

# (3) 暮らしを支えるエネルギー - Economical Efficiency -

**社会科**

- 地理 …世界の諸地域
- 地理 …日本の地域的特色 (資源・エネルギーと産業)、日本の諸地域
- 歴史 …現代の日本と世界 (日本の経済発展)
- 公民 …私たちと国際社会の諸課題 (地球環境、資源・エネルギー、持続可能な社会)

**その他の教科**

- 理科 …科学技術と人間 (エネルギーと物質)
- 技術分野 …エネルギー変換の技術

**社会科 2 わたしたちの社会とエネルギー**

**(3) 暮らしを支えるエネルギー - Economical Efficiency -**

**◆エネルギー資源の供給と利用形態**

エネルギー資源はさまざまな過程で形を変え、エネルギー源や日用品としてわたしたちの家庭に届けられている。

**◆エネルギー資源の特徴と使われ方**

エネルギー資源	主な特徴 (長所・短所)	使われ方
石油	●増産・貯蔵の状態で液体なので、貯蔵と運搬が容易である ●備蓄ができる ●埋蔵地にかたよりの少ない ●燃焼時に二酸化炭素や窒素酸化物、硫黄酸化物が出る ●価格の変動が大きい	石油を蒸留、精製することでさまざまな油に分離・抽出できるため、火力発電の燃料のほか、自動車や飛行機などの燃料として使用される。また、石油化学製品の原料となり多様な使い道がある。
LPガス	●液体にすると体積が小さくなり運びやすい ●硫黄分などの不純物をほとんど含まない ●備蓄ができる ●埋蔵地にかたよりの少ない ●燃焼時に二酸化炭素や窒素酸化物が出る ●価格の変動が大きい	油田やガス田から出てくるガスを冷却して液化し、LPG (液化石油ガス、Liquefied Petroleum Gas) として輸入される。家庭用のプロパンガス、自動車や工場の燃料、ガスライター、カセットコンロなどに利用されている。
天然ガス (LNG)	●埋蔵地にかたよりの少ない ●液体にする時に、硫黄分や不純物を取り除くことができる ●輸出入基地の建設や特殊な輸送タンカーが必要なのでコストがかかる ●燃焼時に二酸化炭素や窒素酸化物が出る	ガス田で採掘された天然ガスを冷却して液化し、LNG (液化天然ガス、Liquefied Natural Gas) として運ばれてくる。火力発電や都市ガスの燃料として使われている。
石炭	●埋蔵量が世界各地に分散しており、埋蔵量も豊富である ●比較的安価である ●石油やガスに比べ、燃焼時の二酸化炭素や窒素酸化物の排出量が多い	一般炭と原料炭に大別される。一般炭は、発電所やセメント工場などで多く使用され、原料炭は鉄鋼製造用としてコークスを製造するために利用されている。
ウラン	●少ない燃料で大きなエネルギーを得られる ●燃焼時に二酸化炭素を出さない ●他のエネルギー資源に比べ、厳しい安全管理が必要である ●放射性廃棄物が発生する	原子力発電の燃料に使われている。

**色エネルギー資源の利用用途の割合**

2017年度

- 電力: 42.3%
- 化学原料: 24.7%
- 都市ガス: 7.6%
- 自動車: 6.7%
- 化学用原料: 18.5%
- 工業原料: 21.1%
- その他: 6.9%
- 低・バルブ: 3.0%
- 農業・土石炭: 4.9%

**蒸留装置のしくみ**

- 35~180°C: 石油ガス留分 (LPガス) → タクシーの燃料 / ガスコンロの燃料
- 170~250°C: ガソリン・ナフサ留分 (ガソリン・ナフサなど) → 車の燃料 / 石油化学製品の原料
- 240~350°C: 灯油留分 (灯油・ジェット燃料油) → 石油ストーブの燃料 / ジェット機の燃料
- 軽油留分 (軽油) → トラックの燃料
- 残油 (重油) → 船の燃料 / 火力発電所の燃料
- アスファルト → 道路

**トピックス エネルギーの分類**

わたしたちが日常利用している石油や天然ガスなどを単に「エネルギー」と呼ぶ場合があるが、これは「エネルギー資源」の意味である。エネルギー資源は、供給の段階から最終的に消費される段階まで、一次エネルギー、二次エネルギーに分類して表すことができる (37ページ参照)。

