



四国電力株式会社

しあわせのチカラになりたい。

広報部エネルギー広報グループ
〒760-8573 香川県高松市丸の内2番5号
TEL:087-821-5061

地球温暖化から紐解く

エネルギーと 電気のはなし



24時間365日、休むことなくわたしたちの暮らしを支えている電気。

何をもとに、どのような方法でつくられているのか、

知らないこともたくさんありそうです。

近年、地球温暖化が世界規模での課題となっていますが、

実は、エネルギーや電気とも深い関わりがあるのです。

「よくわからない」「難しそう」…

と思っている方もいらっしゃるかもしれません。

でもまずは、身近な疑問から、一緒に考えてみませんか？



電気の子 ヨン

今回のご案内役



デンキッキー

自然と人と不思議な生き物が楽しく暮らす「ヨンデンランド」に住んでいる、好奇心旺盛な10歳の子ども“電気の子 ヨン”。電気の達人“デンキッキー”とともに電気やエネルギーについて学び、考えています。

ふだんは、四国電力が未来を担う子どもたちに向けて行うエネルギー教育のキャラクターとして活躍中です。

もくじ

- 地球が暑くなるとどうなるの？ …… 4～5
- 電気をつくるときにもCO₂が発生しているの？ …… 6～7
- 再生可能エネルギーをどんどん増やせばいいの？ …… 8～9
- 火力発電のいいところを知りたい！ …… 10～11
- 火力発電の燃料は、どこから来ているの？ …… 12～13
- 原子力発電は本当に必要なの？ …… 14～15
- 結局のところ、いちばんいい発電方法は？ …… 16～17
- エネルギー事業者としての責任と役割 …… 18～19



電気をつくると
CO₂が発生して、
気温が上がるの？



最近、すごい大雨や台風が
増えているような気が…。
これって温暖化が原因？



電気の多くは、
CO₂が発生する火力発電で
つくられているそうだけど、
大丈夫なの？



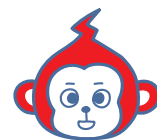
太陽光や風力発電を
どんどん増やせば
いいんじゃないかな？



原子力発電には、
危険なイメージが
あるけれど、
必要なのかな？

地球が暑くなるとどうなるの？

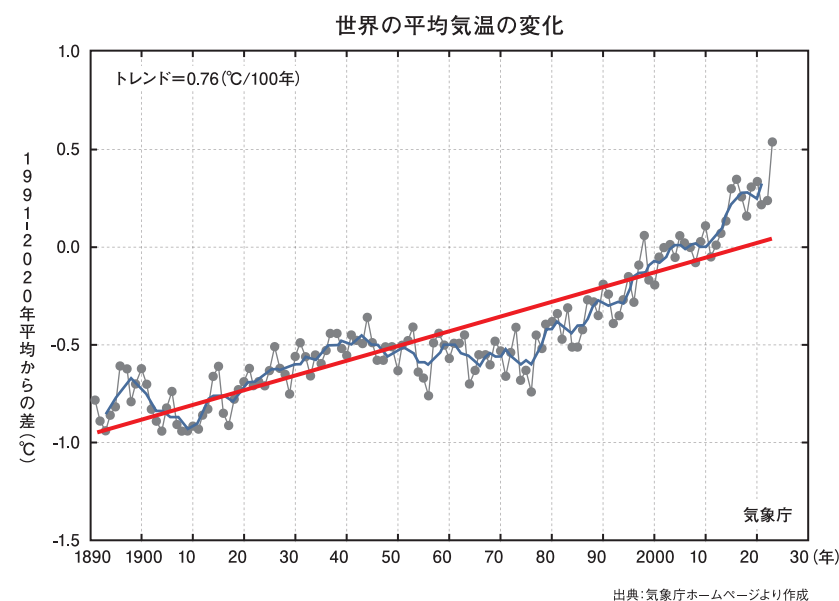
世界の気温が上がっていることがニュースになっているね。
気温が上がるとどうなるのかな？何が原因なんだろう？



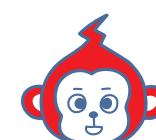
「地球温暖化」は世界的な課題。
海面上昇や異常気象の原因になると言われています。

A.

世界の平均気温は、100年あたり約
0.76℃のペースで上昇しています。
これが「地球温暖化」です。
このまま気温が上昇し続けると、気
候やわたしたちの暮らしに、さまざ
まな影響が出るとされています。



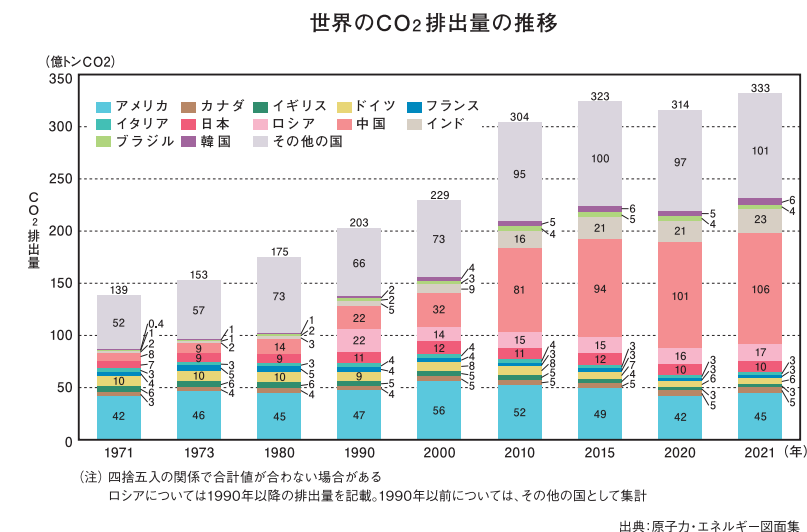
たしかに日本でも、
各地で最高気温を
更新したり、猛暑
日が増えたりして
るなあ。



地球温暖化を引き起こす原因のひとつが二酸化炭素(CO₂)。
その排出量は年々増加しています。

A.

