	03
エネルギー安全保障	05
再生可能エネルギー	07
エネルギーミックス	11
発電のしくみ／放射線	13
原子力発電所の安全対策	15
新規制基準と深層防護	17
原子力発電所の主な安全対策	18
運用面での安全対策	21
長期間の運転に向けた取組み	23
原子燃料サイクル／中間貯蔵	25
高レベル放射性廃棄物の最終処分	27
原子力発電所の廃止措置	29
旅のまとめ	29

夏の京都が暑いのは知っていたけど
暑い、暑すぎる!

やっぱり地球温暖化の原因といわれてる
CO₂が増えているの?



昔よりも使われるエネルギーが増えたから
CO₂の排出量も増えてるねん。

日本のCO₂排出量の約4割が電力分野によるもので、
「エネルギー」と「環境保全」は切っても切れない関係にあります。
そんな今、CO₂をはじめとする温室効果ガスを排出しない
あらゆる対策が求められています。

地球温暖化の影響とみられる異常気象や森林火災が、世界中で報告されています。

地球温暖化の主な原因は、人々の活動によって生まれる温室効果ガスであると考えられています。
近年、地球温暖化の影響とみられる猛暑や記録的な豪雨などの深刻な事態は日本だけでなく世界各地で起こっており、
大きな被害をもたらしています。

世界の主な異常気象

- ・アフリカ:異常少雨による大干ばつ
- ・オーストラリア:異常少雨による大規模森林火災
- ・北米:大寒波
- ・米東海岸:大型ハリケーン
- ・イタリア:ベネチアでの高潮
- ・インド:熱波
- ・日本:大型台風 など



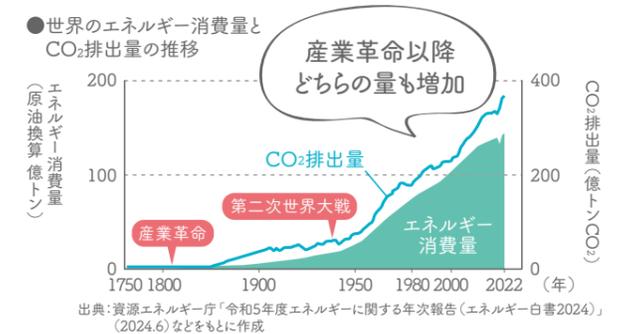
アフリカ:異常少雨による大干ばつ



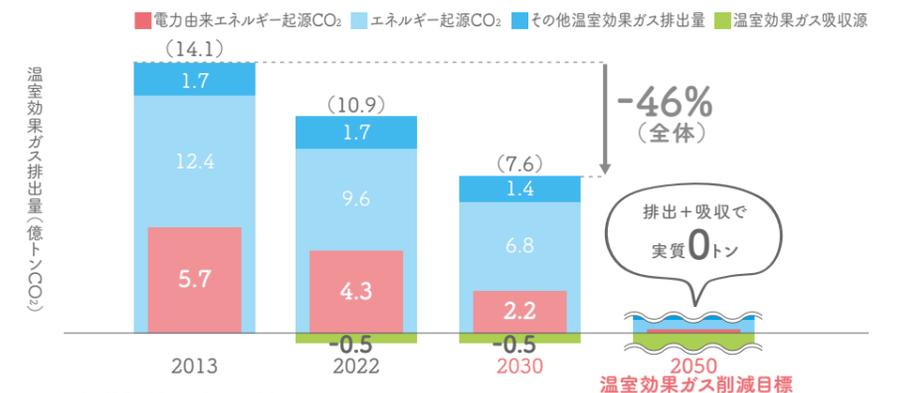
日本:大型台風

CO₂などの温室効果ガス排出量削減目標として、
日本は2030年度までに46%削減することを掲げています。

政府は2050年までにCO₂などの温室効果ガスの排出を全体としてゼロとする「カーボンニュートラル」を目指すことを宣言しました。2021年10月には、2030年度までに温室効果ガス排出量を46%削減(2013年度比)し、さらに50%の高みに挑戦することを公表しています。
日本のCO₂排出量は、石炭や石油を燃料とする発電所などの電力分野が全体の約4割を占めており、目標達成にはその脱炭素化が必要です。



●温室効果ガス排出量の削減目標



*四捨五入の関係で合計値が合わない場合があります。
出典:資源エネルギー庁「2050年カーボンニュートラルを見据えた2030年に向けたエネルギー政策の在り方」(2021.4)、「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」(2021.10)、「環境省「2022年度の我が国の温室効果ガス排出・吸収量について」」(2024.4)などをもとに作成

関西電力グループでは、「ゼロカーボンビジョン2050」「ゼロカーボンロードマップ」を策定しました。

「ゼロカーボンビジョン2050」は、発電事業をはじめとする事業活動に伴うCO₂排出を2050年までに全体としてゼロとするとともに、お客さまや社会のゼロカーボン化に向けて当社グループのリソースを結集して取り組むことを宣言したものです。取組みの大きな方向性としては、「デマンドサイド(需要側)のゼロカーボン化」「サプライサイド(供給側)のゼロカーボン化」「水素社会への挑戦」の3つです。このビジョン実現への道筋を明確にするため、「ゼロカーボンロードマップ(2022.3策定、2024.4改定)」を定めて、取組みを進めています。今後、ロードマップに掲げた取組みを進めることで、2025年度には発電によるCO₂排出量を2013年度比55%減、2030年度には2013年度比70%減とするともに、お客さまや社会の皆さまのCO₂排出量削減への貢献を目指します。



押さえておきたいワードはこれ!

カーボンニュートラル

温室効果ガスの排出を「全体でゼロとする」、つまり、排出せざるを得なかった分については同じ量を「吸収」または「除去」することで差し引きゼロを目指すということ。

カーボンニュートラルについては
こちらから
リンク先:環境省HP



たくさんの貨物船が行き交う港町。

日本はいろいろなものを輸入に頼っているけれど
燃料もそうなんだよね？



日本は資源が少ないから、
ほとんど輸入に頼ってるんやで。

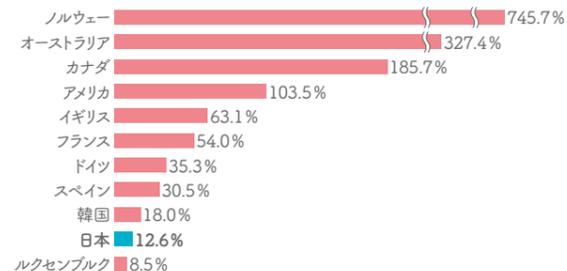
日本のエネルギー自給率はわずか約13%。
天然ガス、石炭、原油といった化石燃料はほとんどが輸入です。
いざという時に備えて、関西電力グループでは
さまざまな取組みを進めています。

日本のエネルギー自給率は約13%です。

日本のエネルギー自給率は準国産エネルギー※1として扱われる原子力を含めてもわずか約13%。世界の主要国と比較しても非常に低く、天然ガス、石炭、原油といった化石燃料のほとんどを輸入に頼っています。日本にとってエネルギー資源の安定確保は重要課題の一つです。

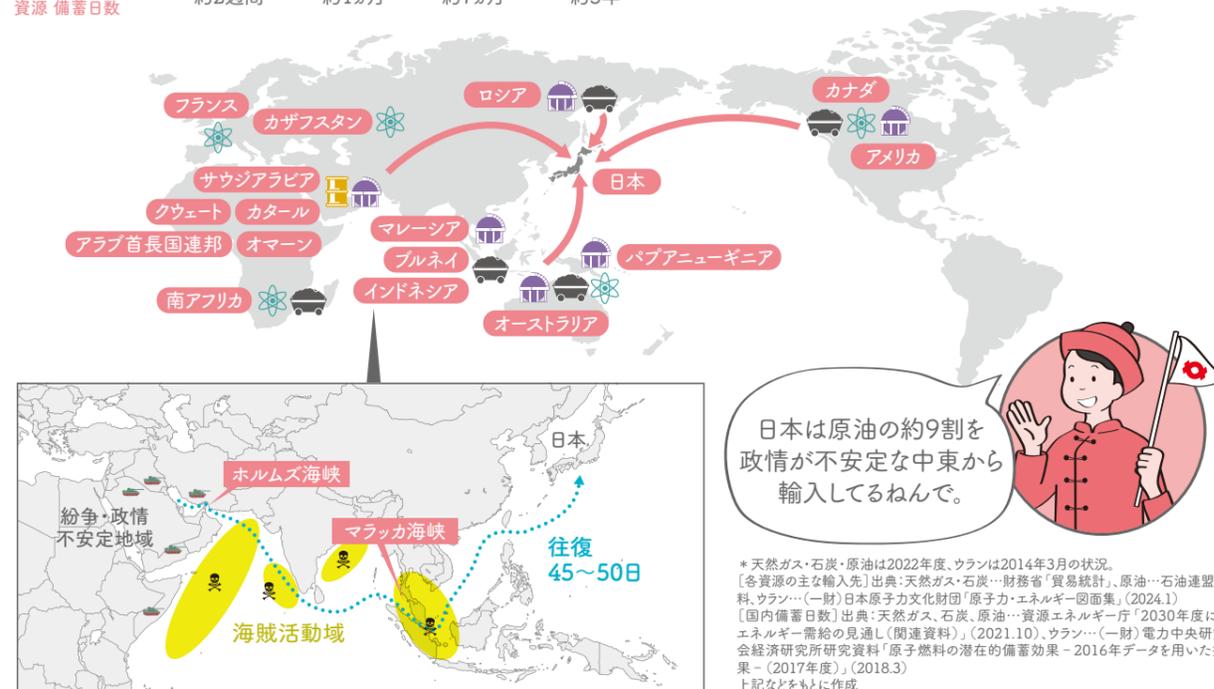
※1 原子力発電の燃料であるウランは、一度輸入すると長期間使用でき、再処理してリサイクルすることが可能なため準国産エネルギーとして扱われます。