## ◆石油

世界で一番消費されているエネルギー資源である。くらしや社会を支える基幹エネルギーとなっている。

発電の燃料や熱源、動力源のほかに、化学製品など工業製品としても利用されるなど、幅広い用途を持ち多様な分野で使われている。

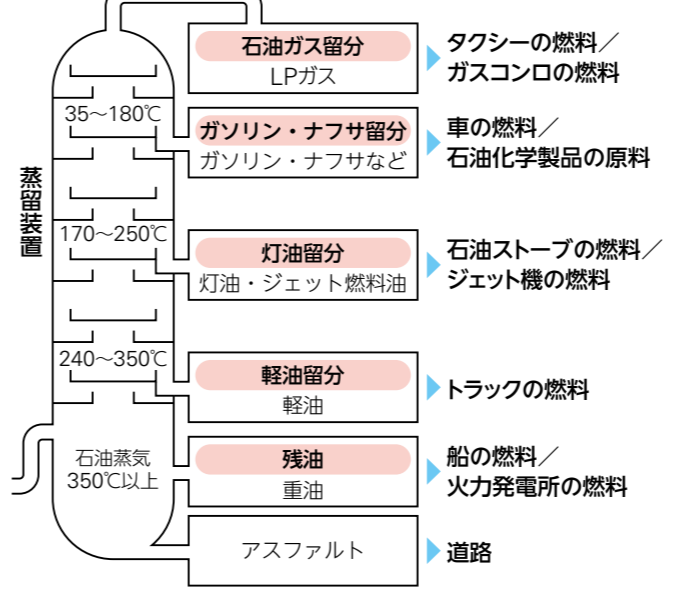
燃焼時に地球温暖化の原因となる二酸化炭素や硫黄酸化物、窒素酸化物を排出する。

## ◆石油の精製

石油は350℃の炉の中で熱せられてガスとなり、蒸留装置へ送られる。送られたガスは軽いものは上へ、重いものは下へと分かれ、そこで冷えて液体へと戻り、それぞれの製品へと分かれていく。

その後、必要に応じて分解や混合などの化学処理が行われ、ガソリンや灯油などの石油製品が製造される。また、硫黄などの不純物もここで取り除く。石油からはさまざまな石油製品が製造されるが、製造することのできる割合は石油の品質により決まっているため、需要に応じて特定の一製品だけを製造することはできない (連産品)。従って、ある一つの製品の生産を調整しようとした場合は、同時に生産される他の製品にも影響を及ぼす。

## 蒸留装置のしくみ



## ◆LPガス

LPガスは主として油田 (石油)、ガス田 (天然ガス) から一緒に出てくるもので、それを分離することで生産される。このためその資源量は天然ガス、石油の埋蔵量に依存する。また、LPガスは過去におい

ては油田、ガス田で焼却などの処分がされていたもので、資源の有効利用を図ったエネルギーでもある。天然ガスなどと同じ化石燃料に分類されており、炭素数の異なるプロパンとブタンがある。

低温、または高圧力で液化するため運搬が容易である。硫黄分がほとんど含まれず、発熱量当たりの二酸化炭素排出量も比較的少ないクリーンなエネルギー資源である。

## ◆天然ガス

石油に比べ資源が世界各地に分布しており、埋蔵量も豊富である。国内でも僅かながら生産しているが、約98%を輸入に頼っている。石油ショック以降、石油に代わるエネルギーとして積極的に導入を進めている。約3分の2は火力発電の燃料、残りの約3分の1は都市ガスの原料として利用されている。

天然ガスは化石燃料の中では熱量が高く、液化する際、硫黄分などの不純物を取り除くことができる。

また、石油や石炭に比べ二酸化炭素の排出が少ないという特徴を持っており、化石燃料の中では比較的クリーンなエネルギー資源である。

## ◆石炭

発電の燃料や熱源として利用されるほかに、鉄鋼生産の原料としても用いられている。世界に広く分布し、埋蔵量も豊富で安価な反面、固体のため輸送は不便である。

石炭は他の化石燃料に比べ発熱量当たりの二酸化炭素、硫黄酸化物、窒素酸化物の排出量が多いという課題を抱えている。現在、石炭をガス化して高効率に燃やすなど、石炭利用に伴う環境負荷を低減する技術 (クリーン・コール・テクノロジー) の開発 (54~55ページ) や国際協力が進められている。

## ◆ウラン

ウランは発電の燃料としてのみ利用されている。天然ウランには核分裂するウラン235が0.7%しか含まれていない。このため原子力発電の燃料には、このウラン235の比率を3~5%まで高めた低濃縮ウランを使用する。

エネルギー密度が高く、少量で発電が可能である上、発電に伴って二酸化炭素や大気汚染物質を出さないという利点がある。核分裂によって放射性物質が生じることから、これを閉じ込めるために徹底した安全管理が要求される。

- 海外から輸入された各エネルギー資源は、直接的・間接的にくらしや産業を支えていることを理解する。
- エネルギー資源には長所と短所があり、特徴に合わせた使い方を理解する。

- 海外から輸入されたエネルギー資源の多くは、主に石油化学コンビナートで一次利用され、さまざまな製品に転換・加工されている。
- それぞれのエネルギー資源は、その特徴に合わせてさまざまな用途に利用されている。

(3) 暮らしを支えるエネルギー - Economical Efficiency -

社会科

- 地理**…日本の地域的特色(資源・エネルギーと産業)、日本の諸地域
- 歴史**…現代の日本と世界(日本の経済発展)
- 公民**…私たちと国際社会の諸課題(地球環境、資源・エネルギー、持続可能な社会)

その他の教科

- 理科**…科学技術と人間(エネルギーと物質)
- 技術分野**…エネルギー変換の技術

動画へGO!

