

# (資料) 1. 人類とエネルギーの歴史

人類は火の発見により、森林から採取した木を燃やして熱源とし、18世紀後半に起こった産業革命以降は、天然ガス、石炭、石油を使い、20世紀半ばからは、これらに加えウランの核分裂時に発生する熱を原子力発電に利用するようになりました。こうしたエネルギー利用の歴史のなかで、とくに電気の歴史にスポットをあててみると以下のとおりです。

## ▶ 電気の歴史 (注) 太字は電気の歴史の中で節目となる出来事を示す。

- |   |   |
|---|---|
| 1752年…… <b>フランクリンが雷が静電気であることを証明する</b> (アメリカ)                                    | 1911年…… 日本初の電気自動車試作   |
| 1776年…… 平賀源内がエレキテルの復元に成功 (日本)   | 1912年…… 日本初の電気機関車運行 (横川～軽井沢間)                                       |
| 1800年…… <b>ボルタが電気を発明する [電気の始まり]</b> (イタリア)                                      | 1925年…… ラジオ放送始まる (NHK)  |
| 1831年…… <b>ファラデーが電磁誘導のしくみを解明する</b> (イギリス)                                       | 1934年…… 日本初の揚水式水力発電所が運転開始 (長野)                                      |
| 1832年…… ピクシーが直流発電機を発明 (フランス)  | 1938年…… ハーンなどが原子核分裂を発見 (ドイツ)  |
| 1840年…… アームストロングが水力発電機を発明 (イギリス)  | 1940年…… 日本初の蛍光灯点灯 (法隆寺)   |
| 1873年…… アルテネックが交流発電機を発明 (ドイツ)   | 1942年…… エンリコ・フェルミ(イタリア)がシカゴ大学で世界初の原子炉完成                             |
| // R・ダビットソンが実用電気自動車を開発 (イギリス)   | 1951年…… 9電力会社発足   |
| 1878年…… <b>工部大学校講堂(東京・虎ノ門)で開かれた電信中央局開局祝賀会において、日本で初めてアーク灯が灯される (3月25日=電気記念日)</b> | 1953年…… テレビ放送始まる (NHK)  |
| 1879年…… エジソンが白熱電球の実用化に成功 (アメリカ)   | 1954年…… 世界初の原子力発電所完成 (旧ソ連)<br>// ベル研究所がシリコン太陽電池を発明 (アメリカ)           |
| 1881年…… アメリカで最初の火力発電が始まる (アメリカ)   | 1960年…… カラーテレビ放送始まる   |
| 1882年…… <b>東京の銀座にアーク灯の街灯が点灯</b>   | 1963年…… <b>日本原子力研究所の動力試験炉(茨城県東海村)で日本初の原子力発電に成功 (10月26日=原子力の日)</b>   |
| 1886年…… 初めての電気事業会社(東京電燈)が開業   | 1964年…… 東海道新幹線開通  |
| 1887年…… <b>日本で石炭を使った火力発電が始まる</b> (東京)   | 1966年…… <b>日本で原子力発電が始まる</b> (茨城)<br>// <b>茨城県東海村の原子力発電所が完成</b> (茨城) |
| 1889年…… 大阪電燈会社が交流配電を開始  | 1974年…… 国のサンシャイン計画がスタート   |
| 1891年…… ウェスチングハウス社が水力発電所を完成 (アメリカ)  | 1977年…… 日本初の高速増殖実験炉が稼働(茨城)  |
| // 世界初の風力発電所設立(デンマーク)   | 1987年…… 当時、国内最大の燃料電池発電に成功 (兵庫)                                      |
| 1892年…… <b>日本で最初の水力発電が始まる</b> (京都)  | 1991年…… 世界最大の燃料電池発電装置が完成 (千葉)                                       |
| 1895年…… 日本初の路面電車開通 (京都)   | 1992年…… 日本初の商業用ウラン濃縮工場が完成 (青森)                                      |

(16ページに続く)

# (資料) 1. 人類とエネルギーの歴史

## ▶ 電気の歴史 (注) 太字は電気の歴史の中で節目となる出来事を示す。

- 1999年…… ウラン加工施設(JCO)でわが国初の臨  
界事故発生 (茨城)
- 2000年…… BSデジタル放送始まる
- 2003年…… 東京、名古屋、大阪の3大都市圏で地上  
デジタル放送始まる  
[2011年までにエリア拡大完了]
- 2004年…… 日本原燃(株)六ヶ所再処理工場でウラ  
ン試験開始 (青森)
- 2008年…… 京都議定書第1約束期間本格開始
- 2009年…… 太陽光発電の新たな買取制度開始  
// 九州電力でプルサーマルの営業運  
転開始 (佐賀)
- 2010年…… 電力会社初の大規模太陽光発電所・関  
西電力堺太陽光発電所が営業運転開始  
(大阪)
- 2011年…… 東日本大震災発生に伴う津波により、  
東京電力福島第一原子力発電所の全電  
源喪失 (福島)**
- // 東京電力管内において電力供給力不足  
に伴い計画停電を実施
- // 東北電力・東京電力供給エリアにおい  
て、電気事業法に基づく電力使用制限  
令発動
- 2012年…… 再生可能エネルギーの固定価格買取制  
度開始  
// 国内すべての原子力発電所が稼働停止
- 2013年…… 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
(NEDO)と東京電力が共同で洋上風力  
発電実証研究設備の本格運転を開始  
(銚子沖)
- 2015年…… 九州電力川内原子力発電所1号機が再  
稼働。新規基準に適合した初の号機  
(鹿児島)
- 2016年…… 4月から電力小売り全面自由化開始
- 2018年…… 北海道胆振東部地震により道内全域が  
停電 (北海道)