世界の年間CO₂排出量は、およそ50
年前と比べて2倍以上に増えていま
す。これは、中国やインドなど経済成
長が続くアジア地域での増加による
ものです。



日本は、世界で
5番目に多い
CO₂排出国だ。

地球温暖化の影響

海面が上昇し、陸地が減る

陸地の氷や氷河がとけ、海
水が増えます。その影響で
海面が上昇。低い土地が水
没し、陸地が減ってしまいま
す。



異常気象が増える

大雨が増え、土砂災害や水害の頻
度が高まっています。反対に渇水
や干ばつが深刻化しているところ
も。農作物への被害が出て食べ物
が不足する心配があります。



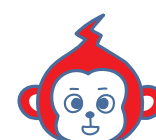
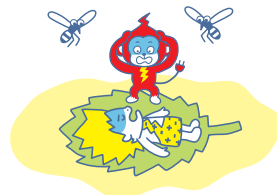
生態系が変わる

動植物がいまの場所では
生息できなくなり、生態系
が変化してしまいます。



病気が広がる

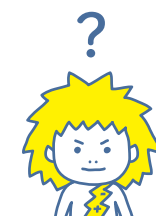
熱帯に多いマラリアやデン
グ熱などの感染症が広がる
リスクが高まります。



CO₂は人々の
活動によって
発生します。

A.

どうしてCO₂の量は増えたのでしょうか。
CO₂はものを燃やすと発生します。
人類は、18世紀の産業革命以降、石油や石炭
といった化石燃料を大量に使って暮らしを豊か
にしてきました。工業製品の生産、自動車や
航空機等の利用などによって、排出される
CO₂の量は大きく増加したのです。



石油や石炭を燃やすとCO₂
が発生…というと、発電する
ときにもCO₂が発生する
ということなのかな？

教えて デンキキッキー！



地球温暖化ってなに？

地球温暖化の原因となっているのは、大気中で熱を
保つはたらきをする「温室効果ガス」と呼ばれる気体
です。これにはいくつかの種類がありますが、地球温
暖化には、エネルギーを利用する中で発生するCO₂
がもっとも影響していると言われています。

地球温暖化のしくみ

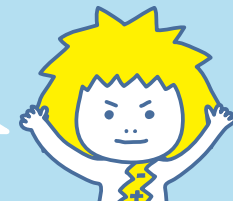




電気をつくるときにもCO₂が発生しているの？



電気は便利で快適な暮らしに欠かせないけれど、発電によってCO₂が発生しているみたい。どんな発電方法でも同じなのかな？



日本で発生するCO₂のうち、約4割が発電によるものです。

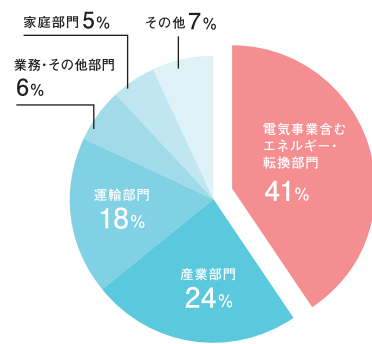
A.

日本で発生するCO₂を産業活動の部門別に見ると、発電による排出量が最も多くの割合を占めていることがわかります。

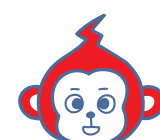


ええっ！発電で約4割も。思ったよりも多いぞ……。

日本の部門別CO₂排出量の割合(2022年度)



出典：環境省・国立環境研究所「2022年度温室効果ガス排出・吸収量(確報値)概要」をもとに作成
※小数点以下を四捨五入しているため合計値が100%にならない場合があります。

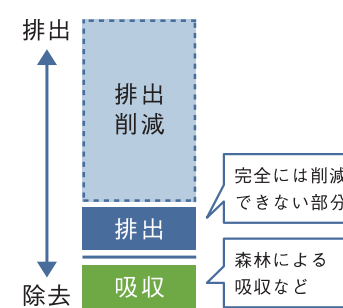


発電時にCO₂を出さない「再生可能エネルギー」への期待が高まっています。

A.

世界の多くの国々が、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出量を削減するための目標を掲げ、取り組みを進めています。

日本も、2050年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにする「カーボンニュートラル」を目指しており、発電時にCO₂を出さない再生可能エネルギーの一層の導入が図られています。



発電方法には、CO₂を出すものと出さないものがあります。

A.

発電方法には、水力、火力、原子力などの種類がありますが、そのうち、石油や石炭、液化天然ガス(LNG)などの化石燃料を燃やして電気をつくる火力発電は、発電時にCO₂を排出します。一方、水力や太陽光、風力など、自然の中に存在し繰り返し使える「再生可能エネルギー」は、発電時にCO₂を排出しません。