『坂出発電所』バーチャル見学動画 四国電力

社会科 2 わたしたちの社会とエネルギー

日本の諸地域とエネルギー(東日本)

日本は東西南北に長い国で、地域によってエネルギー事情が異なる。自分の住んでいる地域の地形や気候、産業などを思い出しながら地図を見てみよう。



- 社会科**…日本の地域的特色(資源・エネルギーと産業)、日本の諸地域
- 歴史**…現代の日本と世界(日本の経済発展)
- 公民**…私たちと国際社会の諸課題(資源・エネルギー、持続可能な社会)

日本の石油・ガス田 日本は世界有数のエネルギー消費国である。現在、石油、天然ガスのほとんどは世界各国から輸入されているが、わずかながら国内でも産出されている。

【石油】 古くは「日本書紀」の天智天皇七年(668年)七月に越前国(現在の新潟県)より天智天皇に「燃ゆる水(燃水)」が献上されたという記述がある。現在も新潟県や秋田県の新潟県沖などで石油が産出されている。

【ガス田】 日本にはガス体のまま産出されて埋まっている天然ガスと地下水に溶け込んでいる水溶性天然ガスがある。新潟県、千葉県、北海道などで天然ガスの生産をおこなっている。

	国内生産量	国内供給に占める割合
石油	約51万kl	約0.3%
天然ガス	219万t	約2.5%

●風力発電導入量上位10道県(基数順)

道県	設置容量(kW)	設置基数(基)
北海道	358,745	304
青森県	417,463	253
秋田県	370,934	210
鹿児島県	263,005	157
三重県	180,300	106
福島県	183,585	96
静岡県	158,330	92
島根県	178,140	85
長崎県	109,860	78
岩手県	92,380	72

- 学習のねらい**
- 地域によってエネルギーの使われ方が異なることを理解する。
  - 地域によって発電方法に特色があることを理解する。
  - エネルギー資源を輸入に頼る日本だが、わずかながら国内で生産されていることに気づく。
- 学習のポイント**
- それぞれの地域は気候風土、産業などの特徴にあわせてエネルギーを利用している。
  - 火力発電が中心だが、原子力や水力、再生可能エネルギー発電の割合が高い地域もある。
  - かつては国産のエネルギー資源も使われていた。

社会科 2 わたしたちの社会とエネルギー

日本の諸地域とエネルギー(西日本)



世界のエネルギー資源生産国ベスト5(2018年)

[石油]

順位	国名	シェア
1	アメリカ	15.0%
2	サウジアラビア	12.9%
3	ロシア	12.6%
4	カナダ	5.7%
5	イラク	5.1%

[天然ガス]

順位	国名	シェア
1	アメリカ	21.5%
2	ロシア	17.3%
3	イラン	6.2%
4	カナダ	4.8%
5	カタール	4.5%

[石炭]

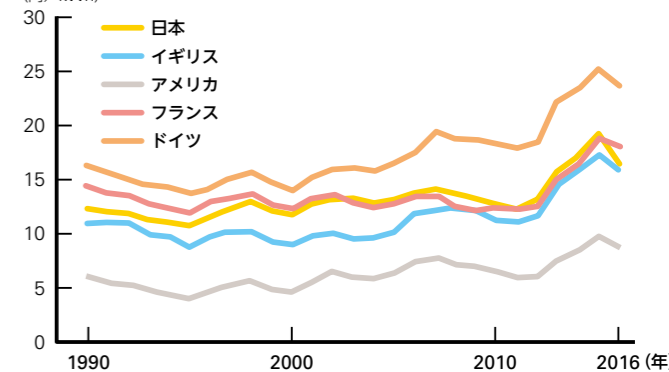
順位	国名	シェア
1	中国	46.7%
2	アメリカ	9.3%
3	インドネシア	8.3%
4	インド	7.9%
5	オーストラリア	7.7%