## (資料) 2. 私たちの暮らしと電気

### ▶ 電気の必要性と停電の社会的影響

電気は、家庭、学校、工場、事務所ビルなど至るところで空気や水のように使われており、私たちの暮らしや産業活動にとって、欠かすことのできない大切なエネルギーです。

しかし、あって当然と思っていた電気が突然停電し、復旧の見通しがたたないような事態が発生すると、現代社会は、まさにパニック状態に陥り、都市機能は完全に麻痺してしまうでしょう。

2003年8月の夕方、ニューヨークを中心にアメリカ、カナダで発生した大停電(広範囲、長時間)は、完全復旧までに丸1日以上かかった大規模なもので、地下鉄やエレベーターに閉じ込められたり、信号機の停止で交通渋滞となったり、帰宅や出勤ができなかったり、治安の問題が生じるなど、約5,000万人の人々が影響を受けました。なお、同様の大停電は、同年の夏にイギリスやイタリアでも発生し、大きな社会問題となりました。

このニューヨーク大停電は、電力流通設備の容量不足、系統運用関係者の判断ミス、広域流通システムの不備などいくつかの原因が複雑に絡みあって生じたといわれています。

### ▶ 停電の少ない設備づくりと保守運用

日本の1軒あたりの年間停電回数と年間停電時間は、右図のとおりで、震災や台風による影響を除くと減少していることが分かります。

《停電を少なくする主な対策の例示》

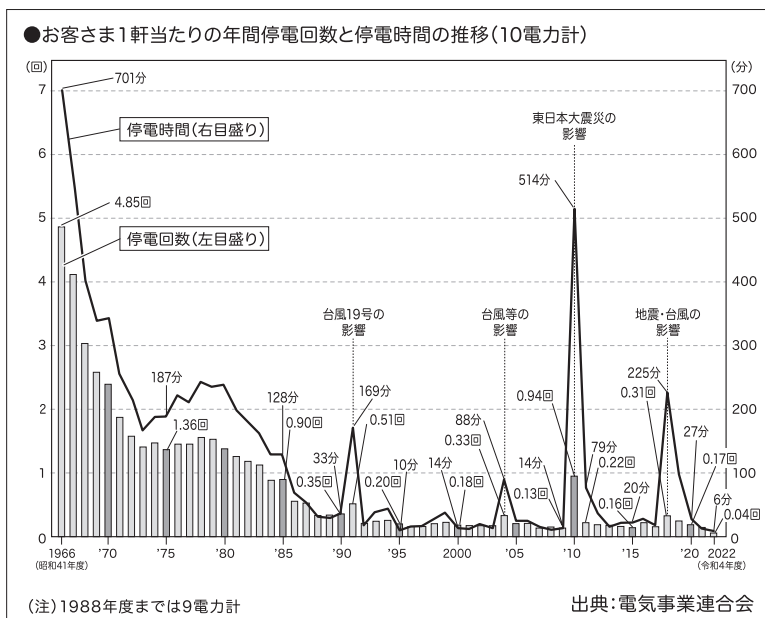
発電所 ~ 効率的な原子力発電をベースに、需要の急激な変動にも即応できる火力発電、揚水式水力発電などを組み合わせた電源のベストミックスの形成など

送電線 ~ 事故時には、当該送電線の負荷を他の線路に瞬時に切り替えられる送電ネットワークの形成、落雷時の電流を地中に流す「架空地線」や、断線を防ぐために送電線についた雪を落ささせる「難着雪リング」の設置など

変電所 ~ 送電線の事故を検知して電流を遮断し、他の送電線に波及させないシステムや高性能避雷器、絶縁強度に優れた機器の設置など

配電線 ~ 事故時には、不良箇所を自動的に遮断し、他の健全な線路に瞬時に送電できる配電ネットワークの形成、雷による断線と碍子の破損を防止する放電クランプや避雷器内蔵機器の設置など

その他 ~ 刻々と変化する総需要に応じて各発電所の出力を集中制御するシステムの構築、全国の電力会社を連係送電線で結び、電気を融通し合う広域運営など



### ▶ 季節と時間で大きく変わる電気の使用量

電気は季節によって使用量が大きく変化します。これは使われる電気機器や使用時間が異なるためです。とくに夏は、エアコンや大型冷蔵庫などがフルに稼働します。一方冬は暖房に灯油やガスなど電気以外の熱源を使う家庭も少なくありません。このように季節によって使う電気機器や使用時間が異なることが影響しています。

また、1日の中でも企業や工場の稼働時間や昼休み時間、さらには気温の変化による冷暖房の使用などで電気の使用量は変化します。

### ▶ 最大電力

電気の使われ方は、季節、昼夜によって大きく変動します。この中で最も多く使われた電力を最大電力といいます。また、1年で最も多く使われた電力を年間最大電力といいます。電気はためることができないので、電力設備はこの最大電力に合わせて作らなければなりません。季節間、昼夜間の格差をなくすることが電力設備を有効に使うための課題です。