●主要国のエネルギー自給率 2021年(日本:2022年度)



出典:IEA「World Energy Balances 2022」2021年推計値、
日本:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」2022年度確報値をもとに作成

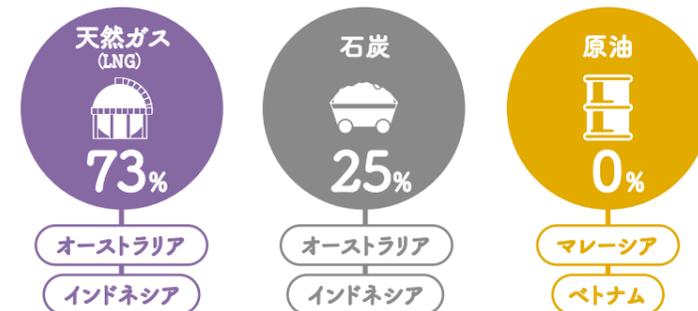
●各資源の主な輸入先および輸送ルート



エネルギー資源の安定調達のため、
関西電力グループでは
さまざまな取組みを行っています。

関西電力グループでは、天然ガス、石炭、原油などの化石燃料を安定的、そして経済的に調達するため、燃料の生産から受け入れまでの各段階にかかわっています。また、調達先の分散化や価格決定の多様化にも努めています。

●関西電力グループにおける火力燃料別の調達割合※2と主な輸入先 2023年度実績



※2 調達割合は天然ガス、石炭、原油以外に、重油やLPGなどを含んだ合計値を100%として計算しています。

押さえておきたいワードはこれ!

エネルギー自給率

天然ガスや石炭、原油などの化石燃料や風力、太陽光といった自然界に存在する、加工される前のエネルギーを自国で確保できる割合。

関西電力グループの
火力燃料調達についてはこちらから



緑がいっぱいで風も気持ちいいし、和歌山はサイコー。
 なんだか心が癒やされるのぉ。

日本は自然が豊かなんだし、
 自然のエネルギーだけで
 やっていけないものかのぉ？

WAKAYAMA



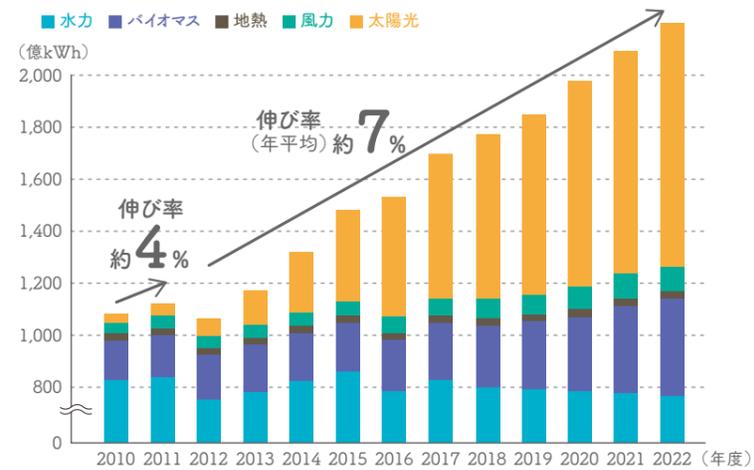
再生可能エネルギーだけで
 全部をまかなうんは難しいねん。

太陽光や風力などの再生可能エネルギーは天候に左右されるため
 安定的な電力供給が難しく、火力発電と組み合わせた運用が必要です。
 このため関西電力グループでは、再生可能エネルギーの利用拡大とともに、
 火力発電のゼロカーボン化にも力を入れています。

日本は現在、太陽光発電、風力発電、地熱発電などの
 再生可能エネルギーの利用拡大を進めています。

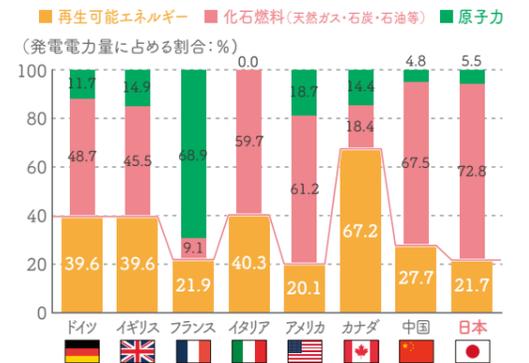
天然ガスや石炭、石油から得られるエネルギーとは違い、太陽光や風力、地熱、水力といった再生可能エネルギーは無限
 に存在するクリーンなエネルギーです。
 CO₂を排出せず、国内で生産できることから、日本での導入は年々増加しています。

●日本における再生可能エネルギーによる発電量の推移



出典:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計 時系列表(参考表)」(2024.4)をもとに作成

●主要国の再生可能エネルギー発電量の比率 2021年
 (日本:2022年度)



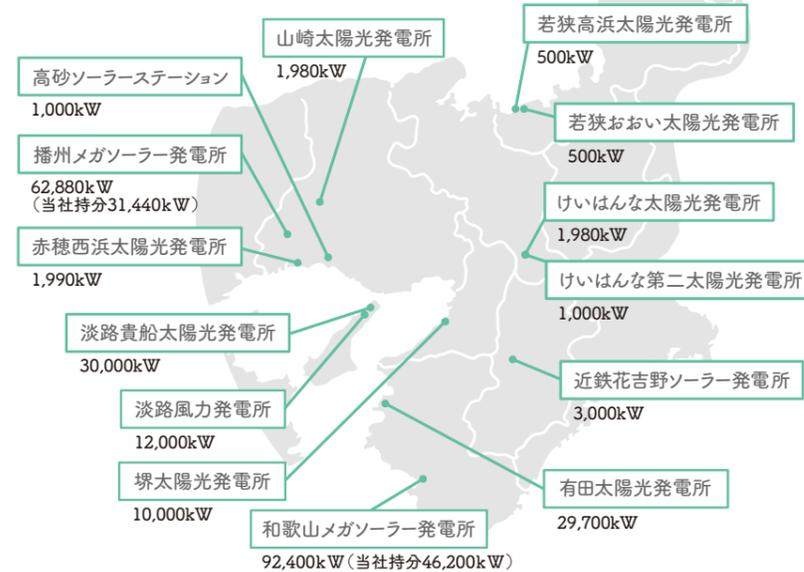
*四捨五入の関係で合計が100にならない場合があります。
 出典:資源エネルギー庁「日本のエネルギー2023」
 (2024.2)などをもとに作成

再エネ比率
21.7%

関西電力グループは、
 再生可能エネルギーの主力電源化を目指しています。

結構、
あるんじゃない。

●再生可能エネルギーの主な取組み地域



【国内における関西圏外での開発例】

- バイオマス発電所
 福島いわきバイオマス発電所
 112,000kW(当社持分56,000kW)
 2022年4月運転開始
- 風力発電所
 秋田洋上風力発電
 138,600kW(当社持分5,544kW)
 2023年1月運転開始
- 水力発電所
 新坂上発電所(仮称)
 4,300kW 建設中

国内案件の運転開始(竣工済)および
 取組中案件の設備容量
 約412.5万kW (2024年6月末時点)

押さえておきたいワードはこれ!

再生可能エネルギー

太陽光や風力、地熱といった地球資源の一部など自然界に存在するエネルギー。

バイオマス発電

動植物などから生まれた生物資源「バイオマス」を直接燃焼するなどして発電する方法。

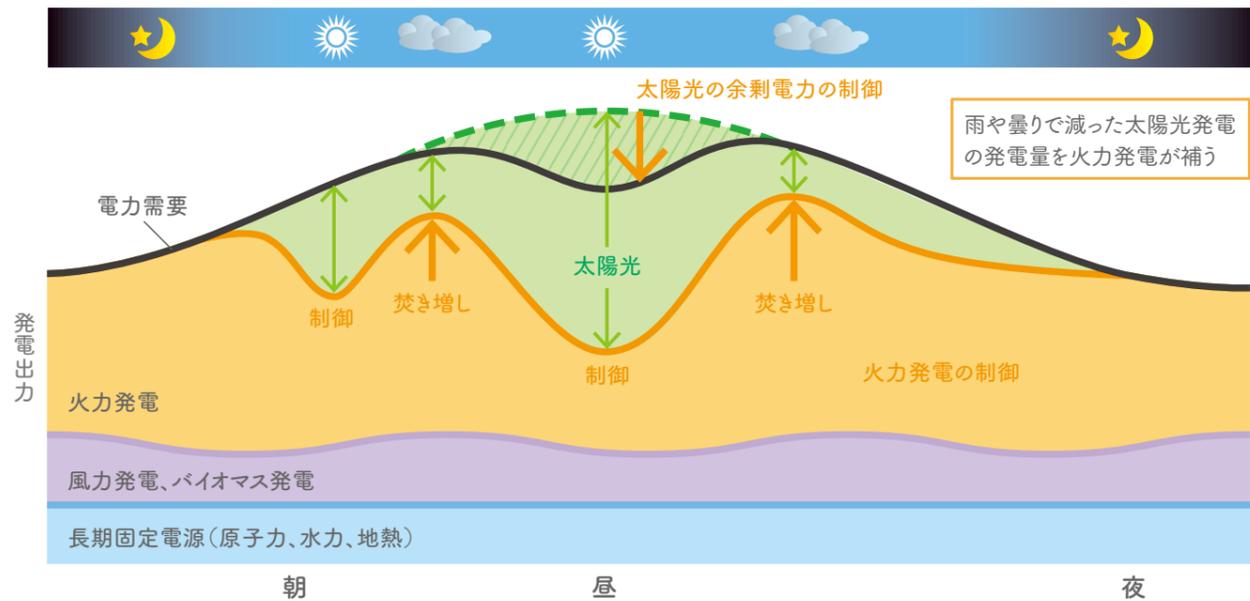
再生可能エネルギーは環境にやさしく、燃料が枯渇する心配がない一方で、発電量が天候に左右されるというデメリットもあります。