世界の電気料金事情

2000年以降、世界各国の電気料金は上昇傾向にある。主な理由のひとつは世界的な化石燃料価格の上昇で、特に火力発電比率の高い国ではその影響が大きく、低い国では小さい。また、再生可能エネルギーによる発電比率が上昇している国では、その国のエネルギー政策に基づく租税公課(付加価値税、電力消費税など)の負担増による価格上昇がおきている。

※日本は租税公課ではなく「再生可能エネルギー発電賦課金」として負担することになっている(26~27ページ参照)。

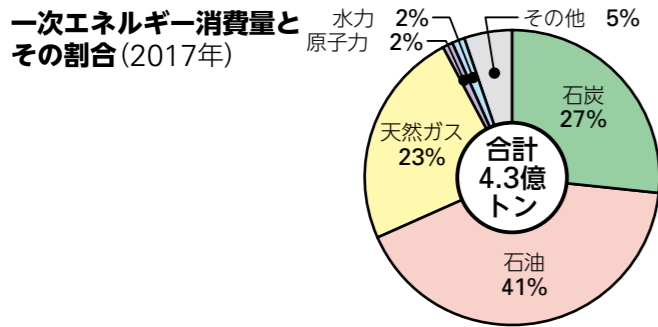
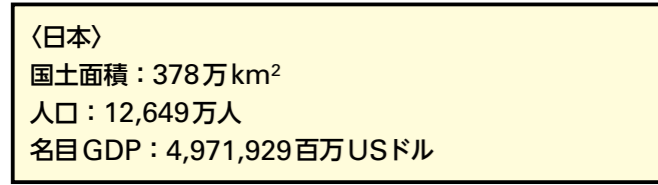
日本と世界の主な国の電気料金の推移



※家庭用・産業用の電気料金加重平均の推移 (出所) IEA Energy Prices and taxes を基に資源エネルギー庁作成

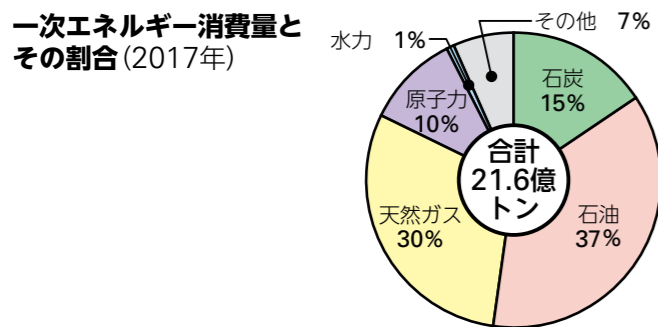
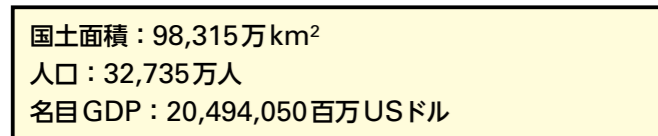
### ◆世界各国と比べた日本

世界各国のエネルギー消費事情は、それぞれの国のエネルギー資源有無、気候や文化、そして経済発展の度合いなどによってさまざまである。そのため、各国のエネルギー事情やエネルギーに対する立場・考え方は異なっている。日本は世界で5番目に一次エネルギー消費量の多い国であるが、国産のエネルギー資源をほとんど持たないことから自給率が低く、エネルギー政策において安定供給が重要課題となっている。



### ◆アメリカのエネルギー事情

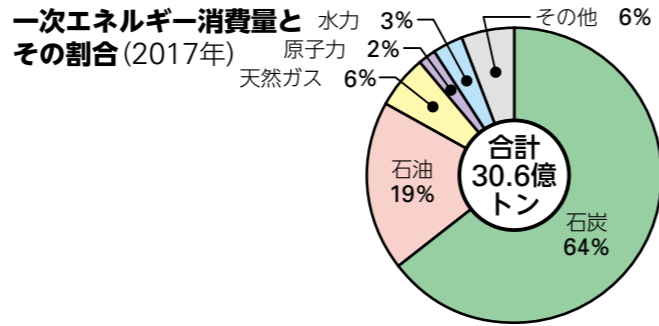
エネルギー消費量、一人当たりのエネルギー消費量ともに世界第2位である。化石燃料の消費割合が8割を超えている。石油、石炭、天然ガスなどのエネルギー資源に恵まれている。近年は、シェールガスやシェールオイルなどの非在来型天然ガス(17ページ参照)の生産が本格化しており、石油、天然ガスともに生産量世界第1位となった。



### ◆中国のエネルギー事情

人口増加と急速な経済発展によってエネルギー消費が急増してきた中国は、現在、エネルギー消費量世界第1位である。このエネルギー消費の6割以上をまかなっているのは石炭である。