## (資料) 3. 発電所から家庭まで

### ▶ 電気を安定供給するために働いている人々の主な取り組み

#### 【火力・原子力発電所】

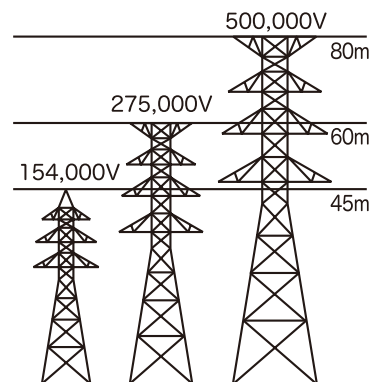
- 火力・原子力発電所では、運転員が施設内をパトロールしたり機械を定期的に分解・点検したりして電気を安定して送るために働いています。原子力発電所では、約1年に1回原子炉を止めて点検や検査を行い、国の検査を受け安全機能が維持できることを確認して運転しています。
- 夜も電気は使われているので、発電所では1日24時間運転しています。夜間も1か所の発電所で常に10～30人が働いています。

#### 【水力発電所】

- 水力発電所では、水は貴重な資源です。その水を無駄にしないため、水力発電所の工事・点検は、渇水時期である秋から冬にかけて集中しています。また、水力発電所は、標高が高いところにあることが多く冬の寒さは厳しく、作業中、手足が寒さでしびれてしまうこともあります。作業も数十日にわたるため現地へは泊まり込みです。

#### 【送電線】

- 非常に高い所での作業になります。鉄塔の高さは普通60m～80mですが、140mを超える(40階建てのビルに相当する)ものもあります。
- 点検は電気を止めて実施しますが、夜間は暗くて作業ができないので昼間に短い時間で作業を行います。
- 送電線の通り道は、道路のないような山奥にも張り巡らされているので、山間部での作業が多くなります。このような送電線の点検は、鉄塔まで近くの道路から山登りをして現地にたどり着いてからの作業となります。
- 冬場は、雪の中で点検をするため、スキーを履いて斜面を上り下りしなくてはならないため大変厳しい作業となります。



#### 【変電所】

- 変電所の機能の維持や事故の未然防止のため、月に数回のパトロールと数年に1回の遮断器の点検を行っています。点検は電気を止めて実施するため電気の使用量の多い平日の昼間は実施できません。このためおもに休日や夜間に集中的に点検を行っています。

#### 【配電線】

- 電気が使える状態で仕事をするため、作業のときは感電しないよう安全防具をきちんとつけて作業をしますが、注意が必要です。最近では電気を止めないで工事(無停電工法)をするような工夫や、事故などに強い設備づくりを進め、その結果停電は大幅に減少しています。

### ▶ 直流と交流

電気の流れには、直流と交流の2種類がありますが、現在私たちのまわりで使われているのは、ほとんど交流です。乾電池は直流を発生するものの一例ですが、このほか電車や通信などに直流が使われています。交流は電気の相互誘導作用の原理を利用したトランスを使って、電圧を簡単に上げたり下げたりすることができるので、一般の家庭はもちろん、大小の工場やビルなど幅広い分野に使われています。

### ▶ 送電・変電・配電

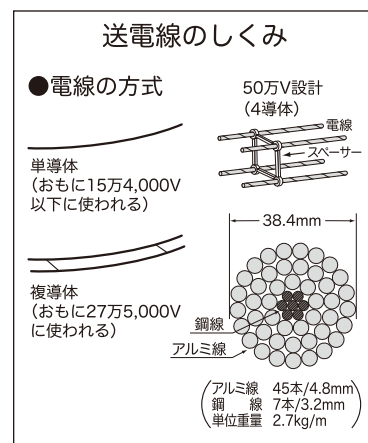
発電所でつくられた電気は、送電線によって家の近くまで高い電圧で運ばれてきます。電気を送る場合、電気の一部は送電線の抵抗などによって熱になり、空中に逃げてしまいます。この送電ロスが電圧が高いほど少ないので27万5,000Vや50万Vという高い電圧で送っています。発電所でつくられた電気は電圧を上げ、家の近くの変電所まで運ばれ、使われ方に応じた電圧に下げられ、届けられます。

この電圧をコントロールするのが変電所です。変電所はこのほか、電気の流れを集中し、分配する役割もあります。変電所は、変圧器(電圧を変換する機器)や遮断器(事故のときに自動的に電気の入り切りを行う装置)、断路器(変圧器や遮断器などを点検するときに電気をとめるスイッチ)などで構成されています。

電圧は、50万V～18万7,000、15万4,000V～11万V、7万7,000V～6万6,000V、6,600V、さらには一般家庭や、小工場、商店などへ届けるために電柱に取りつけられている柱上変圧器によって、200Vあるいは100Vへと、数段階にわたって下げられます。

送電線と鉄塔は碍子で絶縁されていますが、碍子の連結個数は、電圧の違い、碍子の大きさ、海に近い場所かどうかなど、いろいろな条件で変わります。

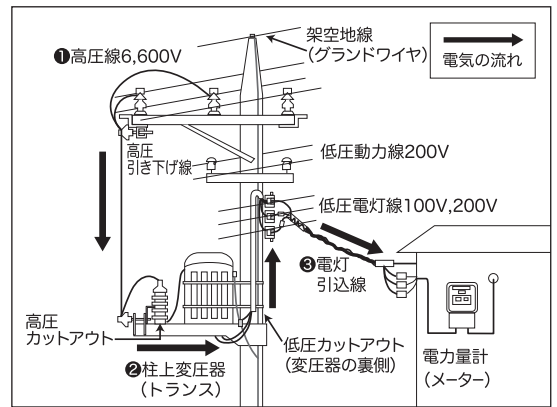
発電所から家まで、電気を送る役目を果たしている送電線、変電所、配電線を、電力の流通設備と呼んでいます。