太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーは、発電時にCO₂を出さない環境面に優れた国産エネルギーです。しかし、まとまった電力を得るには広い土地が必要で、発電量が季節や天候によって大幅に変動する不安定さも併せ持っています。その対策として、足りなくなった電力を素早く補える火力発電所がバックアップとして必要であり、他にも生み出した電気を安く大量に蓄積する手段の確保等が課題です。また、国内の再生可能エネルギーの大量導入に向け、送電線の運用方法の見直しや、送電線の増強などの取り組みが進められています。



再生可能エネルギーを支えるために、日中、太陽が十分に照り発電が多いときは火力発電を抑え、雨や曇りで発電が少ないときは火力発電を増やすなどして発電量を調整してらるやで。

●最小需要日(5月の晴天日など)の需給イメージ



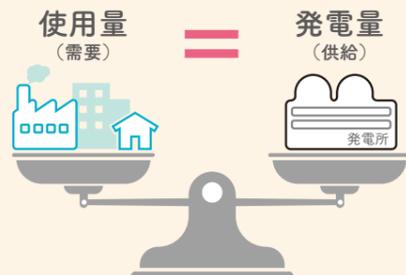
出典:資源エネルギー庁「日本のエネルギー2023」(2024.2)をもとに作成



再生可能エネルギーを大量に導入するとバランスをとるのが難しくなるねん。

電気は使用量と発電量を常に同じにする必要があります。

再生可能エネルギーのような発電量が変動しやすい電力の割合が大きすぎると、電気の使用量と発電量のバランスをとるのが難しくなるので、電気が安定して届かなくなる可能性があります。そうすると、工場の機械などにも影響し、生産される製品が欠陥品となったり、ご家庭の家電製品が壊れたり、最悪の場合、停電につながることもあります。

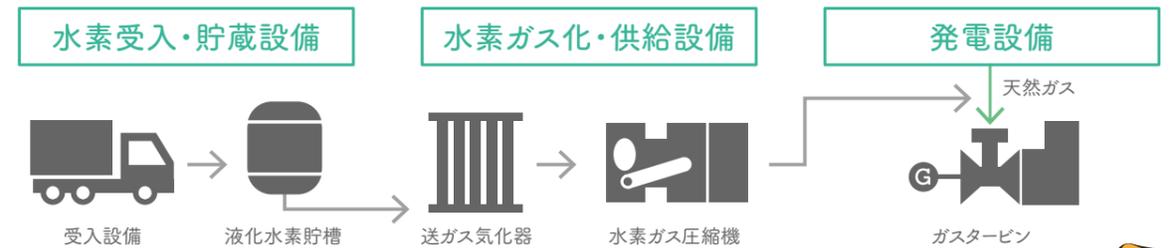


関西電力グループでは、火力発電のゼロカーボン化を目指し、ゼロカーボン燃料(水素・アンモニア)混焼や、CCUS技術の研究開発・実証に取り組んでいます。

火力発電は発電量を調整しやすい反面、発電時にCO₂等を排出するといった環境面でのデメリットがあります。関西電力グループでは、火力発電所を活用した水素の混焼・専焼発電の実現に向けた検討や、CCUS*の実現に向けた研究開発・実証に取り組んでいます。

※排ガスからCO₂を回収し、有効利用または地中等に貯留する技術です。

●水素の受入から混焼・専焼発電までのイメージ



水素もエネルギーになるんじゃない。



カーボンニュートラル実現に向けた鍵となる「水素」って?

水素は、多様な資源から製造できるため、国内での製造や、海外からの資源調達先の多様化を通じ、日本のエネルギー供給・調達リスクの低減に貢献するエネルギーです。

また、再生可能エネルギーによる水の電気分解や、化石燃料とCCUSを組み合わせるなど、CO₂を出さない方法で生産することで、カーボンフリーなエネルギーとして活用可能なため、脱炭素社会実現に向けた「鍵」と言われています。

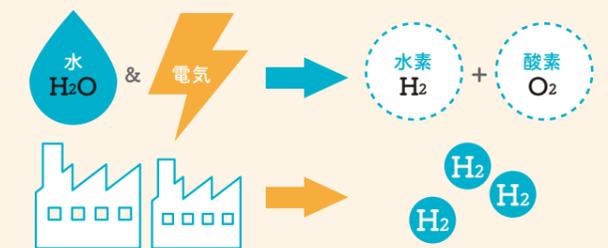
関西電力グループは、水素の社会実装に向けて、水素を「つくる」「ためる・はこぶ」「つかう」、水素サプライチェーンの構築に取り組んでいます。

●水素エネルギーの特徴

燃焼時にCO₂を出さない



さまざまな方法で生成される



押さえておきたいワードはこれ!

送電線の運用方法の見直し

緊急時に空けておいた容量の一部を、もし事故が起こった時には瞬時に遮断する装置を使うなどして、平常時に活用することへの見直しなど。

琵琶湖ってやっぱり想像以上に大きいなあ～。
 関西の水がめっていうくらいだから貯水量もスゴそうだ。

日本はこんなに水がたくさんある国なのに、
 どうして水力発電以外もしているの？



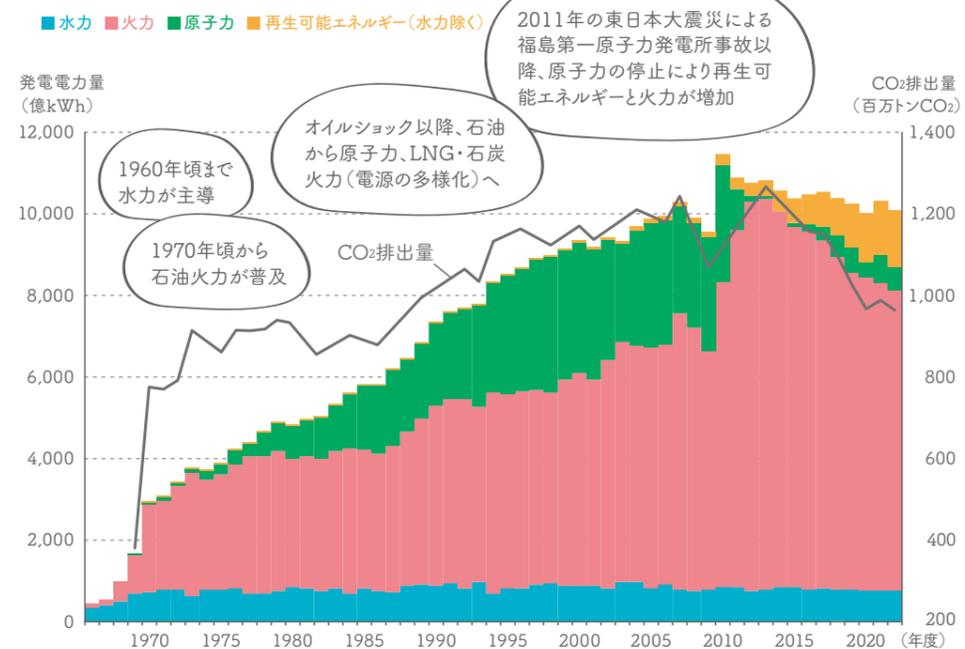
必要な電気を安定的につくるには、
 いろんな発電の組み合わせが必要やねん。

水があっても適した地形がなければ水力発電はできないため、
 水資源が豊富な日本でも水力発電だけに頼れません。
 国内の安定的な電力供給は、火力、再生可能エネルギー、原子力など
 さまざまな発電方法を活用することで支えられているのです。

エネルギー資源が乏しい日本では、時代によって電源構成が変化してきました。

日本の気候と風土に適した水力発電の歴史は古く、約140年にも及びます。日本の高度経済成長期には、急速に増える電力需要を満たすために、黒部川第四発電所をはじめ大規模な水力発電所が建設されました。その後、中東における大規模油田の発見などで主力が石油火力に代わり、オイルショックで原子力に注目が集まるなど、日本における電源構成は時代によって常に変化しています。

●電源構成(発電電力量)およびCO₂排出量の推移



*CO₂排出量は1965年度からの数値です。*発電電力量は1971年度までは沖縄電力(株)を除きます。
 *発電電力量は、2009年度以前は資源エネルギー庁「電源開発の概要」「電力供給計画の概要」、2010年度以降は資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成しています。
 出典:電源構成…資源エネルギー庁「令和5年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2024)」(2024.6)などをもとに作成
 CO₂排出量…環境省「2022年度の我が国の温室効果ガス排出・吸収量について」(2024.4)

黒部ダム(黒部川第四発電所)



戦後復興期、関西電力の社運をかけて建設。

蹴上発電所



日本初の事業用水力発電所として1891年に運転開始。

S+3Eがめっちゃ大事。



いつでも電気が使えるように、安定した燃料調達、
 環境保全、発電費用などの観点から、最適な電源構成を目指しています。

水力、再生可能エネルギー、火力、原子力とさまざまな電源がありますが、各電源にはメリット・デメリットがあります。

●各電源の特徴(メリット・デメリット)

	安定供給 (Energy Security)	経済効率性 (Economic Efficiency)	環境適合 *CO ₂ 排出 (Environment)	その他 メリット	その他 課題
水力	△ (建設地が少ない)	○	○	—	—
再生可能エネルギー (水力除く、太陽光等)	× (発電が不安定)	△	○	—	送電線・配電線の容量不足等*
火力	△ (資源の安定調達に課題)	△	×	発電量の調整に優れる	—
原子力	○	○	○	—	放射性廃棄物

*再生可能エネルギーを使った発電設備を増やすには、既存の送電線・配電線では容量が足りないため、容量を増強する必要があります。

押さえておきたいワードはこれ!