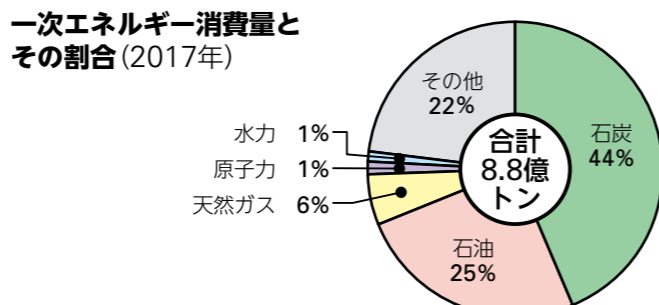
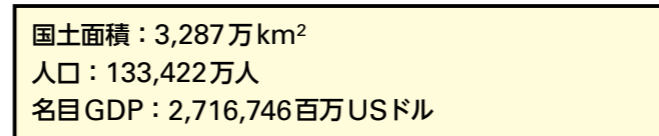
一人当たりのエネルギー消費量はアメリカのおよそ3分の1である。今後、エネルギー資源の輸入量もさらに増加するとみられており、世界中で資源獲得競争が激化する可能性も懸念されている。



### ◆インドのエネルギー事情

約13億人という世界第2位の人口を抱えるインドは、中国、アメリカに次いで世界第3位のエネルギー消費国である。

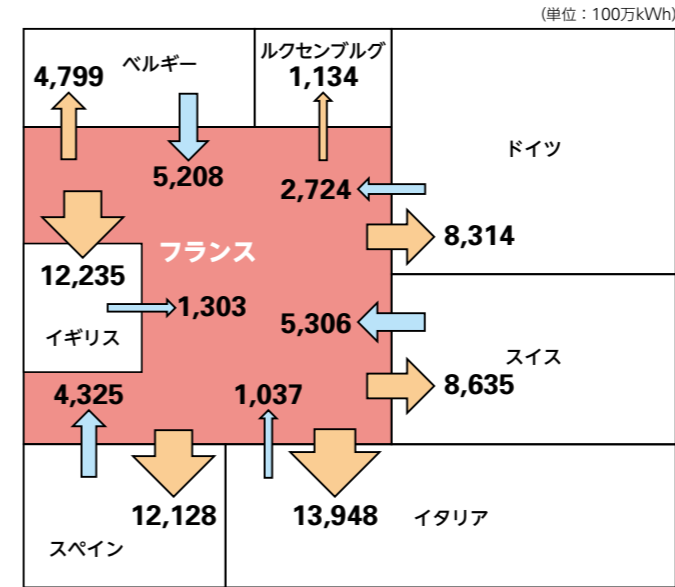
主に産業部門で使われている電力は石炭の割合が40%を超えている。また、薪や藁、牛糞などの非商業エネルギーの利用が多い。電力需要量が供給量を上回る状態が続いており、慢性的な電力不足が問題となっている。2024年には人口14億4000万人となり、中国を追い越すとみられているため、高い経済成長率と相まってエネルギー消費量が増大すると予測されている。



### ◆EUのエネルギー事情

EU諸国は国境を越えて労働力やサービスなどの行き来が活発である。エネルギーも電力送電網や天然ガスのパイプライン網が国境を越えて発達しており、エネルギーの輸出入が盛んである。

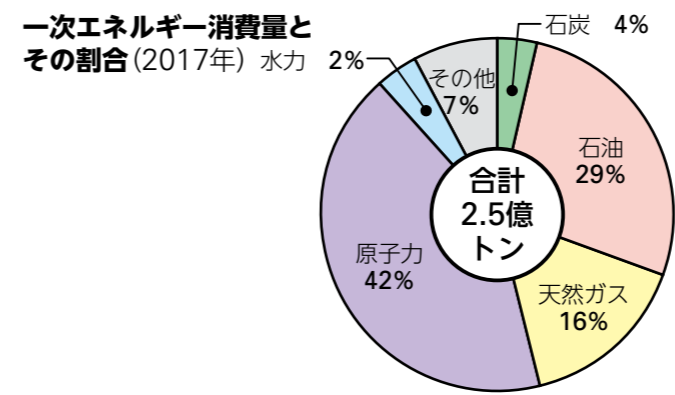
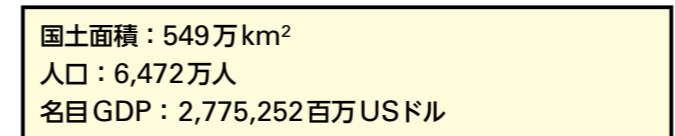
フランスを中心とした電力輸出入の状況(2016年)