※送電時の電圧や鉄塔の高さなどは電力会社によって異なります。

## ▶ 配電柱のしくみ

- 架 空 地 線…配電線の避雷針の役目を果たし、雷などによる異常電流から配電線を守ります。
- 高 圧 線…6,600Vでビルや工場などへ電気を送るための配電線です。
- 柱上変圧器…6,600Vの高圧線の電圧を200Vあるいは100Vへ下げる役目をしています。
- 低圧電灯線…200V、100Vでおもに家庭に電気を送るための配電線です。
- 電灯引込線…配電線から分かれて各家庭と直接つながっています。

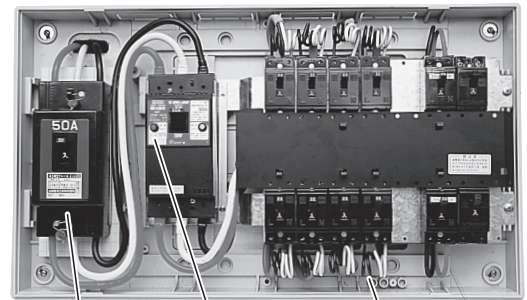


## ▶ 分電盤のしくみ

分電盤は、家庭で使う電気をコントロールする大切な役目を果たします。

- アンペアブレーカー(電力会社との契約用ブレーカー)  
規定容量を超える電気が流れると、自動的にスイッチが切れます。関西、中国、四国、沖縄の各電力会社のサービスエリア内では契約の制度上、取り付けがありません。
- 漏電遮断器  
家の中のどこかで漏電があると、この装置が働いて瞬時に電気を止めます。
- 安全ブレーカー(配線用遮断器)  
1つの回路に1つの配線用遮断器がついています。回路にブレーカー容量を超える電気が流れたり、回路に故障が起きて大きな電気が流れると、この遮断器が働いて、その回路に流れる電気を止めます。

### ■ 分電盤のカバーを開けたところ



アンペアブレーカー 漏電遮断器 安全ブレーカー (配線用遮断器)

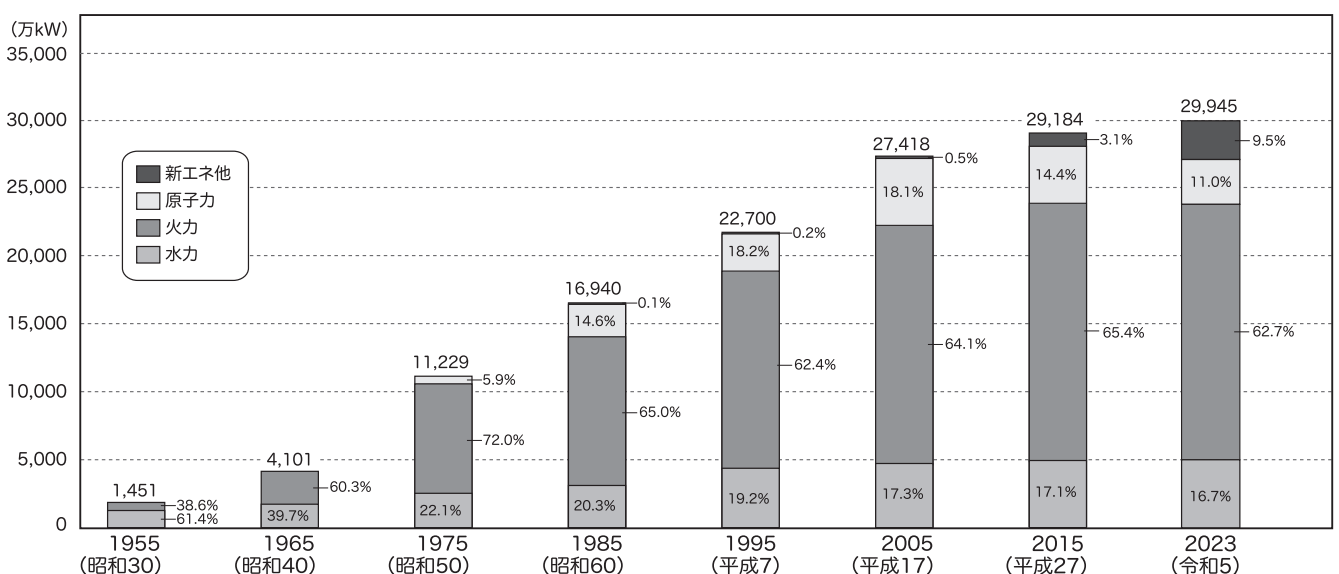
## ▶ 東日本、西日本のHz(ヘルツ)のちがい

日本には発電機が明治時代に輸入されました。当初、関東にはドイツから50Hzの発電機が、関西にはアメリカから60Hzの発電機が輸入されたことから、東日本と西日本とで異なる周波数(Hz)となり今日に至っています。電気製品には周波数が異なると使えないものと、どちらでも使えるものがあります。50/60Hzの表示がある電気製品は全国どの地域でも使えます。50Hzあるいは60Hzと表示してあるものは、部品の交換が必要です(おもにモーターを使っている電気製品類)。