GX(グリーントランスフォーメーション)に向けた基本方針

気候変動問題やエネルギーの安定供給の確保が世界的な課題となる中、GXを通じて脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の3つを同時に実現するための取組みとして2023年2月に閣議決定されたもの。

もっと知りたい方は
 こちらから
 リンク先: 経済産業省HP



風力発電、水力発電、火力発電、原子力発電など

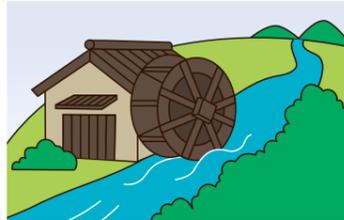
いろいろな発電方法において、

「回転運動を発電機に伝えて電気をつくる」というしくみはすべて同じ。

回転を生み出すための“チカラ”とチカラを生み出す燃料(資源)が違うのです。

水のチカラを利用 = 水力発電

水の流れるチカラを利用して水車を回します。その回転を発電機に伝え発電します。



風のチカラを利用 = 風力発電

自然の風のチカラを利用して「ブレード」と呼ばれる風車を回します。その回転を発電機に伝え発電します。



蒸気のチカラを利用 = 火力発電/原子力発電

天然ガスや石炭、石油、ウランを使って水を沸騰させ、発生した蒸気のチカラでタービンを回します。その回転を発電機に伝え発電します。



番外編：太陽の光を利用 = 太陽光発電

ソーラーパネルに太陽の光が当たると電気が発生する性質を利用して発電します。



太陽光パネル

光の当たる表(一極)



光の当たらない裏(+極)



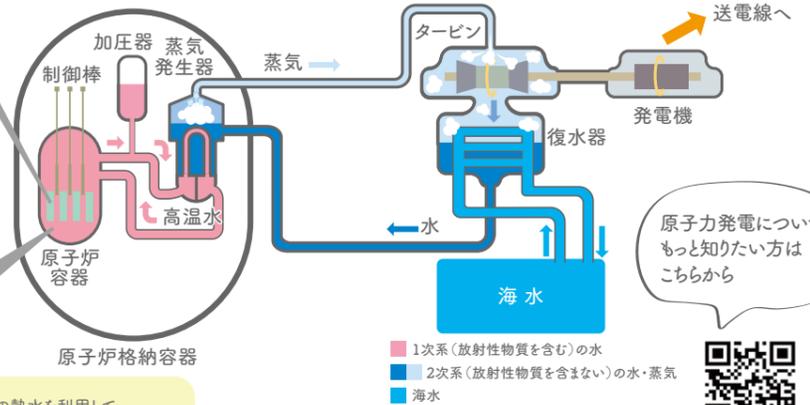
さらに原子力発電に注目!

日本で使用している原子炉には加圧水型炉(PWR)と沸騰水型炉(BWR)があり、関西電力ではPWRを採用しています。

ウランを焼き固めたペレットを燃料に使用します。ペレット1個で標準的な家庭の約6ヵ月分の電気を発電します。



●加圧水型炉(PWR)原子力発電のしくみ



タービンを回す蒸気をつくるために、核分裂で熱を発生させます。
中性子がぶつかる → 中性子がぶつかる → 2つに割れる(核分裂) → 熱

PWRとBWRの違い
PWR: 原子炉容器の中で発生した高温高圧の熱水を利用して、蒸気発生器で熱交換を行い、蒸気を発生させます。
BWR: 原子炉圧力容器の中で直接蒸気を発生させます。(P16参照)

原子力発電と原子爆弾の違い!

違い1 ウランの成分と核分裂のスピード

ウラン燃料
核分裂しやすいウランは約4%
時間をかけてゆっくり核分裂

原子爆弾
核分裂しやすいウランはほぼ100%
一気に核分裂し、爆発

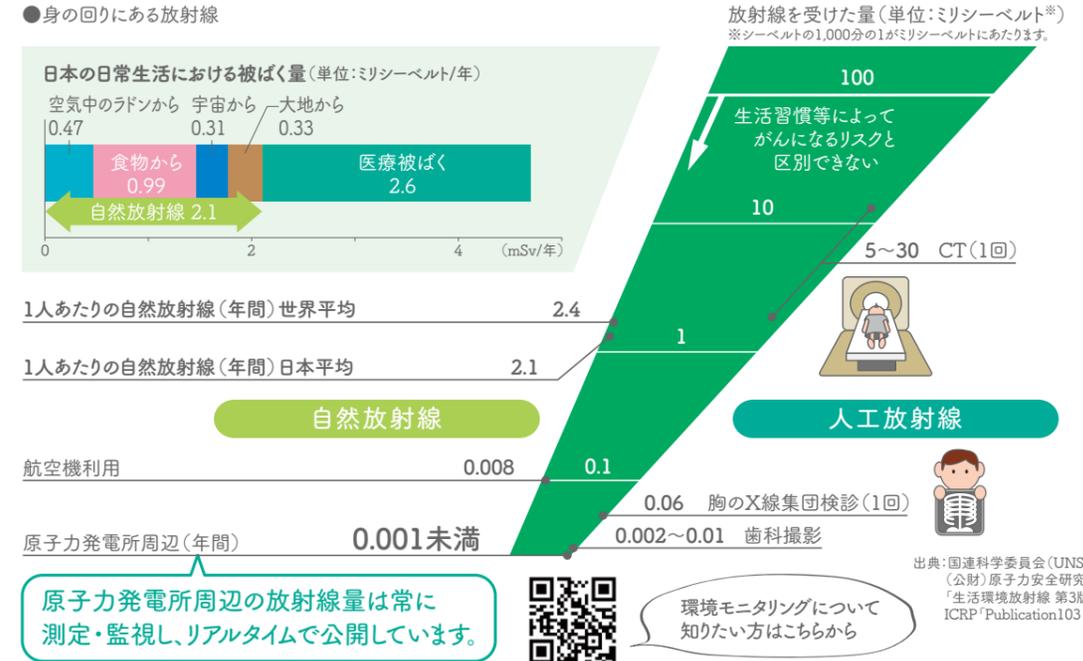
違い2 制御棒でコントロール

原子力発電には、核分裂を止めたり、核分裂の量を調整するためのコントロール装置(制御棒)があります。

ウランには核分裂しやすいウラン235●と核分裂しにくいウラン238○があります。
出典：(一財)日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」(2016.3)をもとに作成

原子力発電所から出る放射線の量がどのくらいかご存知ですか。

放射線には、もともと自然界にある自然放射線と医療分野や原子力発電などで発生する人工放射線があり、身体への影響は放射線の量によって異なります。原子力発電所の運転に伴い発生する放射線量は0.001ミリシーベルト未満と非常に少ないです。



出典：国連科学委員会(UNSCEAR)2008年報告書、(公財)原子力安全研究協会「生活環境放射線 第3版(2020年)」、ICRP「Publication103(2007年)」他をもとに作成

放射性物質は私たちの体内にもあります。

大地や海水中などに存在する放射性物質は、野菜や魚などに吸収され、それらを食べることで体内に取り込まれます。そのため、数種類の放射性物質が私たちの体内に存在します。



ワンポイント!

生き物の体内には「炭素14」という放射性物質があり、生き物が死ぬと体内の炭素14も徐々に減っていきます。この特性を活かし、発掘されたミイラなどの体内に残る炭素14を測定することで、埋葬された年代を明らかにすることができます。



外部からの放射線も、その量をきちんと計測して適切に遮ることで過剰な被ばくを防ぐことができます。

放射線にはいろいろな種類があり、それぞれ透過力が異なります。透過力が強い中性子線でも、水やコンクリートで止めることができます。

放射線は遮ることができます

(放射線の種類)

- アルファ(α)線: 紙で止める
- ベータ(β)線: アルミニウムなどの薄い金属板で止める
- ガンマ(γ)線: 鉛や厚い鉄の板で止める
- エックス(X)線: 鉛や厚い鉄の板で止める
- 中性子線: 水やコンクリートで止める

ベクレル(Bq): 放射性物質が放射線を出す能力(放射能の強さ)を表す単位。
シーベルト(Sv): 放射線を受けたときの人体への影響を表す単位。

ベクレル: 空から一定時間に降る雨粒の数

シーベルト: 雨粒が当たった影響

当った雨粒の数が同じ(Bqが同じ)でも、大きいとびしょ濡れになる(Svは大きくなる)よね。

傘をさしていれば濡れないよ。

青い空と海、そして白い砂浜。
福井にこんなステキなビーチがあったなんて知らなかった。

あっ、向こうに原子力発電所が見えるけど、原子力発電って大丈夫なのかな？

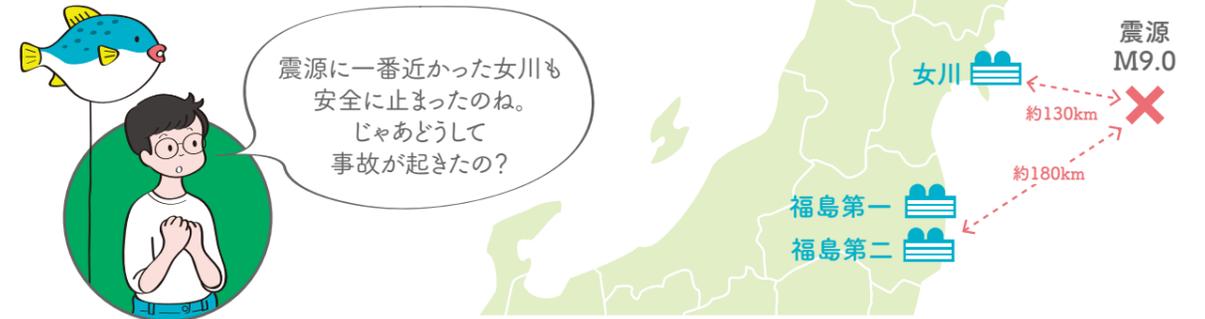


地震とか津波とか、
災害への対策もちゃんとやってるで。

福島第一原子力発電所事故の後、
同じような事故が起こらないよう新しい規制基準が定められました。
その基準を満たす安全対策に加え、自主的な取組みも行うなど、
さらに安全性を高めています。