### ◆フランスのエネルギー事情

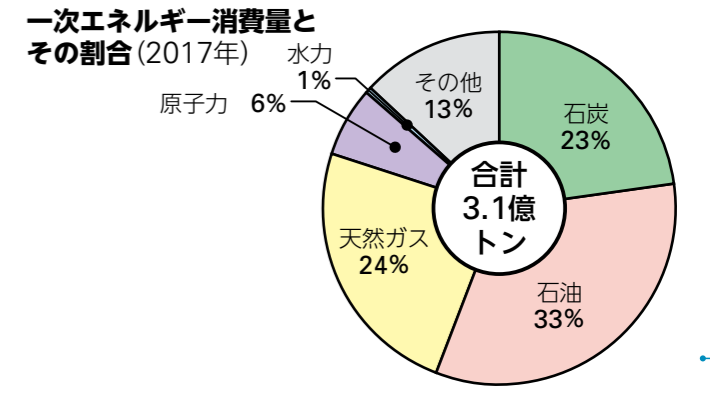
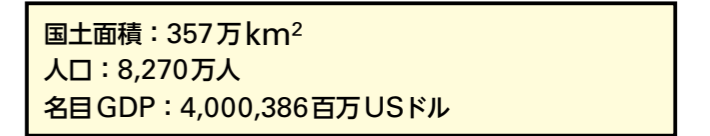
日本と同様に国産のエネルギー資源をほとんど有していないことから、原子力発電の開発に力を入れてきており、58基の原子力発電が稼働(2018年9月末現在※)している。全発電量の約7割を原子力に頼っており、イタリア、ドイツなどの近隣国に電力を輸出している。国民一人当たりのエネルギー消費量は、日本とほぼ同じ。

※(出所) World Nuclear Association HP



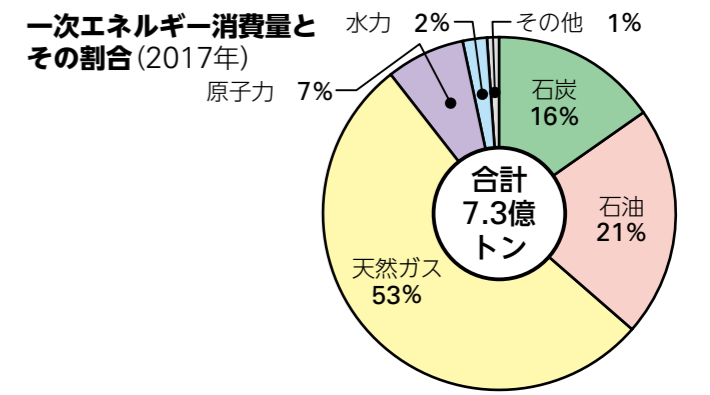
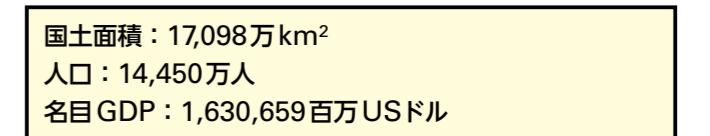
### ◆ドイツのエネルギー事情

ヨーロッパ最大のエネルギー消費国である。かつては国内で産出できる石炭の消費量が多かった。石油ショック以降、原子力利用を推進してきたが、現在は脱原子力政策に転換し、再生可能エネルギーの導入を進めている。特に風力、太陽光発電の開発が進んでいる。



### ◆ロシアのエネルギー事情

日本の45倍という広大な国土をもつロシアは天然ガス(埋蔵量世界1位)、石炭(同2位)、石油(同6位)などエネルギー資源に恵まれており、それらの資源を外交の手段として国が管理している。天然ガスはパイプラインを通じ、主にヨーロッパへ輸出されている。国内での消費は天然ガスが50%を超えている。世界第4位のエネルギー消費国であるが、エネルギー供給に占める発電用エネルギーの割合は低い。



※その他は地熱、太陽光、風力、潮力、可燃性再生可能エネルギー(薪、炭、エタノール、農産物の残り物、動物のふんによる、都市廃棄物などを燃料に利用したエネルギー)など。  
※パーセントは小数点以下を四捨五入しているため、合計しても100にならない場合がある。  
(出所) 国土面積：2016年、人口：IMF(2018年)、名目GDP：IMF(2018年)、一次エネルギー消費量：IEA[ENERGY BALANCES 2019 Edition]

(3) 暮らしを支えるエネルギー - Economical Efficiency -

社会科

- 地理 …日本の地域的特色(資源・エネルギーと産業)、日本の諸地域
- 歴史 …現代の日本と世界(日本の経済発展)
- 公民 …私たちが国際社会の諸課題(地球環境、資源・エネルギー、持続可能な社会)

その他の教科

- 理科 …科学技術と人間(エネルギーと物質)
- 技術分野 …エネルギー変換の技術

動画へGO!