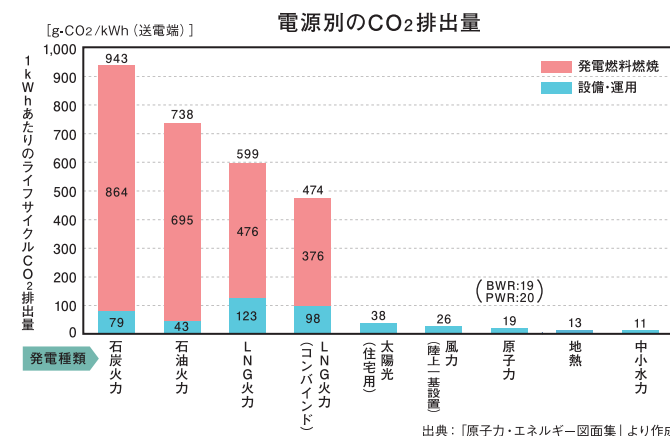
再生可能エネルギーの主な種類
・水力 ・太陽光 ・風力 ・地熱 ・バイオマス



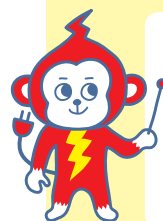
(※) バイオマス: 動植物などから生まれた生物資源



「設備・運用」というのは、発電設備の建設・保守や、燃料を掘り出したりするときにCO₂が出ることを指しているよ。

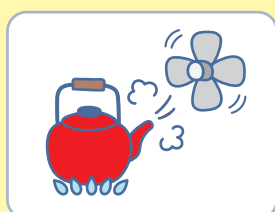


教えて デンキッキー！



発電の基本は「まわしてつくる」

発電にはさまざまな種類がありますが、太陽光発電を除くと「回転運動を発電機に伝えて電気をつくる」というしくみはほぼ共通しています。何を使ってその回転運動を生み出すのかによって種類が異なります。



再生可能エネルギーの導入拡大をめざす四国電力グループ

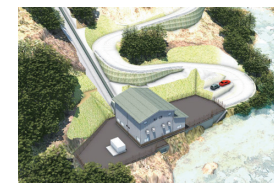
四国電力では、グループ一体となり、国内外で2030年度までに50万kW、2050年度までに200万kWを新規開発する長期目標を掲げ、積極的な取り組みを展開しています。(2023年度末時点で、35万kW開発)

黒藤川発電所の建設

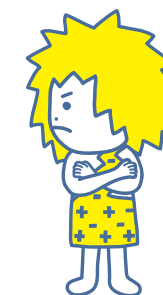
2024年12月の運転開始を目指し、愛媛県久万高原町に新たな水力発電所を建設しています。年間約3,500tのCO₂削減効果を見込んでいます。

海外での再生可能エネルギー事業を推進

南米チリでの太陽光発電事業に参画。2019年9月、9.8万kWの太陽光発電所が運転を開始しました。

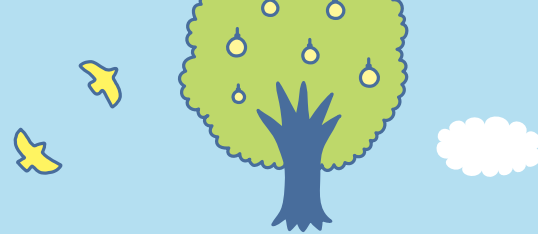


再生可能エネルギーを使えば、発電の時に出るCO₂を減らせるのか！それなら、すべての電気を再生可能エネルギーでつくればいいってこと？

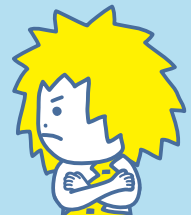




再生可能エネルギーを どんどん増やせばいいの？



「環境にやさしく、繰り返し使える再生可能エネルギー。
日本でも導入が進んでいるんだし、
すべての電気を再生可能エネルギーでつくればいいんじゃない？」



必要な電気を再生可能エネルギーによる発電だけで
まかなうには、いくつかの課題があります。

A.

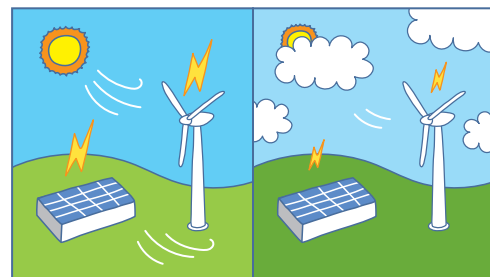
国産でクリーンな再生可能エネルギー。
「主力電源化」に向けて最大限の導入が図られていますが、現時点では
解決が難しい課題もあります。



季節や天候、時間帯などによって発電量が左右され、
不安定な面も。

A.

太陽光と風力発電は、発電量が自然条件に左右されます。
太陽光は夜間や悪天候のときには十分な発電ができず、風力も
風が吹かなければ発電できません。必要な量を必要ときに発電
することが難しいのが問題です。
つくった電気を大量に貯めておく蓄電池の普及が理想的ですが、
エネルギーのロスも大きく、今後の技術開発が不可欠です。



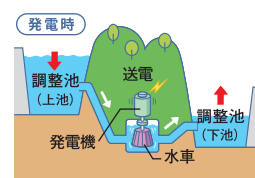
教えて デンキキッキー！

“蓄電池”のような発電所があるの？

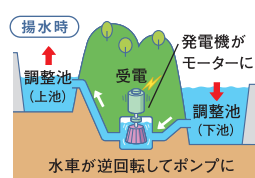


水が高いところから低いところに落ちるときのエネルギーで
水車を回し、その回転を発電機に伝えることで発電する水力
発電。この中には、発電所の上と下に池を作る「揚水式」と呼ば
れる方法があります。
高知県の町にある四国電力の本川発電所では、電気が必要
な時に上の池の水を下の池に流して発電し、電気が余っている
時には、その電気を使って上の池に水をくみ上げています。あた
かも大きな蓄電池のような役割を果たしているといえます。