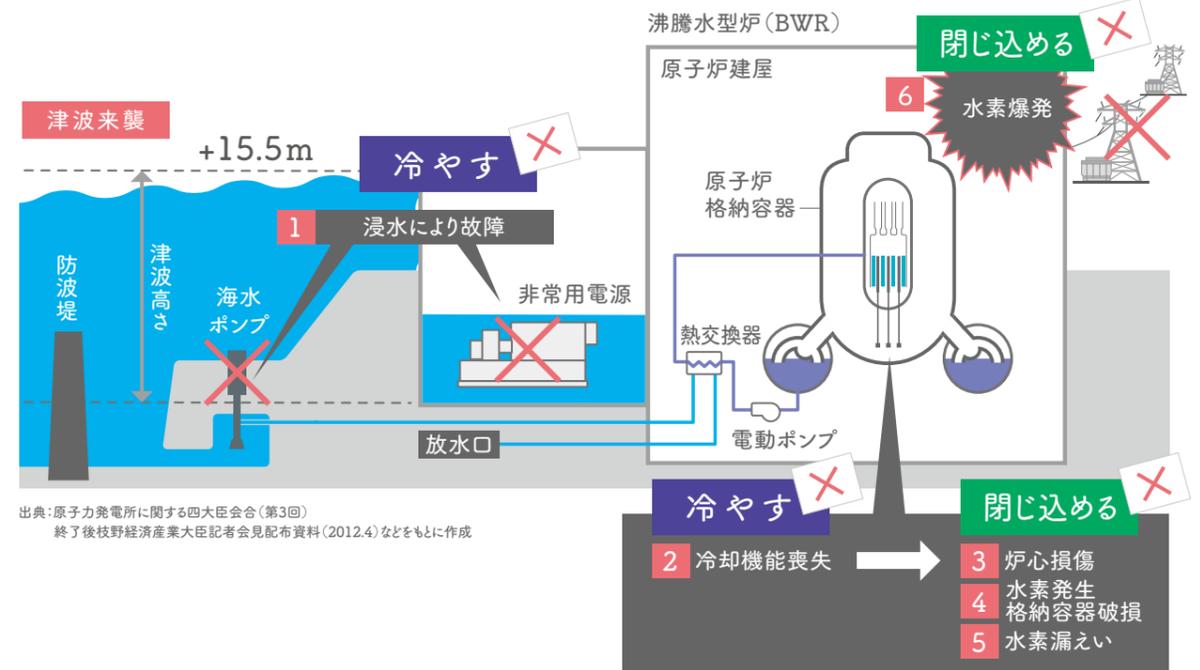
東日本大震災における地震発生時、
震源に近い原子力発電所はすべて安全に停止しました。

原子力発電所は、原子炉を「止める」、燃料を「冷やす」、
放射性物質を「閉じ込める」ことで、安全を確保するように
設計されています。
東北地方太平洋沖地震の際も、震源に近い運転中の原
子力発電所はすべて安全に停止しました。



福島第一原子力発電所は地震に伴い発生した津波により、
非常用電源を失ったため、炉心冷却を維持できず事故に至りました。

地震発生当時、原子炉はすぐに自動停止しました。
しかし、その後発生した津波により各機器を冷やすために海水を送るポンプや非常用電源が壊れ **1**、原子炉を冷やす機能を失いました **2**。この結果、燃料が破損・溶け出す炉心損傷が起こり **3**、水素が発生。また、高温により原子炉格納容器が破損し **4**、水素が原子炉建屋に漏れ出しました **5**。原子炉建屋内に水素がたまったことで水素爆発が起こり **6**、放射性物質を閉じ込めることができなくなってしまいました。



押さえておきたいワードはこれ！

燃料を「冷やす」

原子炉内の燃料は、核分裂反応が止まった後も大量の熱が発生する。このため常に水で冷やす必要があり、冷やし続けなければ燃料が溶け出す恐れがある。

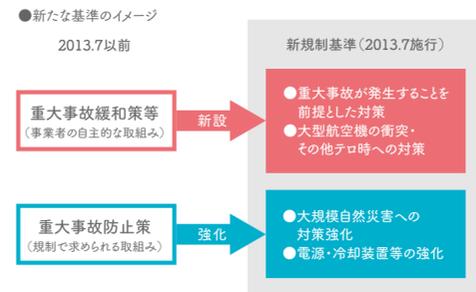
福島第一原子力発電所事故
についてはこちらから
リンク先：(一財)日本原子力文化財団HP



原子力発電所の主な安全対策

現在、福島第一原子力発電所事故を教訓に新しい基準が定められています。

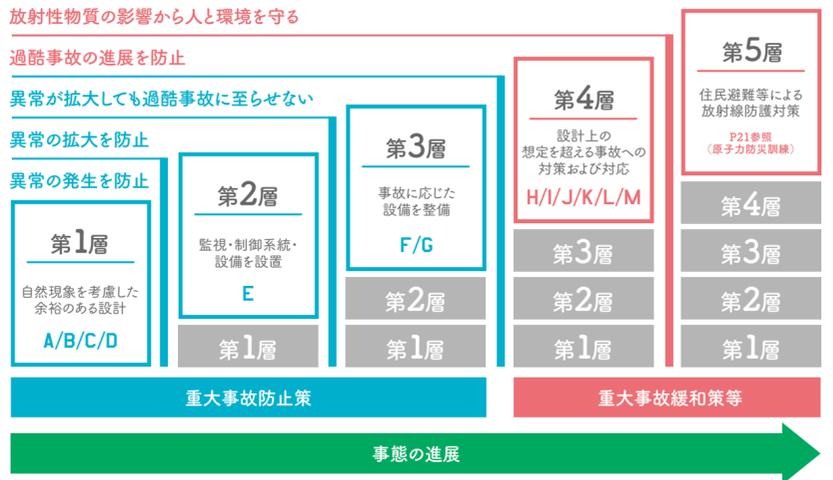
2013年7月、福島第一原子力発電所事故を教訓として、新たな基準が施行されました。新規制基準では地震・津波への対策に加え、火山・竜巻・森林火災など自然災害も考慮されています。関西電力はこれらの基準に適合させることはもちろん、さらに、自主的な取組みも進めています。



新規制基準では、独立した多層の安全対策で対応できるよう深層防護の考え方が徹底され、想定を超える災害にも備えています。

福島第一原子力発電所事故を教訓として規制基準が見直され、事故を防止するための対策が強化されるとともに、重大事故の影響を緩和するための対策が新たに設けられました。

●深層防護の基本的な考え方



出典:原子力規制委員会委員長田中俊「原子力規制委員会の取り組み～東京電力 福島第一原子力発電所事故から5年を踏まえて～」(2016.3)などをもとに作成

押さえておきたいワードはこれ!

新規制基準
もっと知りたい方はこちらから
リンク先:原子力規制委員会HP

深層防護
「人間はミスをする」「機械は壊れる」という考え方を前提に、故障や誤作動、操作ミスなどに備えて何重にも安全対策がなされていること。



A 地震への備え

発電所周辺の断層の運動性等を再調査・再評価し、地震想定を引き上げ、必要な箇所には耐震補強等を行っています。



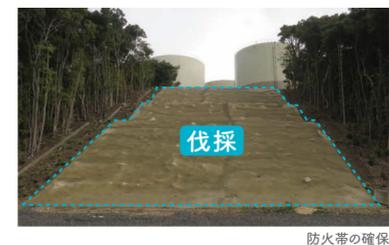
B 津波への備え

防潮堤や防潮ゲートの設置ならびに防波堤のかさ上げ等によって敷地への津波の侵入を防ぎます。さらに、敷地内への浸水を防げなかった場合に備え、浸水から安全上重要な機器を守る「水密扉」を設置しています。