『資源エネルギー庁×鷹の爪「みんなで支える再生可能エネルギー」』資源エネルギー庁

動画へGO!

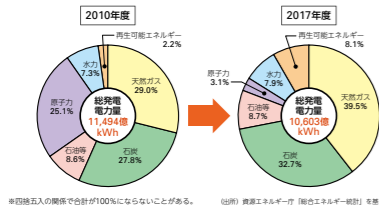
『FIT制度って何だろう?』資源エネルギー庁

社会科 2 わたしたちの社会とエネルギー

◆電気をとりまく環境の変化

震災後、日本の発電用エネルギー資源には大きな変化があった。国内の原子力発電所の多くが停止しているため(2019年3月現在)、代替エネルギーとして化石燃料への依存が高まっている。

●発電用エネルギー資源の変化

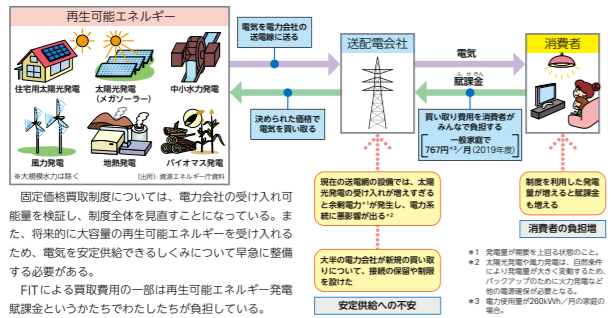


日本の2010年度の発電量の内訳は、原子力、天然ガス、石炭が主力だったが、2017年度は天然ガス、再生可能エネルギー割合が大きく増えている。化石燃料への依存が高まること、燃料コストの上昇による電気代の値上がり、二酸化炭素排出量の増加といった影響もある。再生可能エネルギーは環境負荷が低く、なくなるおそれのないエネルギー資源として今後いっそうの導入が期待されている。

◆再生可能エネルギーの導入をめぐる

国では再生可能エネルギーの普及を進めるため、2012年に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(FIT法)」(2017年の改正により現在は改正FIT法と呼ばれる)を施行した。この法律に基づき「固定価格買取制度」が導入された。これは、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスで発電された電気を、国が定める価格で電気事業者が買い取る制度である。その結果、太陽光発電を中心に設備導入が進んだが、課題も明らかになってきた。

●固定価格買取制度のしくみと問題点



●電気料金の変化とその影響

電気料金は火力発電の燃料である化石燃料価格や為替の変動などに影響される。震災以降は電気料金の値上げが相次いだため、一時期は大幅に上昇した。2014年以降は石油価格の下落などにより料金水準は低くなったが、2017年以降、再び上昇している。2010年度とくらべると2017年度の平均単価は家庭向けで約16%、工場、オフィス等向けで約21%上昇した。

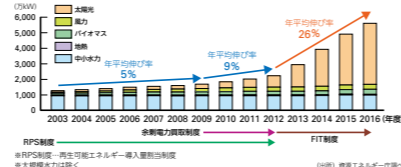
●固定価格買取制度の見直し

将来(2030年)のFITによる買取費用は3兆7000億円~4兆円と想定されている。再生可能エネルギーのコストをできるだけおさえ、一人ひとりの負担を抑制しつつ再生可能エネルギーの普及を図る取り組みが必要と

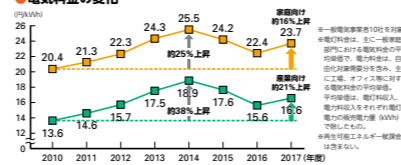
●電気使用量のお知らせ

項目	金額
基本料金	55.50円
使用分料金	10,852.00円
燃料費調整額	10.00円
再生可能エネルギー発電調整額	10.00円
合計	11,027.50円

●再生可能エネルギーによる設備容量の推移



●電気料金の変化



なっている。住宅用太陽光発電については一定の導入が進んでいるため、2019年度より買取価格を家庭用電気料金並みの価格におさえ、一人ひとりの負担を抑制しつつ再生可能エネルギーの普及を図る取り組みが必要と

●持続可能な社会をめざして P11  
○さまざまな発電方法 P38~41  
○電気を安定供給するためのしくみ P48~49

- 東日本大震災以降、日本の発電用エネルギー源が大きく変化した理由を理解する。
- 学習のねらい →再生可能エネルギーは、化石燃料に頼らず環境負荷も少ないエネルギー源だが、大量導入には課題があることを理解する。
- 社会の変化にともない、日本の電気料金が高くなっていることに気づく。

- 学習のポイント →原子力発電の停止により、化石燃料への依存が高くなっている。
- 再生可能エネルギーの大量導入には技術的課題がある。
- 火力発電の割合が高くなったこと、再生可能エネルギーの固定価格買取制度が導入されたことにより、消費者の電気料金の負担が重くなっている。