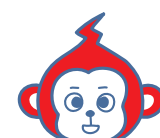
揚水式水力発電のしくみ



電気が必要な時、上の池から下の池へ水を流して発電する。



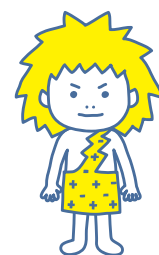
電気が余った時、その電気を使って、下の池から上の池に水をくみ上げる。



たくさんの電気をつくるには、
広い土地と大規模な設備が必要です。

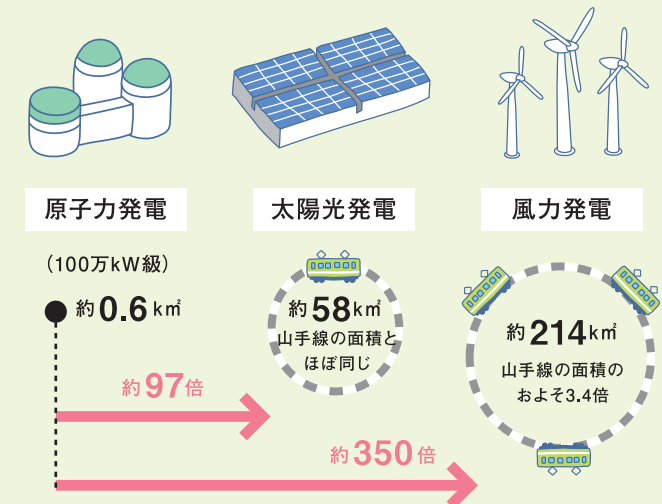
A.

太陽光や風力でたくさんの電気を発電し
ようとすると、広い土地や大規模な設備を用意
しなければなりません。
国内では、これらに適した場所は減少しつ
つあります。また、こうした適地もエリアに偏り
があるため、大都市など電気の消費地とをつ
なぐ送電線の増強も必要となります。

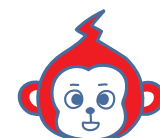


原子力発電と比べ
ると、太陽光発電、風力
発電は相当な広さの
土地が必要になるよ。

原子力発電1年分と同じ発電量を得るために必要な面積



出典: 原発のコストを考える (資源エネルギー庁) をもとに作成



みんなの負担で、再生可能エネルギーが増えています。

A.

国の制度により、皆さんに費用を負担いただくことで、再生可能エネルギーの導入が後押しされています。
その負担額は、法律に基づき国が毎年見直しており、2024年度は電気のご使用量1kWhあたり3.49円となりました。
平均的なご家庭*で毎月907円、年間で10,884円となります。
再生可能エネルギーの導入にあたっては、今後、国民の負担がどうなるのかにも注意が必要です。
※使用量が260kWh/月



再生可能エネルギーには良いところがたくさん
あるけれど、完璧というわけでもないみたい。
ひょっとして、CO₂を排出する火力発電を使い
続けていることと関係があるのかな？





火力発電のいいところを知りたい！



火力発電はCO₂の排出量が多いんだよね？
それでも使い続けるのはどうしてなんだろう。



安定してたくさんの電気をつくることができます。

A.

石油、石炭、天然ガスなどを燃料とする火力発電は、燃料があれば安定して多くの電気をつくることができ、発電量が天候に左右されることもありません。
こうしたことから、現在、火力発電は重要な供給力としての役割を果たしています。

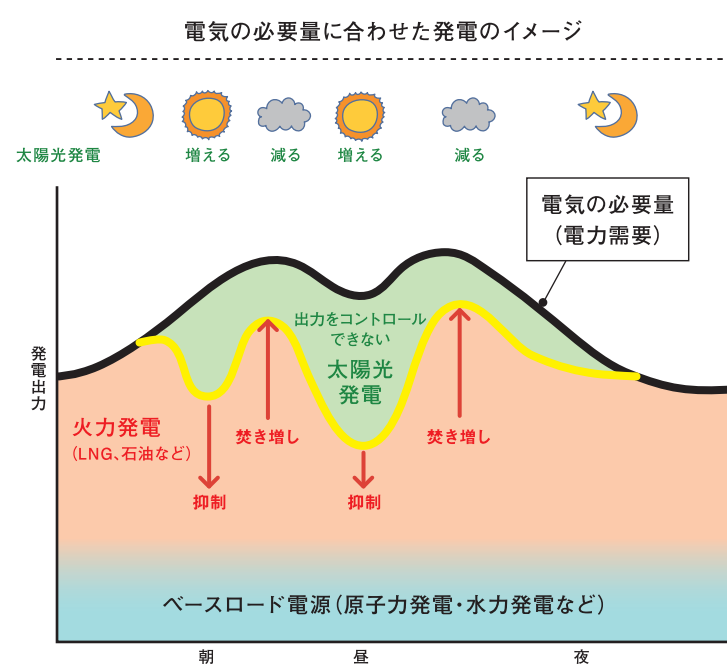
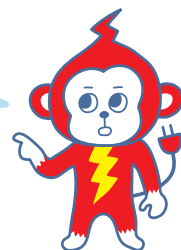


他の発電方法と比べて、発電量の調整がしやすい。

A.

火力発電には、発電量の調整がしやすいという特徴があります。
電気は貯めておくことができないため、必要とされる量にあわせて発電しなければなりません。太陽光や風力などを最大限に活用するためには、これらの発電量が低下した時でも即座に対応できるバックアップ役として火力発電を活用し、全体のバランスをとる必要があります。

いつでも安定的に電気を使えるように、火力発電も支えているということだね。



出典: 再エネの大量導入に向けて (資源エネルギー庁) をもとに作成



CO₂を排出はするけど...環境を守る対策や取り組みも。

A.