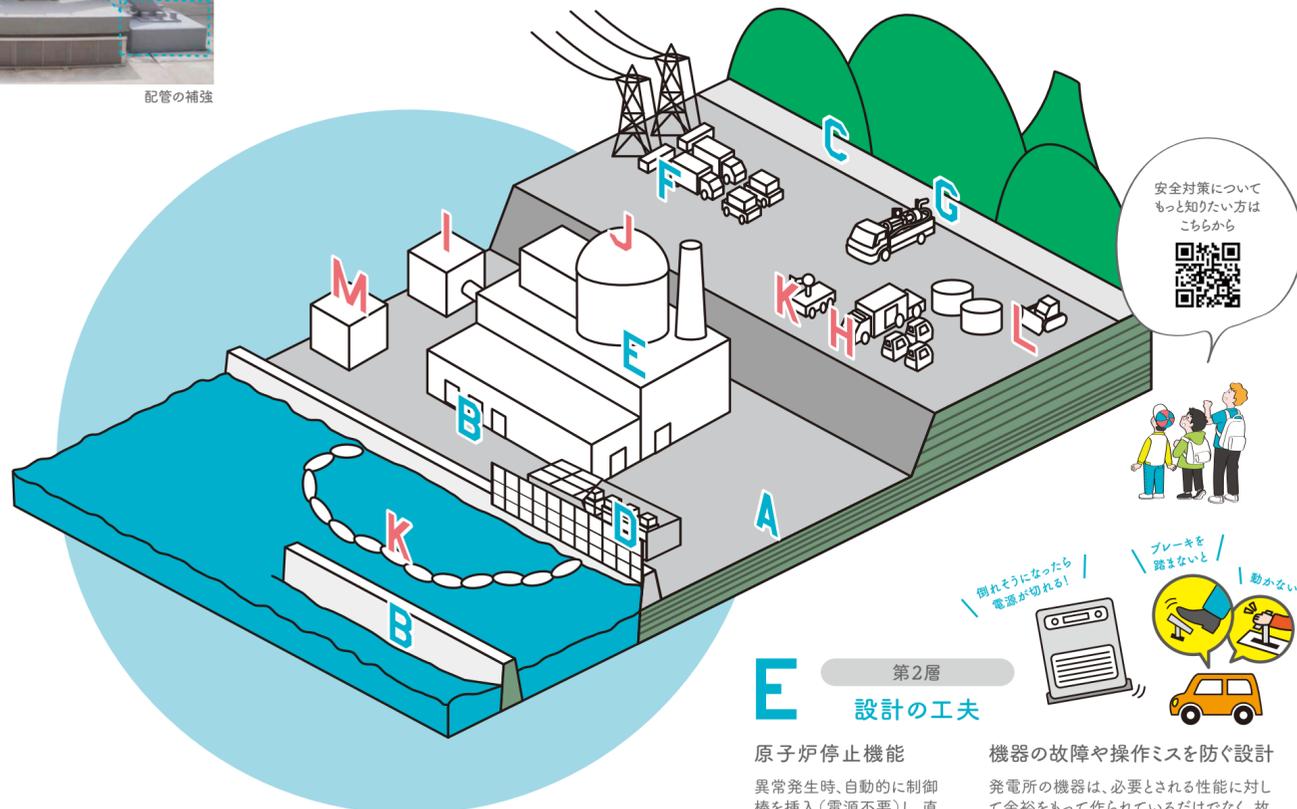
C 第1層 外部火災への備え

森林火災の延焼を防ぐため、発電所施設周辺の樹木を伐採し、防火帯を確保しています。



D 第1層 竜巻への備え

過去の日本最大風速を上回る竜巻が発生した場合を想定し、飛来物から機器を守るための対策を行っています。



E 第2層 設計の工夫

原子炉停止機能
異常発生時、自動的に制御棒を挿入(電源不要)し、直ちに核分裂を止めます。

機器の故障や操作ミスを防ぐ設計
発電所の機器は、必要とされる性能に対して余裕をもって作られているだけでなく、故障や操作ミスを防ぐように作られています。

F 第3層 電源の強化

あらゆる場面を想定し、非常用発電機等を整備するなど所内電源の多重化・多様化を図っています。



G 第3層 冷却機能の強化

原子炉を安定的に冷却し、重大事故を防ぐため、冷却手段を多様化しています。



H 第4層 原子炉格納容器の冷却機能の強化

発電所で重大事故等が発生した場合、原子炉格納容器の破損を防ぐための設備や、放水砲等に海水を給水します。



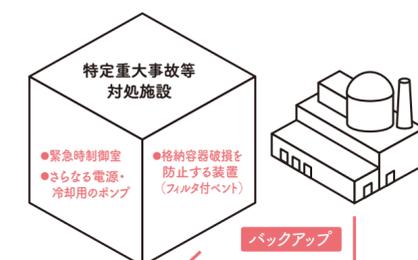
J 第4層 原子炉格納容器の水素爆発防止対策

万一、炉心が損傷した場合、水素濃度や圧力の上昇により、原子炉格納容器が破損することを防ぎます。



I 第4層 テロや大規模な自然災害等への備え

原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突等といった重大事故等に対処するための施設の設置を進めています。



K 第4層 放射性物質の拡散抑制

重大事故を想定し、放射性物質の拡散を抑制するため陸上に放水砲、海洋にはシルトフェンスを配備しています。



L 第4層 アクセスルートの確保

津波等により発電所構内にがれき類が散在した場合、迅速に撤去作業が行えるようがれき撤去用重機を配備しています。



M 第4層 緊急時対策所の設置

発電所で重大事故等が発生した場合、社員が参集し、事故収束に向けた指揮命令等を行うための施設を整備しています。

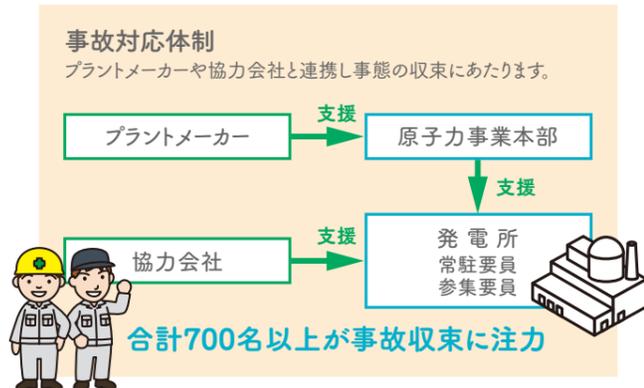


あらゆる状況を想定し、
人・体制・しくみなどの充実・強化に取り組んでいます。

万が一の場合を想定し、重大事故発生時の対応体制の整備、原子力事業者間の相互協力の強化、社内における事故時対応能力の向上、安全性向上活動のさらなる推進などに取り組んでいます。

緊急時対応訓練

原子力発電所では、設備面での安全対策以外にも、その設備の使用手順等を身につけ、事故時の対応能力を向上させることを目的に、年間1,000回以上の教育・演習や訓練を行っています。



運転員の教育・訓練

原子力発電所の運転員は、非常時を想定したシミュレータ訓練を定期的に行い、技術の向上を図っています。



国や関係自治体と連携した原子力防災訓練

住民のみなさまの避難にかかる協力が的確に行えるよう、国や関係自治体との連携訓練に参加しています。



運用面での対策も強化して、
安全性をさらに高めてるねん。

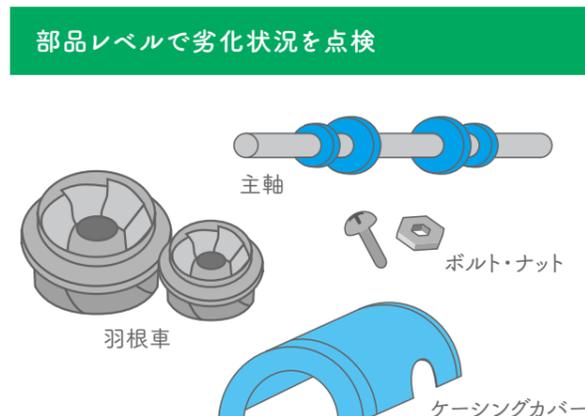
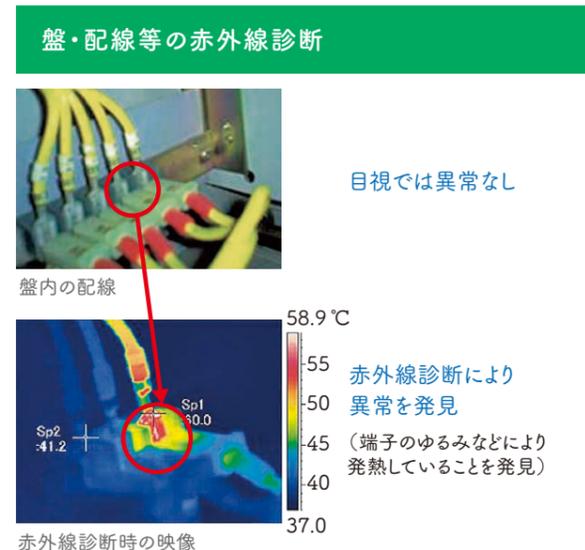


入念な点検・検査

日常的な設備点検を含め、各設備の特性に応じた点検・検査を行っています。

[日常の保全活動(定期検査等)]

原子力発電所では日常的に設備や機器の点検を行うとともに、法令に基づき定期的に発電所を止めて定期検査を実施。部品レベルまで分解して劣化状況を確認し、状況に合わせた部品の補修・取替えを行っています。



国によって
きちんと確認されてるのね。



[新検査制度(原子力規制検査)]

新たな検査制度が設けられ、国が原子力事業者のすべての保安活動を確認できるようになりました。検査官は、検査したい施設や活動、情報をいつでも確認できるため、事業者は「いつ」「どこで」「何を」検査されるのかわからない状態で緊張感を持って日々の保安活動を行っています。

奈良には古い建築がたくさんあるけれど、
中には1,300年以上も前の木造建築もあるんだって。

建物って大事に使えば長持ちするんだな。
ところで、原子力発電所は
どうなんだろう？



ちゃんと認可を受けた原子力発電所やったら
60年も使えるんやで。

日々のメンテナンスや定期点検などに加え、
計画的に設備の補修や取替えを行い
長期間の運転に問題がないことが確認された原子力発電所は、
60年*運転することができます。

*国からの認可を受けた場合、再稼働に必要な審査や裁判所の仮処分などにより
発電所が停止していた期間は運転期間のカウントから除外されます。

原子力発電所は、国から認可を受ければ長期間の運転が可能となっています。

福島第一原子力発電所の事故を受け、「運転期間延長認可制度」が定められました。これは、原子力発電所の運転期間は運転開始から原則40年とし、その満了までに国からの認可を受けた場合、1回に限り、最大20年の延長が認められる制度です。