◆電気を取りまく環境の変化

東日本大震災の影響により、2013年9月以降原子力発電所の停止が続いていたが、2015年8月から川内原子力発電所(鹿児島県)が運転を再開し、2019年3月現在、10基の原子力発電所が再稼働している。

電源として海外からの化石燃料に依存する割合についてみると、震災前(2010年度)は約6割だったものが、2017年度には約8割に増加している。

◆再生可能エネルギーの固定価格買取制度

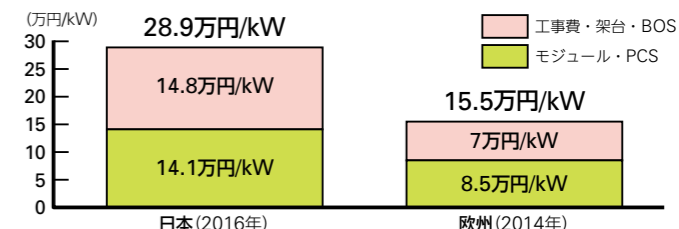
日本ではこれまで、電力会社に対して一定割合の再エネ導入を義務付ける「再生可能エネルギー導入量割当制度(RPS制度)(2002~2012年実施)」や、電力会社に太陽光発電で余った電力を一定の価格で買い取りを義務付ける「余剰電力買取制度(2009~2012年実施)」など、再エネ発電を普及させるためのさまざまな取り組みをおこなってきた。

東日本大震災の翌年、再生可能エネルギーへの期待が高まっていた中で施行された「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(FIT法)」は、再生可能エネルギー導入を拡大させる大きな原動力となった。FIT法に基づき「固定価格買取制度(FIT)」の認定を受けると、余剰電力を国が決めた価格で電力会社に買い取ってもらえるため、多くの事業者が再生可能エネルギー発電に参入したことから、2012年4月以降、新たに運転を開始した設備は約4,148万kW(2018年3月時点)と制度開始前にくらべ約2倍になった。

その一方、再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、賦課金による国民負担の増大や事業用太陽光に偏った導入の拡大など、さまざまな課題が生じている。

こうした課題に対応するため、2017年にFIT法は改正され、FIT認定を受けて一定期間が過ぎても発電を始めない事業者は買取期間が短縮されるなど、事業者に責任をもって発電をおこなうよう促すルールが設けられた。また、再生可能エネルギーによる発電コストが国際水準と比較して高いことから、コスト面でも効率的な再生可能エネルギーの導入を促すため、家庭用電気料金並みの低価格に抑え、大規模な太陽光発電については入札制度を導入し、事業者競争を促すことにしている。

日欧の太陽光発電システム費用比較



※住宅用は除く (出所) 日本はFIT年報データ、欧州はJRC Status Reportより資源エネルギー庁作成

◆再生可能エネルギーの大量導入への課題

再生可能エネルギーが大量に導入された場合、休日など需要の少ない時期に余剰電力が発生したり、天候などの影響で出力が大きく変動したりし、電気の安定供給に問題が生じる可能性がある(49、51ページ参照)。そのため、発電出力の抑制やバックアップとなる火力発電の整備や蓄電池の設置、送電線の整備などの対策が必要になる。

◆FIT買取費用と賦課金の影響

固定価格買取制度(FIT)に基づく再生可能エネルギーの設備導入の増加により、2019年度に電気利用者の負担となる賦課金はkWh当たり2.95円、1か月の電力使用量が260kWhの家庭で年間約9,204円なる。

さまざまな要因による電気料金の上昇は、家計の負担が増加していくことになる。また、電力を大量に消費する産業や中小企業の企業収益を圧迫し、海外への生産移転を招いたり、海外からの対日投資拡大の障害となりかねない。エネルギーミックスが想定する2030年の再エネ買い取り費用は、3兆7000億円から4兆円まで膨らむ可能性がある。再エネのコストをできるだけ低減させ、国民の負担を抑制しつつ、再エネ普及を図る制度の抜本的見直しが検討されている。

FIT買取費用と賦課金の推移

年度	標準家庭の月額負担額	kWh当たりの単価	賦課金合計	買取費用合計
2012年度	57円	0.22円	1,900億円	
2013年度	91円	0.35円	3,300億円	4,800億円
2015年度	410円	1.58円	13,200億円	18,400億円
2017年度	686円	2.64円	21,404億円	27,045億円
2019年度	767円	2.95円	24,290億円	35,883億円
2030年度(予想)				3.7~4兆円

※2030年度の予想はエネルギーミックスが想定するFIT買取費用(出所) 資源エネルギー庁資料