周波数の違う電気製品をそのまま使うと正常に働かないばかりか故障してしまうこともあります。ただし電熱・電波関係の電気製品は周波数が異なっても影響しません。

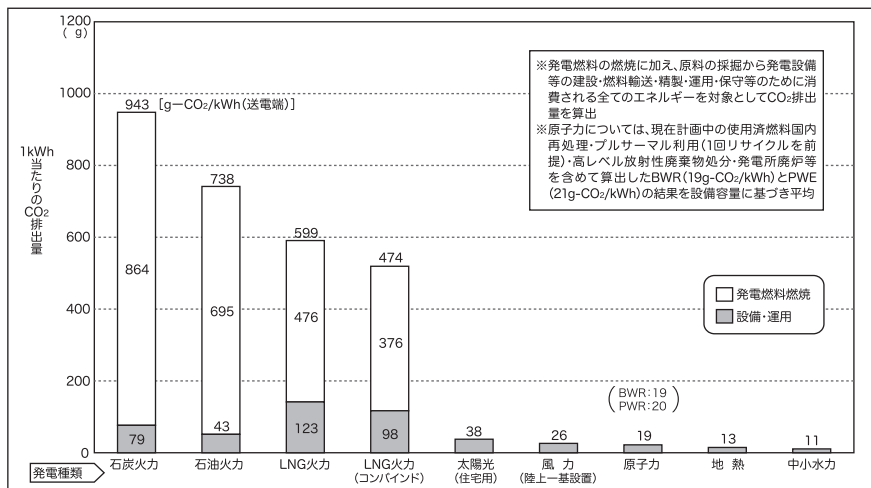
## (資料) 4. 発電所の種類としくみ

### ▶ 発電方式別の最大出力構成比(自家用を含む)



出典:電気事業便覧(2023年版)

## ▶ 発電方式別二酸化炭素排出量



出典：(一財)電力中央研究所「日本における発電技術のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量総合評価(2016.7)」より作成

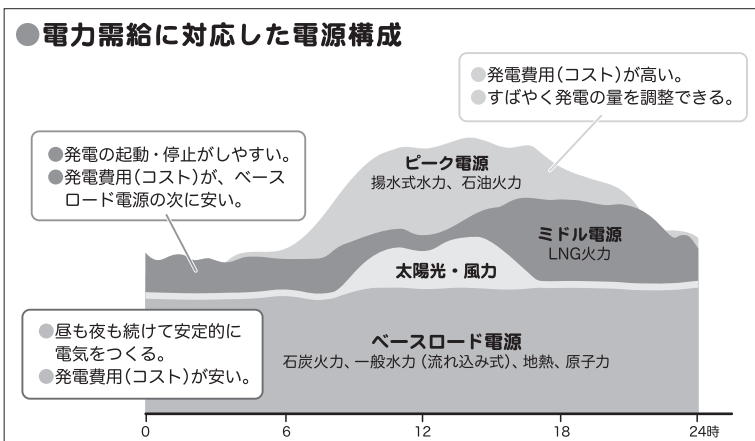
火力発電は石炭・石油・天然ガスなどの化石燃料を燃やし、その熱エネルギーを利用して発電を行っているため、発電の過程でCO<sub>2</sub>を排出します。

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CO<sub>2</sub>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。

## (資料) 5. 電気をつくる資源

### ▶ 発電方式の組み合わせ

エネルギー資源の乏しい日本では、一つの電源に偏らない、電源の多様化を図ってきました。これからも電力需要に応じて、電力を安定的に届けるため、火力、原子力、再生可能エネルギー(水力、太陽光、風力など)などの電源をバランスよく組み合わせていく必要があります。



出典：「FEPC INFOBASE 2023」電気事業連合会

揚水式水力	電力供給に余裕のある時に水を汲み上げ、必要時にその水を利用して発電。発電出力の調整が容易で、急激な電力需要の変化に対する即応性に優れている。ピーク時や緊急時対応用の供給力として活用。
石油火力	燃料の運搬・取扱いが石炭・LNGと比べて安易。ピーク対応供給力として活用。
LNG火力	燃料調達に比較的安全性が優れており、発電時のCO <sub>2</sub> 排出量が他の化石燃料より少ない。電力需要の変化に応じた発電調整を行うミドル供給力として活用。
太陽光・風力	温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから重要な純国産エネルギー源だが、発電量が季節や天候などに左右されることから火力発電や揚水発電と組み合わせることで活用。
石炭火力	燃料調達の安定性、経済性に優れており、ベース供給力として活用。
一般水力(流れ込み式)	河川流量をそのまま利用して発電。電力需要への変化に対応できないため、ベース供給力として活用。
地熱	地熱発電は地下熱源から噴出する蒸気を用いて蒸気タービンを駆動させることにより発電するもので、運転中のCO <sub>2</sub> 排出がほとんどない環境負荷の小さい純国産エネルギー。ベース供給力として活用。
原子力	供給安定性、環境特性、経済性に優れた電源であり、ベース供給力として活用。

### ▶ 1次エネルギーの国内供給量と発電用消費量(2023年度速報値)

#### 1. 国内供給量

(単位: PJ)

	石油	石炭	天然ガス	原子力	水力・地熱他	計
輸入	7,271	4,300	3,551	0	128	15,250
輸出	-1,014	-15	0	0	0	-1,029
国内産出	14	15	78	724	2,512	3,343
在庫	-15	0.3	0.4	0	0	-14
国内供給計	6,256	4,301	3,629	724	2,640	17,550
率(%)	35.6	24.5	20.7	4.1	15.0	100.0