また、2023年5月に、国からの認可を受けた場合、再稼働に必要な審査や裁判所の仮処分などにより発電所が停止していた期間を60年の運転期間のカウントから除外することが認められるGX脱炭素電源法が成立しました。

原子力発電所の運転期間



関西電力では、従来から設備の計画的な取替えや劣化評価等を実施しています。

大型機器等の取替え

蒸気発生器等の大型機器やポンプ、配管等を積極的に取り替えています。さらに、新たな技術を活用した最新設備への更新も図っています。

蒸気発生器の取替え



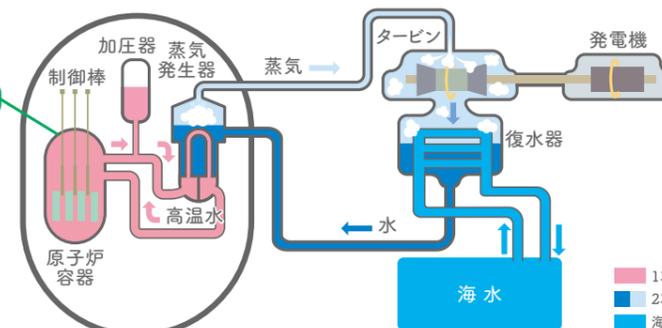
中央制御盤の取替え



最新のデジタル式操作・監視盤を採用。

原子炉容器上蓋の取替え

海外の原子力発電所で発生したトラブル等を踏まえ、材質を改善するなど改良を施した新しい上蓋に取り替えています。



原子炉格納容器

■ 1次系 (放射性物質を含む) の水
■ 2次系 (放射性物質を含まない) の水・蒸気
■ 海水

長期施設管理計画で設備・備品の劣化状況を確認・管理

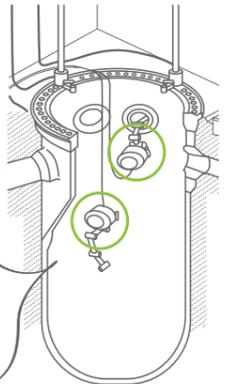
運転開始から30年以降の原子力発電所では、10年ごとに約3,000~4,000もの設備について、部品レベルで長期の運転に耐えられるかどうかを評価するとともに、劣化を管理するための計画を定めた「長期施設管理計画」を策定します。この計画について、原子力規制委員会の認可を受けることで、発電所の運転を継続することができます。



長い期間運転するために、
きちんと設備を評価して、
必要な対策を
とってるんやで。

特別点検で確認

40年を超えて発電所を運転する場合は、特別点検を行い、その結果について原子力規制委員会の確認が必要となります。特別点検として、発電所の中にある原子炉容器やコンクリート構造物など取替えができない設備について、ロボットなどを用いて点検・検査を行っています。



検査ロボットを
使って
点検を実施

ワンポイント! アメリカでは、約9割の原子力発電所が60年に更新済

アメリカにおける原子力発電所の運転認可期間は40年ですが、半数以上が40年を超えて運転中です。さらに、その内16基が2回目の運転期間延長申請を行い、6基が認可されました。

全94基中
60年認可済:84基
さらに、84基中
80年認可済:6基
80年申請中:16基

店先の会話まで漫才みたい。
しかも、ちゃっかり値引き交渉までしてる！

日本はもともと資源が少ないんだから、
このちゃっかり精神、
見習ったほうがいいんじゃない？

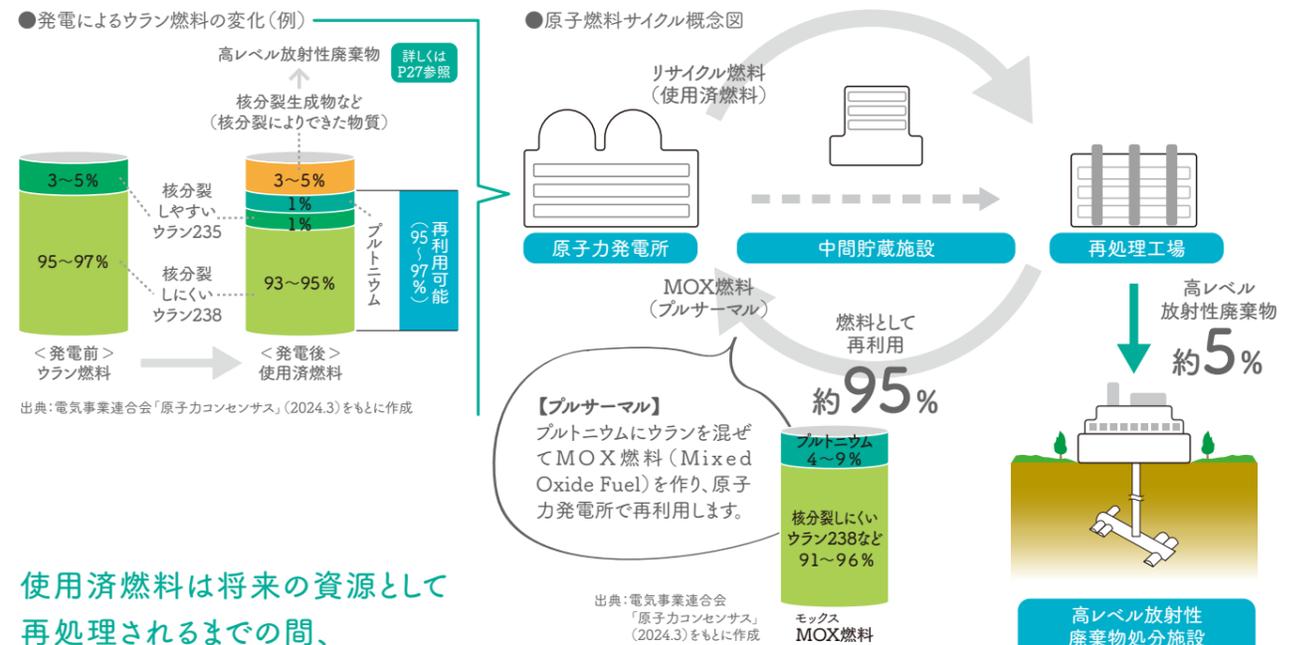


日本では原子力発電の燃料の
約95%がリサイクルできるねんで。

原子力発電に使用されたウラン燃料には
再利用できるウランやプルトニウムが95~97%残っています。
日本ではそれらを取り出し、再び利用します。
この流れを原子燃料サイクルといいます。

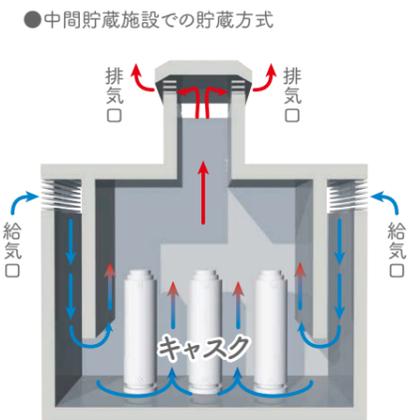
原子力発電所で使い終わった燃料は、
再処理することで再び使用できます。

日本では、資源の有効利用、そして、高レベル放射性廃棄物の量を減らしたり有害度を下げるなどの観点から、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウムなどを再利用する原子燃料サイクルを推進しています。
また、回収されたプルトニウムにウランを混ぜて燃料を作り、再び原子力発電所で使う「プルサーマル」の導入も進めています。これらは、余剰プルトニウムを持たないという国際公約を守る意味でも有効です。

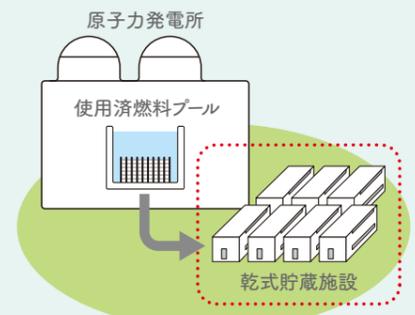


使用済燃料は将来の資源として
再処理されるまでの間、
一定期間貯蔵されます。

使用済燃料は原子力発電所内の使用済燃料プールで一定期間保管してから、青森県六ヶ所村の再処理工場へ運ばれます。しかし、発電所内での保管には限りがあるため、一時的な保管場所が必要になります。それが「中間貯蔵施設」です。この施設を設置することで、将来にわたって発電所を安定的に運転することができます。



発電所構内に乾式貯蔵施設を検討



将来、発電所からの使用済燃料の搬出に備えて、発電所構内に乾式貯蔵施設の設置を検討しています。この施設は、中間貯蔵施設への搬出をより円滑にするために設けられ、搬出までの間、電源を使わずに安全性の高い方式で保管できるように設置するものです。(美浜・高浜・大飯全体として2030年頃竣工予定)

押さえておきたいワードはこれ!

