

## 1. 上の図から、国によって電源の使い方に違いがあることがわかります。それぞれの国の特徴を説明してみましょう。

中国では（電気のほとんどを石炭火力発電でつくっている）  
 アメリカでは（いろいろなエネルギーを組み合わせ使っているが、石炭などの火力発電がかなり多い）  
 ロシアでは（天然ガスの火力発電が多く使われている）  
 ドイツでは（中国ほどではないが、石炭火力の割合が多い）  
 フランスでは（電気のほとんどを原子力発電でつくっている）  
 ブラジルでは（電気のほとんどを水力発電でつくっている）  
 日本では（電気のほとんどを火力発電でつくっている）

- ◆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。
- ◆主要国の電源構成は、資源の有無や保有する資源の種類などによって異なっています。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、発電に石炭を使う割合が高くなっています。ロシアは天然ガスの産出量が多いため、その割合が高くなっています。ドイツは褐炭と石炭が豊富にあるため、石炭火力の割合が高くなっています。フランスは石油、石炭、天然ガスなどの資源が乏しいため、原子力を進めています。ブラジルは水力資源に恵まれ、水力発電の割合が高くなっています。
- ◆フランスは、第一次オイルショックを契機に原子力発電の開発を加速し、全電源設備に占める原子力発電の構成比は1980年の23%から2012年は52%に増やしています。
- ◆アメリカは2000年代前半まで石炭火力発電が発電電力量の50%以上を占めていましたが、環境問題や天然ガス火力発電の増加などによって、次第に下がってきています。
- ◆2013年の世界の石炭消費量(褐炭を含む)のうち49%を中国が消費しています。この中国にアメリカ、インド、ドイツ、ロシアを加えた5か国で世界の60%を消費しています。
- ◆水力発電設備が最も多い国は中国で、世界全体の67.7%を占めています(2012年時点)。また、ノルウェーのように、水力の発電構成比が約94%と極めて高いシェアをもつ国もあります(2011年)。

## 2. 日本は、水力以外にはほとんど国産のエネルギー資源がない資源小国です。そのわりに水力が少ない理由を考えてみましょう。

水力発電をするには、大きなダムをつくらなければならない。そのためにはお金がかかる。  
 日本にある大きな川のほとんどに、すでにダムがつくられていて、新たにつくる場所がない。  
 川の水は農業や工場などでも使うので、あまりたくさんダムをつくるわけにはいかない。

- ◆水力発電は、利用面から流れ込み式(水路式)、調整池式、貯水池式、揚水式に分けられ、揚水式以外を特に一般水力と呼んでいます。揚水式は、夜間などに下池の水を上池に揚げ、必要時に放流して発電するため、他とは区別されています。
- ◆水力の開発は戦前から始まり、1960年代には大規模な水力発電所はほぼ開発されました。現在では、水力発電は新規の立地が難しくなっており、伸び率は低い水準にあります。
- ◆2013年度末時点、日本の一般水力発電所は1946あり、新規建設中のものが39となっています。また、未開発地点は2703地点(既開発・工事中の約1.4倍)あり、出力の合計は1206万kW(既開発・工事中の約2分の1)となっています。未開発の平均発電能力(包蔵水力)は4460kWと既開発や工事中の平均出力よりかなり小さいものです。開発地点の小規模化が進んだことに加えて、開発地点が奥地化していることから、発電原価が他の電源と比べ割高となり、開発の大きな障害要因となっています。
- ◆今後は、農業用水などを活用した小水力発電のポテンシャルを活かしていくことが重要で、2012年に導入された「固定価格買取制度」の効果によって、2014年12月時点で4.4万kWが新たに運転を開始しています。

## 3. 中国やアメリカ、ドイツでは、多くの石炭が使われています。これによって起こる環境問題について説明しましょう。

石炭を燃やした時に出てくる二酸化炭素は、地球温暖化の要因になる。  
 また、中国では、PM2.5という物質による大気汚染も大きな問題になっている。

- ◆ドイツでは太陽光などの再生可能エネルギーの導入が進む一方、2011年度以降、温室効果ガスの排出量が増加傾向にあります。

## 4. 国によって、発電に使うエネルギーに違いがある理由は、为什么呢か。

中国やアメリカ、ドイツには石炭がたくさんあり、ロシアには天然ガスがたくさんある。ブラジルには大きな川があって、たくさんの水を使える。このように、それぞれの国内に多くあるエネルギー資源を中心にして発電をしている。  
 フランスは国内にあまりエネルギー資源がないため、原子力を使っている。

### 1. 2011年3月に発生した東日本大震災より以前の日本では、さまざまな電源がバランスよく使われていました。次の文章の( )を埋めましょう。

1970年頃の日本では、電気の8割近くを中東から輸入した(石油)でつくっていました。しかし、中東戦争などによって、その(価格)が大きく上がったため、社会的に大きな混乱が生まれました。これを(オイル)ショックといいます。日本ではその後、(石油)への依存度を下げ、さまざまな(エネルギー資源)を使うことをめざしました。また、産業界では積極的な(省)エネルギーに取り組みました。

- ◆一次エネルギー国内供給に占める石油の割合は、2010年度には39.8%と第一次オイルショック時の1973年度の75.5%から大幅に改善され、その代替として石炭(22.5%)、天然ガス(19.2%)、原子力(11.1%)の割合が増加するなど、エネルギー源の多様化が図られました。
- ◆日本の実質GDPあたりのエネルギー消費は、急速な経済成長を遂げている中国やインドの6分の1程度(2012年度)です。