#### 2. 発電用消費量

(単位: PJ)

	石油	石炭	天然ガス	原子力	水力・地熱他	計
発電	341	2,746	2,542	724	2,211	8,564
電力化率(%)	5.5	63.8	70	100	83.8	48.8

電力化率(%)は各資源別国内供給量に占める割合 ※1PJ (=10<sup>15</sup>J)は、原油約23,885トンの熱量に相当(PJ:ペタジュール)

## 日本の発電に使われるエネルギー資源の変化(電源別発電量)

億kWh( )は構成比(%)

年度	原子力	石油	石炭	天然ガス	水力	その他	計
1965	0(0)	506(31.0)	431(26.4)	2(0.1)	691(42.4)	0(0)	1,630(100)
1975	251(6.5)	2,482(64.0)	153(3.9)	204(5.3)	785(20.3)	1(0)	3,876(100)
1980	820(16.9)	2,210(45.6)	219(4.5)	747(15.4)	845(17.4)	9(0.2)	4,850(100)
1985	1,590(27.2)	1,592(27.3)	572(9.8)	1,267(21.7)	806(13.8)	13(0.2)	5,840(100)
1990	2,014(27.3)	2,109(28.6)	718(9.7)	1,639(22.2)	881(11.9)	15(0.2)	7,376(100)
1995	2,911(34.0)	1,661(19.4)	1,171(13.7)	1,918(22.4)	854(10.0)	42(0.5)	8,557(100)
2000	3,219(34.3)	1,005(10.7)	1,732(18.4)	2,479(26.4)	904(9.6)	57(0.6)	9,396(100)
2005	3,048(30.8)	1,072(10.8)	2,529(25.6)	2,339(23.7)	813(8.2)	88(0.9)	9,889(100)
2010	2,882(28.6)	753(7.5)	2,511(25.0)	2,945(29.3)	858(8.5)	115(1.1)	10,064(100)
2013	93(1.0)	1,398(14.9)	2,845(30.3)	4,057(43.2)	800(8.5)	204(2.2)	9,397(100)
2014	0(0)	963(10.6)	2,824(31.0)	4,200(46.2)	818(9.0)	295(3.2)	9,101(100)
2015	94(1.1)	799(9.0)	2,797(31.6)	3,893(44.0)	853(9.6)	414(4.7)	8,850(100)
2020	370(3.9)	816(8.6)	2,791(29.6)	3,553(37.6)	873(9.2)	1,035(11.0)	9,438(100)
2022	535(5.6)	1,060(11.0)	2,861(29.8)	3,031(31.6)	881(9.2)	1,229(12.8)	9,599(100)

※石油にLPG他を含む

日本の発電は、水力発電が中心でしたが、豊富で安い石油が出現し、1970～75年は、石油による火力発電が60%以上を占めていました。しかし、オイルショック(1973年、1979年)を契機に、石油に代わって原子力、石炭、天然ガス(LNG)などの導入が進みました。

2011年3月に発生した東日本大震災の影響により原子力発電所が順次運転を停止したため、石油や天然ガスでまかなうとともに、環境にやさしい太陽光発電などの再生可能エネルギーによる発電が増えています。

## (資料)6. 主なエネルギー資源の輸入先

日本のエネルギー資源は乏しく、大部分を諸外国からの輸入に依存しています。特に、石油・石炭・天然ガス(LNG)などの化石燃料は、そのほとんどを輸入に頼っており、太陽光や風力、地熱、水力などの国産エネルギーは増加傾向にあるものの、日本のエネルギー自給率は2021年で13.4%にとどまっています。

1973年のオイルショック以降、エネルギー資源の輸入にあたっては、燃料の多様化をはかり、脱石油化を進めるとともに、安定して輸入するため輸入先を分散するなどの努力をしています。

しかし、現在でも全エネルギーの約36%を石油に依存しており、その約92%を中東地域から輸入しているなど、他の先進諸国と比べて脆弱なエネルギー供給構造となっています。国産エネルギーを増やしたり、限られた資源を有効に使ったりすることは、日本にとって重要な課題といえます。

## 日本の石油・石炭・LNG(液化天然ガス)・ウランの輸入先

### ○石油(2022年度) (単位:万kL・%)

国名	数量	構成比	
		数量	構成比
中東	サウジアラビア	6,139	39.2
	アラブ首長国連邦	6,031	38.5
	クウェート	1,337	8.5
	カタール	1,018	6.5
	イラク	-	-
	イラン	-	-
	その他	381	2.4
	小計	14,906	95.2
他	アメリカ	229	1.5
	東南アジア	112	0.7
	ロシア	62	0.4
	アフリカ	17	0.1
	その他	330	2.1
	小計	750	4.8
合計	15,656	100.0	

出典:経済産業省「資源・エネルギー統計年報」

### ○石炭(2022年度) (単位:万t・%)

国名	数量	構成比	
		数量	構成比
オーストラリア	11,898	66.0	
インドネシア	2,667	14.8	
カナダ	1,125	6.2	
アメリカ	1,019	5.6	
ロシア	875	4.9	
中国	36	0.2	
その他	415	2.3	
合計	18,034	100.0	