四国電力では、坂出發電所 (香川県坂出市) の燃料を石油と比べてCO₂排出量が少ないLNGに転換したほか、石炭を燃料とする西条発電所 (愛媛県西条市) の設備を最新鋭の高効率なものに置き換えました。また、将来的には、水素やアンモニアの活用等により火力発電の脱炭素化を図っていきます。



4基のうち3基の燃料をLNGに切り替えた坂出發電所



設備を高効率なものに置き換えた西条発電所

教えてデンキキー！

CO₂排出量が少ない コンバインドサイクル発電

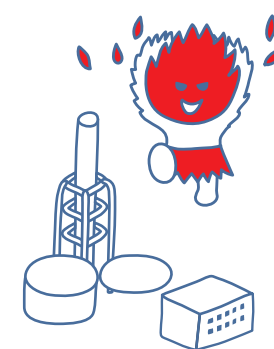
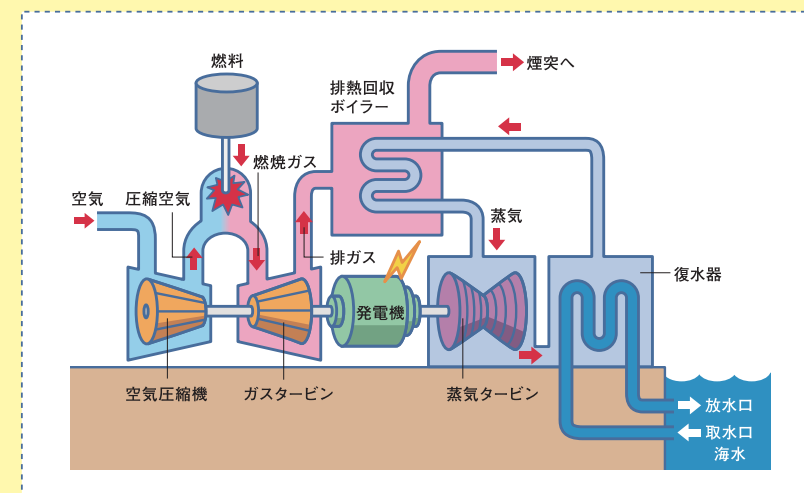


火力発電の主流は、燃料を燃やした熱で蒸気をつくり、羽根車 (タービン) を回して発電する方法 (汽力発電) ですが、燃焼ガスのエネルギーでタービンを回して電気をつくる方法 (ガスタービン発電) もあります。

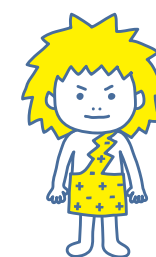
「コンバインドサイクル発電」とは、ガスタービンを回して発電し、タービンを回し終えた高温のガスを使って水を沸騰させ、蒸気タービンを回す発電方法です。

この発電方法をつかうと、同じ量の燃料で通常の方法より多くの電気をつくることができ、CO₂排出量の削減につながる、という利点があります。

坂出發電所1,2号機ではこの発電方法を採用しています。



火力発電にも良いところがあるんだなあ。ところでその燃料はどこから来ているのかな？

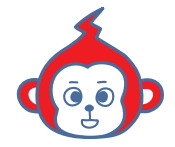
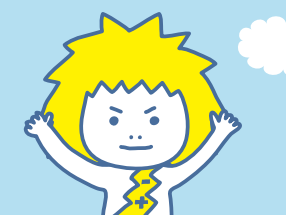




火力発電の燃料は、どこから来ているの？



火力発電の燃料は、石油や石炭、天然ガスなどの資源なんだって。
それらのエネルギー資源って日本にあるの？

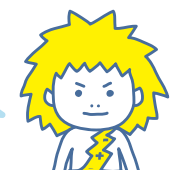


日本はエネルギー資源が少ない国。
およそ9割を海外からの輸入に頼っています。

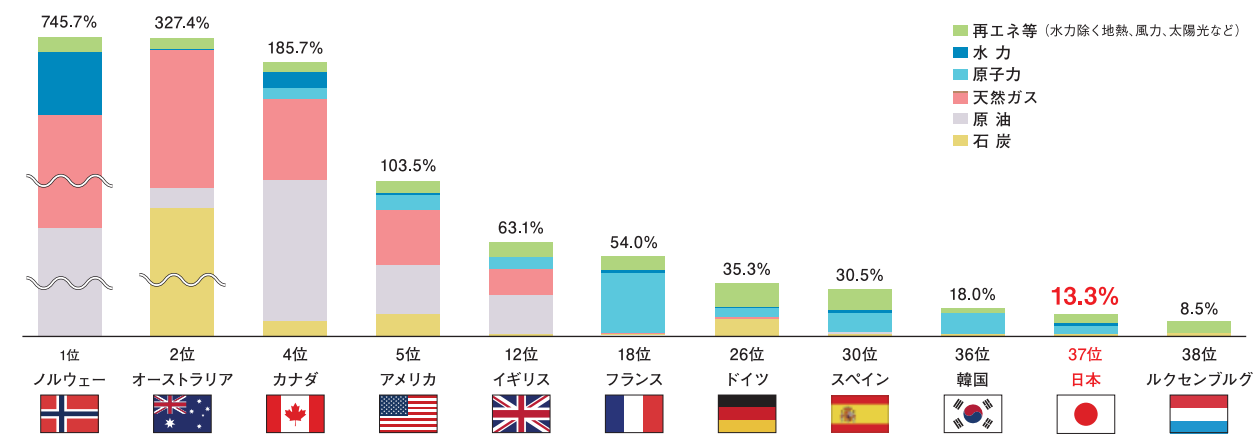
A.

必要なエネルギーを国内で確保できる割合を示す「エネルギー自給率」と呼ばれる指標があります。
日本のエネルギー自給率は13.3%で、これは先進国の中でもとりわけ低い水準です。

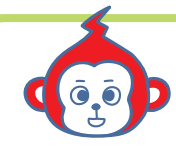
100%を超えている国は、
エネルギー資源を輸出
している、ということだね。



主要国の一次エネルギー自給率比較 (2021年)



出典: 日本のエネルギー 2023 (資源エネルギー庁)



化石燃料には限りがあります。

A.