再処理工場

使用済燃料から再利用可能なウランとプルトニウムを取り出すための施設。

「再処理」についてはこちらから
リンク先: 日本原燃(株)HP



中間貯蔵施設

もっと知りたい方は
こちらから



Q 高レベル放射性廃棄物ってどうなるの？

使用済燃料のリサイクル過程で生じる高レベル放射性廃棄物は、地中深くに埋める「地層処分」が世界共通の処分方法になってるんやで。

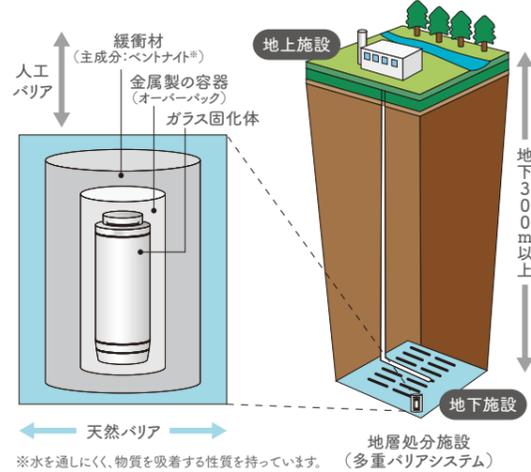


地層処分は、私たちの生活環境から高レベル放射性廃棄物を長期間にわたり隔離できる最適な方法です。

現在既に、約2,500本の高レベル放射性廃棄物が青森県六ヶ所村や茨城県東海村の施設に保管されています。これらの廃棄物が、将来においても人間や自然に影響を及ぼさないよう生活環境から隔離して閉じ込めておくために、多重バリアシステム（＝人工バリア＋天然バリア）を構築し、地表から300m以上深い安定した岩盤に埋設する予定です。

出典：電気事業連合会「原子力コンセンサス」（2024.3）をもとに作成

●高レベル放射性廃棄物の地層処分概要図

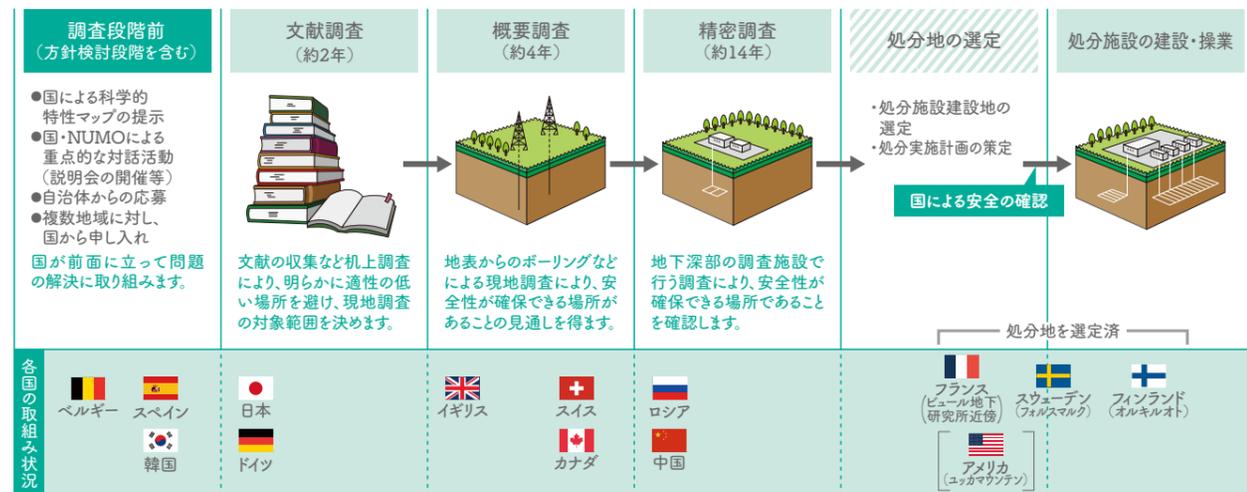


各国で地層処分に向けた取組みが行われています。

日本では原子力発電環境整備機構（NUMO）が地層処分手業を進めています。地層処分が行われる場所は、まず、方針検討などの調査段階前のプロセスを経て候補地が選定され、その後、法律に定められた段階的な調査を経て最終処分地として決定されます。

* 調査の各段階で知事や市町村長にご意見を伺い、反対される場合は次の段階には進みません。

●最終処分地選定プロセスと各国の動き



出典：原子力発電環境整備機構HP「各国の取組み状況」（2024.9）などをもとに作成

ワンポイント！科学的特性マップについて

地層処分を行う場所を選ぶ一つの指標として、各地の地下環境にどのような科学的特性があり、それがどう分布しているかを俯瞰できる「科学的特性マップ」が国から公表されています。NUMOは、科学的特性マップを契機に全国で積極的に対話活動を実施しています。

【考慮すべきさまざまな科学的特性の例】

- × 火山に近い、活断層に近い、地下の科学的特性が地層処分に適さない
- × 地下に鉱物資源がある
- 陸上輸送距離が短い（海岸から近い）

もっと知りたい方はこちらから

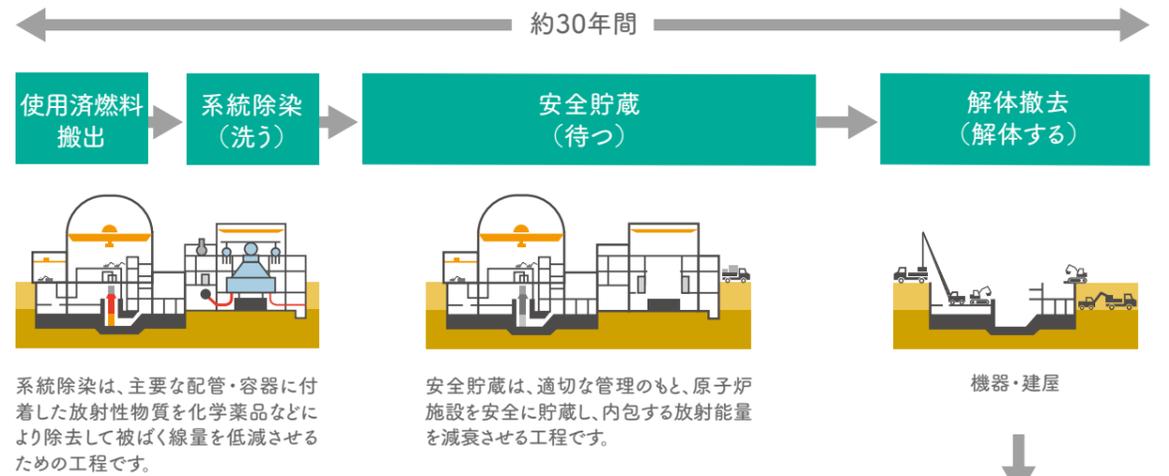


Q 廃止された原子力発電所はようになるの？

運転を終えた原子力発電所は解体撤去されて、廃棄物の処理・処分や跡地利用のための作業が行われるんけど、これを「廃止措置」って言うねん。



●廃止措置のプロセス



システム除染は、主要な配管・容器に付着した放射性物質を化学薬品などにより除去して被ばく線量を低減させるための工程です。

安全貯蔵は、適切な管理のもと、原子炉施設を安全に貯蔵し、内包する放射エネルギーを減衰させる工程です。

機器・建屋

廃棄物処理・処分

廃棄物は、放射能のレベルに応じて区分し、それぞれ適切に処理・処分します。

跡地利用



廃止措置についてもっと知りたい方はこちらから



ほとんどの廃棄物が再利用可能！

放射性廃棄物でない廃棄物
約96%

放射性廃棄物として扱う必要のないもの（クリアランス対象物）
約3%

低レベル放射性廃棄物
約1%

* 110万kW級PWRの場合です。

出典：総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 廃棄物安全小委員会「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」（2004.9）などをもとに作成

押さえておきたいワードはこれ！

NUMO

正式名称は原子力発電環境整備機構。地層処分手業を進めるため2000年に設立。最終処分場建設予定地の選定から最終処分の実施、処分場閉鎖後の管理等、最終処分手業全般を行う。

NUMOについてはこちらから



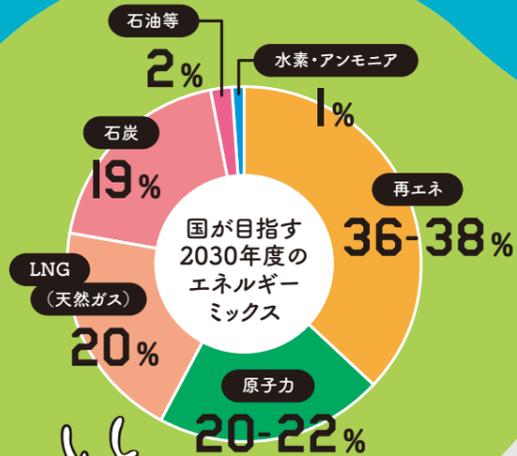
旅のまとめ
TRAVEL SUMMARY

エネルギー資源が乏しい日本では、
これまでさまざまな電源を活用することで、
一つのエネルギー資源に依存するリスクを回避し、
電源を多様化してきました。



さまざまなエネルギー源には
メリット・デメリットがあり、
エネルギー源を組み合わせる際に
重要となるのが
「S+3E」の観点です。

S+3Eの概念



エネルギー源の中でも、
原子力は3Eを満たす
優れた特性を持っており、
エネルギーミックスの
一翼として欠かすことが
できない重要な電源です。



電源の脱炭素化に向け、関西電力グループは、
原子力発電と再生可能エネルギーの両輪で取り組んでいきます。
また、安定供給において調整力等に優れた火力発電も重要な電源の一つと
位置付け、ゼロカーボン化に取り組むこととしています。



私たちは低炭素化に向けた取組みを推進することで、SDGs等の
グローバルな社会課題を解決し、社会の持続的な発展に貢献します。



7 エネルギーをみんなに そしてクリーンに	12 つくる責任 つかう責任	13 気候変動に 具体的な対策を

SDGsとは2015年に国連で採択された
「2030年までに持続可能で
よりよい世界を目指す国際目標」
のことです。

ブランドステートメント



このブランドステートメントは、
関西電力グループと
お客さまや社会との約束です。
“まごころと熱意を込めたサービスで、
お客さまや社会の『力』になりたい”
という想いを込めています。

ゼロカーボンビジョン2050



ゼロカーボンエネルギーの
リーディングカンパニーとして、
発電事業をはじめとする
事業活動に伴うCO₂排出を
2050年までに
全体としてゼロとします。