出典:財務省「日本貿易統計」

### ○ウラン(2014年) (単位:s.t.※)

国名	数量
カナダ	約451,000
イギリス	
南アフリカ	
オーストラリア	
フランス	
アメリカ	
その他	

※s.t.=ショート・トン(米トン)、1ショート・トンは2000ポンド(約907.2キログラム)  
出典:「原子力ポケットブック2015」

### ○LNG(2022年度) (単位:万t・%)

国名	数量	構成比	
		数量	構成比
オーストラリア	3,030	42.9	
マレーシア	1,235	17.5	
ロシア	638	9.0	
アメリカ	399	5.6	
パプアニューギニア	383	5.4	
ブルネイ	311	4.4	
カタール	292	4.1	
インドネシア	260	3.7	
オマーン	246	3.5	
アラブ首長国連邦	96	1.4	
ナイジェリア	85	1.2	
その他	80	1.1	
合計	7,055	100.0	

出典:財務省「日本貿易統計」

## (資料) 7. 期待される新エネルギー

太陽光・風力・地熱や燃料電池による発電は、大気汚染、環境への影響が少ないクリーンなエネルギーです。反面、太陽光・風力発電は天候などに左右され、常に安定した電気を発電することが難しいという面があります。また、現在のところコスト的にみて割高な場合もあり、普及させるためには、さらにコストを下げる研究も必要です。その他、波の力や潮の干・満時の潮流、海水の温度差などを利用する波力・温度差発電などが研究されています。さらに近年、リサイクルエネルギーの1つとして廃棄物発電も注目されています。

### ▶ エネルギーの最適な組み合わせ

天然資源に乏しいわが国は、エネルギーのおよそ85%を海外に依存しています。(2021年度)

また、発展途上国におけるエネルギー需要の増大が予想されることを考えれば、石油代替エネルギーの開発・導入を一層推進し、引き続き石油依存度を低減することが必要です。

さらに、CO<sub>2</sub>をはじめとする温室効果ガスの排出量を最大限抑制するためには、非化石エネルギーによる供給を可能な限り高めることが必要です。

これらの要素を考慮し、各エネルギー源の供給安定性、経済性、環境負荷、導入可能性等について総合的に評価し、火力、水力、原子力、新エネルギーなどをバランスよく組み合わせる必要があります。

### ▶ 新エネルギーのメリット・デメリット

	太陽光発電	風力発電	廃棄物発電	燃料電池発電
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 枯渇する心配がない</li> <li>● 発電時にCO<sub>2</sub>などを出さない</li> <li>● 需要地に近いため送電ロスがない</li> <li>● 需要の多い昼間に発電</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 枯渇する心配がない</li> <li>● 発電時にCO<sub>2</sub>などを出さない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 植物由来のバイオマスは、発電に伴う追加的なCO<sub>2</sub>の発生がないカーボンニュートラルなエネルギー</li> <li>● 新エネルギーの中では連続的に得られる安定電源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 排熱利用を組み合わせれば総合熱効率が高い</li> <li>● 硫黄酸化物は全く発生せず、窒素酸化物もほとんど発生しない</li> <li>● 騒音が少ない</li> <li>● 需要地に自由に設置できる</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>● エネルギー密度(注1)が低く、火力・原子力と同じ電力量を得ようとすると広大な面積が必要</li> <li>● 夜間は発電できず、さらに雨、曇りの日は発電出力が低下し不安定</li> <li>● 設備にかかるコストが高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● エネルギー密度が低く、火力・原子力と同じ電力量を得ようとすると広大な面積が必要</li> <li>● 風向き・風速に時間的・季節的変動があり、発電が不安定</li> <li>● 風車の回転時に騒音が発生</li> <li>● 風況の良い地点が偏在</li> <li>● 設備にかかるコストが高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 発電効率が低い</li> <li>● ダイオキシンの排出抑制対策や焼却灰の減量化などの更なる環境負荷低減が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 化石燃料を用いて水素を作る場合はCO<sub>2</sub>が発生する</li> <li>● 水素を供給するしくみが整っていない</li> <li>● 電池の耐久性とシステムとしての信頼性が低い</li> <li>● 設備にかかるコストが高い</li> </ul>

注1：エネルギー密度：単位面積あたりでどれくらい発電できるかを表す数値  
出典：総合資源エネルギー調査会・新エネルギー部会報告書(2009年8月)他

### ▶ 研究開発中のさまざまな新エネルギー

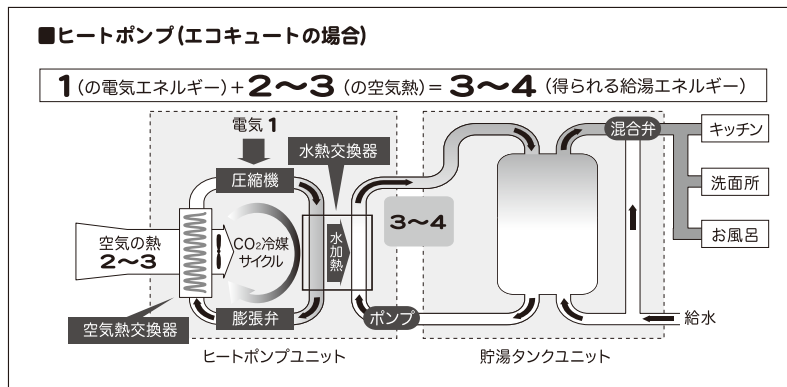
海洋エネルギーの利用	波力発電	押し寄せる波の上下運動で空気タービンを回して発電する方法。他に水平振動を利用する振り子式もある。航路標識ブイの電源として世界で1,000基以上が実用化されている。
	潮汐・潮流発電	潮の干満を利用した水力発電の一種。鳴門海峡や津軽海峡などで研究が進められている。
	海洋温度差発電	海面付近の暖かい海水と、深い所の冷たい海水との「温度の差」を利用して発電する方法。
振動発電		振動により振動面に発生する圧力を圧電素子を用いて電力に変換する発電方法。駅の改札など人通りの多い場所に設置して電力の一部を供給しようとする試みがある。
雪氷熱利用		冬に降り積もった雪や、冷たい外気でつくった氷を貯蔵して、その冷たい熱(冷熱エネルギー)を利用する方法。建物の冷房や農作物の冷蔵に使われている。