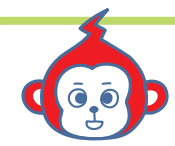
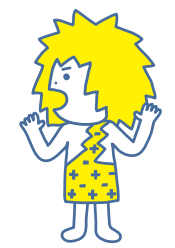
化石燃料は、欲しいときに欲しいだけ使えるわけではありません。
しかも今後、世界の人口が増加するにつれエネルギー需要も増えていくことが予想されており、世界中で資源を奪い合う競争が激しくなるおそれもあるのです。

世界のエネルギー資源確認埋蔵量と可採年数



出典: 原子力・エネルギー図面集より作成

エネルギー資源が手に入らなくなってしまったら…
どうなっちゃうの？

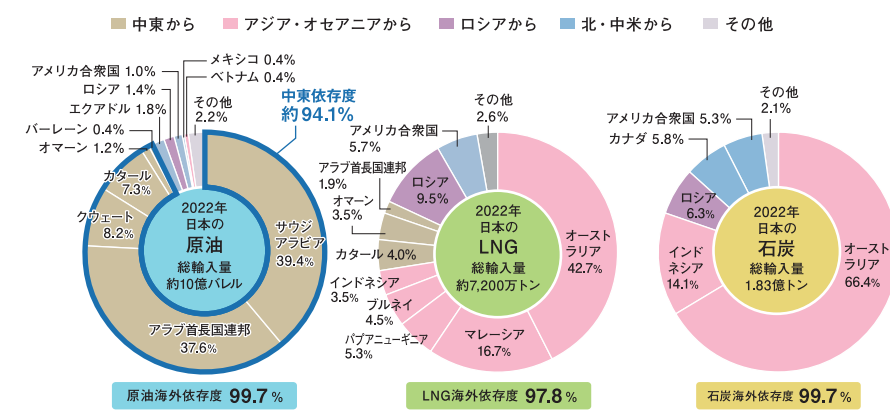


石油の輸入先は情勢が不安定な地域に偏っています。

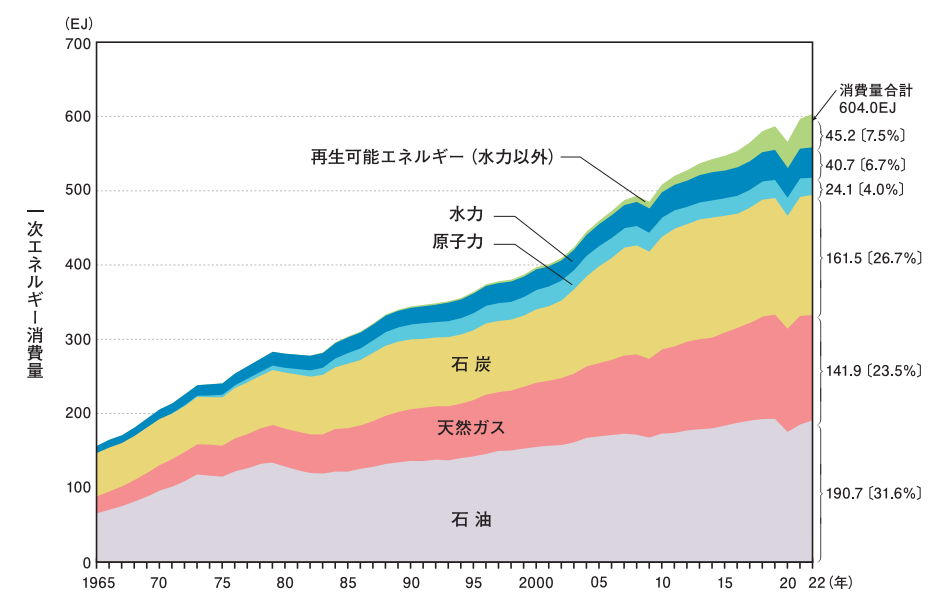
A.

日本は、化石燃料のうち、石油の大部分を中東地域の国々から輸入しています。輸入国や輸入ルート周辺国の情勢が不安定になると、輸入が滞るおそれがあります。
LNGや石炭は、中東地域依存度は低いですが海外からの輸入に頼っています。

日本の化石燃料輸入先 (2022年)

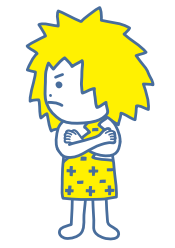


世界の一次エネルギー消費量の推移



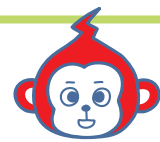
出典: 原子力・エネルギー図面集

なるほど…
じゃあ、原子力発電はどうなんだろう？



原子力発電は本当に必要なの？

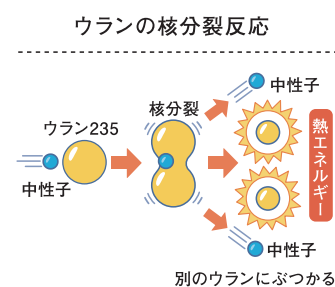
「原子力発電＝危ないもの」ってイメージがあって、何だか怖いなあ…。しくみもよくわからないし。



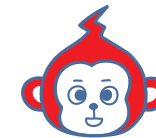
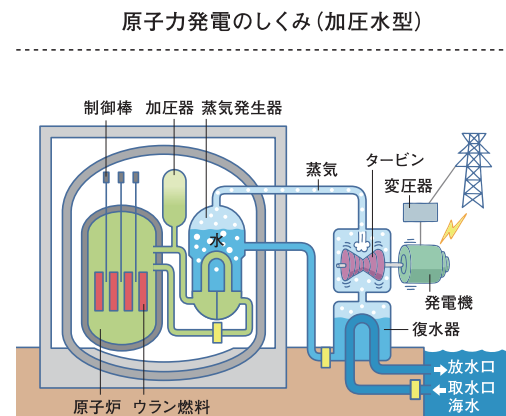
再生可能エネルギーと同じく、発電時にCO₂を出しません。

A.

原子力発電は、ウランが核分裂反応をするときに出す膨大な熱エネルギーを利用して蒸気をつくり、その勢いでタービン・発電機を回転させて電気をつくっています。蒸気のエネルギーを用いるしくみは火力発電と同じです。



ウランを燃やしているわけではないのか。



四国にも原子力発電所があります。何よりも安全を最優先にして運転しています。

A.

発電時にCO₂を排出しない、経済的、という強みがある一方で、原子力発電は放射性物質を取り扱うことになるため、厳しい管理が必要です。四国唯一の原子力発電所である伊方発電所(愛媛県伊方町)では、何重もの設備対策と、従業員の教育訓練を徹底し、四国の電力供給を支えています。



伊方発電所(愛媛県伊方町)

さまざまな安全性向上への取り組み

安全・安定運転の確保

日常の点検や定期検査により、健全性の確認・機能の維持・信頼性の向上に努めています。



運転員・保守員の技術向上

原子力保安研修所(愛媛県松山市)では運転訓練シミュレータを使った訓練や、実物と同等の訓練設備を使った保守訓練などを計画的に実施しています。



新規制基準への適合と自主的な安全対策

福島第一原子力発電所の事故を踏まえた設備面での対策を進めるとともに、さらに安全性を高めるための自主的な安全対策を講じています。

(例) 万一の際、原子炉や使用済燃料プールを冷やし続けるための設備を多様化。

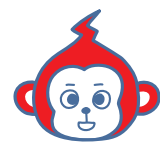


空冷式非常用発電装置



中型ポンプ車

原子力発電はメリットも多いけれど、安全性への注意が必要なのだな。ん？メリットばかりの発電方法が見当たらないな。どうすればいいんだろう？



燃料はウラン。小さくてもパワフルで、使い終わった燃料の95～97%がリサイクルできます。

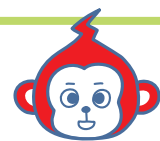
A.

原子力発電の燃料はウランです。ウランは世界各地で採れ、日本は情勢が安定している国から輸入しています。

ウランを高温で焼き固め、直径約8mm、高さ約10mmのペレットをつくります。このペレット1個で一般的な家庭の約半年分の電気をつくることができます。また、長期間使用できること、使い終わった燃料の95～97%がリサイクルできることから、国産エネルギーと同じように扱われています(準国産エネルギー)。



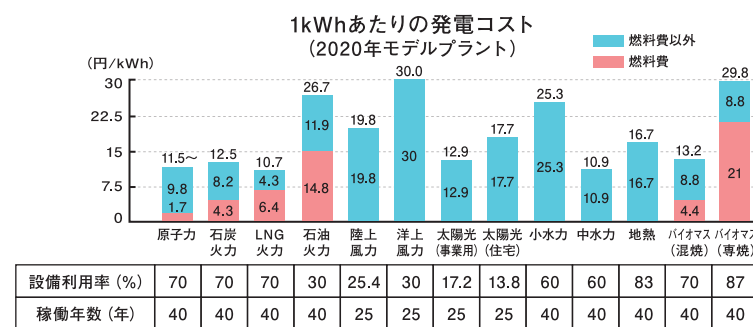
ペレット状のウラン



発電コストに占める燃料費の割合が低く、経済的。

A.

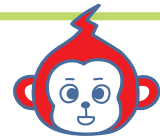
原子力発電は、安全対策にたくさんの費用がかかるのでコストが高いのではというイメージがあるかもしれませんが。実際には、発電コストに占める燃料費の割合が低く、発電所の運営にかかる直接的・間接的なコストを考慮しても、他の発電方法と比べてほとんど変わりありません。



出典:2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)(2021年10月、経済産業省)をもとに作成

結局のところ、 いちばんいい発電方法は？

再生可能エネルギー、火力、原子力。どれを使っても、
「いいところだけ」の発電方法ってないんだね…。

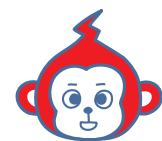


すべての発電方法にメリットとデメリットがあります。

A.

		メリット	デメリット
再生可能 エネルギー	太陽光発電 風力発電	●発電時にCO₂を排出しない ●燃料費がかからない ●資源がなくなる	●季節や天候、時間帯で発電量が左右される
	水力発電		●降雨量など自然条件によって発電量が左右される
火力発電		●安定してたくさんの電気をつくることができる ●発電量の調整がしやすい	●発電時にCO₂を排出する ●燃料のほとんどを輸入
原子力発電		●発電時にCO₂を排出しない ●少ない燃料でたくさんの電気をつくることができる	●放射性物質を取り扱うため、厳しい管理と安全対策が必要

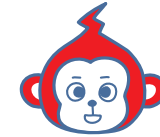
残念ながら、完璧な発電方法はありません。
一つに絞ろうとすると、万一の事態が起きた場合の電力不足など、リスク回避が難しくなります。



発電の「いちばん」はない。
多様な選択肢を確保することが重要です。

A.