## ▶ ヒートポンプとエコキュート

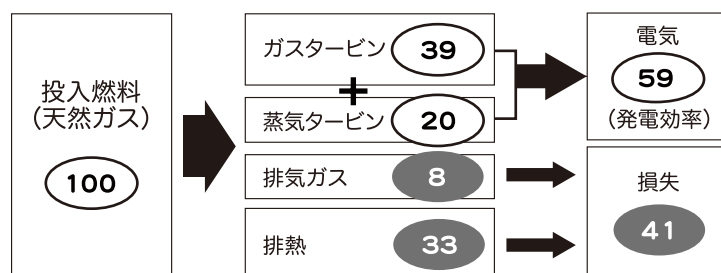
空気の熱を利用する給湯器として、環境対策面(CO<sub>2</sub>の削減)から最近注目されているヒートポンプの原理を使ったエコキュートは、空気の熱を熱交換器で冷媒に集め、これを圧縮機で圧縮してさらに高温にし、この熱を水に伝えてお湯を沸かすシステムです。この技術により、使用した電気エネルギーの3倍以上の熱エネルギーを得ることができ、CO<sub>2</sub>の削減に役立ちます。このヒートポンプの技術はエアコンや冷蔵庫などにも使われています。



## ▶ 世界の最先端を行く日本の火力発電

火力発電所では、投入した燃料の熱エネルギーのうち電気エネルギーに変換される割合(熱効率=発電効率)が高いほど、多くの電気をつくることができます。コンバインドサイクル(CC:Combined Cycle)発電はガスタービン発電と蒸気タービン発電を組み合わせた発電方式で、高温でガスタービンを回し、残った熱を回収して蒸気タービンを回しています。2種類のタービンを組み合わせることで、熱エネルギーをより効率的に利用することができます。

【1,500°C級改良型MACC発電の熱効率】



1,100°C級CC発電では最大約47%に向上。ガスタービンの入口ガス温度を1,300°Cへ高温化した改良型コンバインドサイクル(ACC:Advanced Combined Cycle)発電では、蒸気タービンにおいても蒸気条件を高温・高圧化し、あわせて再熱サイクルを適用することにより、最大約57%に向上。ACC発電システムを基本に、ガスタービンの入口ガス温度をさらに高温化した1,500°C級MACC(More Advanced Combined Cycle)発電は最大約59%、さらに、最新鋭の1,600°C級MACC II 発電は約61%にまで熱効率を高めた高効率・大容量の発電方式です。高温にも耐えられるタービンの開発などのテクノロジーの進化が、高い効率化の実現を可能にしました。

## (資料) 9. 暮らしの省エネルギーと電気的安全

### ▶ これだけ減らせるCO<sub>2</sub>(生徒用冊子21ページの算定方法)

行動	算定条件	計算式	CO <sub>2</sub> 削減量
テレビを見る時間を1日1時間減らす	20インチ液晶テレビ(年間消費電力量15kWhの節約)	15000(Wh)×電気のCO <sub>2</sub> 排出係数 0.351kg-CO <sub>2</sub> /kWh÷365日	1日あたり約14.4g
54Wの白熱電球を電球形蛍光灯やLEDランプに取り替える(年間2000時間使用時)	12Wの電球形蛍光灯に交換(年間消費電力量84kWhの節約)	84000(Wh)×電気のCO <sub>2</sub> 排出係数 0.351kg-CO <sub>2</sub> /kWh÷365日	1日あたり約80.8g
	7.5Wの電球形LEDランプに交換(年間消費電力量93kWhの節約)	93000(Wh)×電気のCO <sub>2</sub> 排出係数 0.351kg-CO <sub>2</sub> /kWh÷365日	1日あたり約89.4g
3kmを自動車ではなく自転車にする	1ℓあたりの燃費を10kmとした場合	ガソリンの消費量(3km÷10=0.3ℓ)×ガソリンのCO <sub>2</sub> 排出係数2.32kg-CO <sub>2</sub> /ℓ	1走行あたり696g
買い物をするときにレジ袋をもらわない	1枚あたりの重さが6gのレジ袋を1日に2枚貰わなかった場合	レジ袋1gを生産・焼却する際に排出されるCO <sub>2</sub> の量(4g*)×6g/枚×2枚 *1年間に生産・消費されるレジ袋の重さ(約15万トン)、レジ袋を生産・焼却する際に排出されるCO <sub>2</sub> (約60.5万トン)。	1日あたり約48g

財省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典2010」、環境省・地球温暖化防止推進センター「身近な地球温暖化対策—家庭でできる10の取り組み」、グリーンコンシューマーになる買い物ガイド(小学館/グリーンコンシューマー全国ネットワーク)をもとに作成。牛乳パック換算本数は、1気圧0°C1モル(22.4L)のCO<sub>2</sub>の重さ44gから容積換算した。