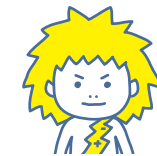
1970年代の2度のオイルショックの経験から、日本ではひとつのエネルギー源に依存するリスクを回避するため、電源の多様化に力を入れてきました。
現状では、再生可能エネルギーだけですべてをまかなうことは難しく、資源に乏しい日本の実情を踏まえると、多様なエネルギー源を組み合わせることが重要です。
発電方法それぞれのメリットを生かして、バランス良く組み合わせることを「エネルギーミックス」といいます。



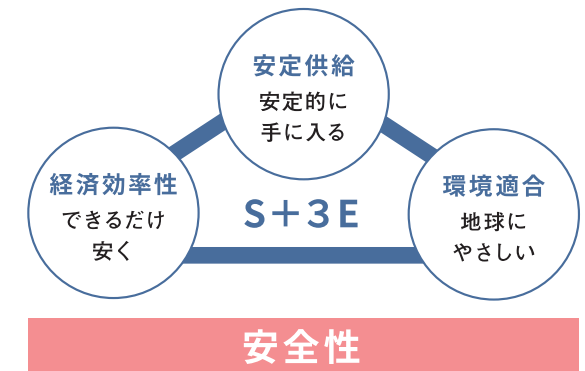
エネルギーミックス実現のために大切な、
「S+3E」の視点がある。

A.

安全性(Safety)を大前提として、安定供給(Energy Security)、経済効率性(Economic Efficiency)、環境適合(Environment)のバランスを考えることが大切です。



それぞれの発電方法の強みを最大限に生かして弱みを補い合うことが重要になってくるね。



教えて デンキキー！

「エネルギー基本計画」って？



国が定めるエネルギー政策の基本方針のことです。2002年に制定された「エネルギー政策基本法」に基づき3年ごとに内容が見直されており、2024年には「第7次エネルギー基本計画」が策定される予定です。
2021年に策定された「第6次エネルギー基本計画」では、「2050年カーボンニュートラル」や2030年度の温室効果ガス46%削減(2013年度比)の実現に向けたエネルギー政策の道筋が示されるとともに、地球温暖化対策を進める中でも、「S+3E」の視点が重要であることが明記されています。

最初は、地球温暖化だけが問題なのかと思っていたけれど、それだけじゃなかったんだね。



エネルギーや電気について考えていかなければならないポイントが見えてきたね。



いかがでしたか。
エネルギーと電気のことを、地球温暖化の問題から紐解いてきました。
これからも電気のある快適な暮らしを続けていくためには、日本が抱えるエネルギー事情や、再生可能エネルギーの大量導入に伴う課題などにも目を向けていく必要があります。
未来のために、どのような選択をしていけば良いのか、これからも一緒に考えていきましょう。

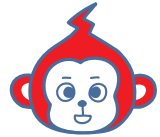
最後に、四国電力グループの責任と役割について紹介します。▶▶▶



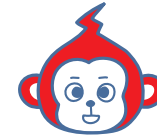
エネルギー事業者としての責任と役割



「四国電力グループの仕事、地域のためにしていること、そして、これからのことを教えて！」



24時間365日、休むことなく電気をつくり、運び、お客さまのもとへお届けすることが使命です。



四国地域の発展のために、未来のために、多様なサービスや取り組みを通じて貢献。

電気をつくる人



定期点検では、タービンの羽根にひび割れがないかなど、人の目で念入りに確認しています。



太陽光パネルやケーブルなどに異常がないか、巡視をしています。

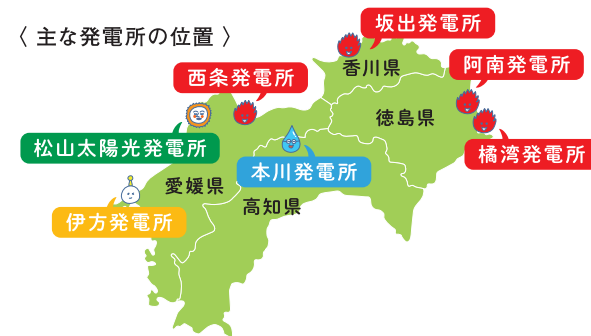
四国電力の発電所

現在、四国電力には計63カ所の発電所があります。

水力発電所	57カ所 (115万5千kW)
火力発電所	4カ所 (328万5千kW)
原子力発電所	1カ所 (89万kW)
太陽光発電所	1カ所 (2千kW)
合計	63カ所 (533万2千kW)

(2024年7月現在)

〈主な発電所の位置〉



電気を運ぶ人

※送配電事業については、2020年4月より四国電力送配電株式会社が担っています。



写真提供: 四国電力送配電株式会社

電気を使う量と発電する量のバランスを保つため、24時間体制でコントロール・監視をしています。



写真提供: 四国電力送配電株式会社

送電線や配電線に異常がないか、保守点検を行っています。

お客さまの課題解決に向けた提案活動



培ってきた技術力を生かし、お客さまのお困りごとを解決するソリューション提案を展開しています。

農業への取り組み



四国電力が出資する農業法人 Aitosa (高知県) では、シシトウの生産を通じて、スマート農業技術の開発・実用化と、最適栽培技術の確立に取り組んでいます。

エネルギー教育支援活動



子どもたちにエネルギーや電気、環境問題に関心を持ってもらえるよう、地域に根差したエネルギー教育支援に積極的に取り組んでいます。Webコンテンツのほか、出前エネルギー授業や施設見学会(オンライン含む)などを実施しています。

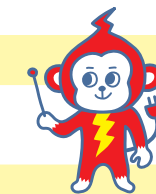
四国電力グループは、ESG (環境・社会・ガバナンス) やSDGs (持続可能な開発目標) の観点も踏まえ、持続的な価値創造とより良い社会の形成を目指し、事業活動と連動性の高い取り組みを進めています。

持続的な価値創造に向けた重点課題

Environment (環境)	Social (社会)	Governance (ガバナンス)
気候変動対策の推進 環境保全活動の推進	地域共生活動の推進 取引先とのパートナーシップの維持・向上 従業員活力の維持・向上	開かれた経営の実践 コンプライアンスの推進

教えて デンキキー！

SDGsってなに？



SDGsとは持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals) のことで、2015年に国連サミットで採択された、2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標です。四国電力グループもエネルギー事業者として、SDGs達成に向けた取り組みを進めています。