### 2. 日本の電源の割合が震災前と震災後でどのように変化したか、説明してみましょう。

震災前の2010年度に約3割あった原子力発電が、震災後は大きく減っている。そのかわりに、天然ガスと石油が大きく増えている。石炭はあまり増えていないが、火力発電全体で見ると6割程度だったものが9割近くにまで増えている。

- ◆震災時の東京電力福島第一原子力発電所事故によって、全国の原子力発電所が長期にわたり停止したため、電力会社は電力供給を確保するために、老朽化し停止していた火力発電所も動かしたり、最新の設備に置き換えて発電効率を高めたりしました。そのため、火力発電の割合は、2010年度は約60%であったのが、2013年度には約90%に増えています。これは、第一次オイルショック当時の化石燃料への依存度よりも高くなっています。
- ◆LNGの電源に占める割合は、2010年度の29%から2013年度の43%に増加しています。LNG供給先は、オーストラリア、マレーシア、ロシアなど中東以外の地域が70.2%を占め、中東依存度は29.8%となっています(2013年度)。また、2013年における世界のLNG貿易の36.6%を日本の輸入が占めています。

### 3. 日本では東日本大震災後、貿易収支がマイナスになり、家庭用や産業用の電気料金が上昇しています。これらの理由を考えてみましょう。

火力発電に使う天然ガスと石油の輸入量が増えた。中東などの国へ払う代金も増えたため、貿易収支がマイナスになった。また、火力発電のコストもかかるようになり、電気料金が上昇した。

- ◆日本の総輸入金額に占める原油輸入金額は、オイルショック以降、減少傾向が続き、1986年度以降は概ね10%程度で推移していました。2000年代半ばから、国際的な原油価格の高騰を受けて再上昇し、2008年度には20%近くになりましたが、依然として第二次オイルショック時の半分程度の水準でした。2011年度以降は、原油価格の上昇と原子力発電停止による発電用需要の増加により再び上昇傾向にあり、2013年度は17.5%と3年連続で増加しています。
- ◆原油輸入金額は、2010年度の約9兆4059億円から2014年度には約13兆8734億円へ上昇しています。化石燃料全体の輸入額は、2010年度の約18兆円から2014年度には25兆円へ上昇しています。2014年度の貿易収支は、29.1兆円と大幅な赤字を記録しています。
- ◆原子力発電所の停止分を火力発電の焼き増しで代替することにより、2011年度2.3兆円、2012年度3.1兆円、2013年度3.6兆円の燃料費が増加しています。2014年度の推計は3.4兆円で、国民一人あたり約3万円の負担増となります。
- ◆日本の電気料金は、1994年度から2007年度の間に約2割低下しました。2008年度は歴史的な原油価格の高騰などによって比較的大きい幅で上昇しましたが、2010年度は原油など燃料価格の低下により2007年度の水準に戻りました。2011年度以降は、原子力発電所の稼働率低下にともなう火力発電費などの増大、燃料価格の高騰などにより、再び上昇しています。

### 4. 右側の図は、国が2015年7月に発表した2030年度の電源構成(エネルギーミックス)です。ここから、国がどのような将来を描いているといえますか。

震災後に増えた天然ガスと石油を減らして、火力発電の割合を2010年度と同じくらいまで戻そうとしている。これには、貿易収支を改善したり、電気料金を下げたり、二酸化炭素の排出量を減らすという目的があると考えられる。また、再生可能エネルギーや原子力の割合を増やすのも、二酸化炭素の排出量を減らすためと思われる。

- ◆長期エネルギー需給見通しは、エネルギー政策の基本的視点である、安全性、安定供給、経済効率性、環境適合(S+3E)について達成すべき政策目標を想定したうえで、施策を講じたときに実現されるであろう将来のエネルギー需給構造の見通しであり、あるべき姿を示すものです。
- ◆(1)自給率は震災前をさらに上回る水準(概ね25%程度)まで改善する、(2)電力コストは現状よりも引き下げる、(3)欧米に遜色ない温室効果ガス削減目標を掲げ世界をリードする、という基本方針を同時達成するなかで、徹底した省エネルギー・再生可能エネルギーの導入や火力発電の効率化などを進め、原子力発電への依存度は可能な限り低減させるとしています。

## 1. 地球温暖化の原因になる二酸化炭素は人間の活動によって生まれています。どのような活動が考えられますか。

- 〔 石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料を使った火力発電。石油(ガソリンや軽油)で走る自動車。製鉄所や製紙工場、セメント工場など、化石燃料を使っているいろいろな工場。など 〕
- ◆地球の平均気温は14℃前後ですが、もし大気中に水蒸気や二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガスがなければ、マイナス19℃くらいになります。太陽から地球に降り注ぐ光は地球の大気を素通りして地面を暖め、その地表から放射される熱を温室効果ガスが吸収して大気を暖めているからです。
  - ◆産業活動が活発になり、温室効果ガスが大量に排出されて大気中の濃度が高まり熱の吸収が増えた結果、気温が上昇し始めています。これが地球温暖化です。
  - ◆気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書によれば、温室効果ガス別の地球温暖化への寄与は、二酸化炭素76.7%、メタン14.3%、一酸化二窒素7.9%、フロン類1.1%となっています。つまり、化石燃料の燃焼などによって排出される二酸化炭素が最大の温暖化の原因といえます。
  - ◆二酸化炭素濃度は、産業革命前の1750年の280ppmから2013年には400ppmを超え、40%以上も増加しています。
  - ◆気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書(2014年)では、2100年の平均気温は、温室効果ガスの排出量が最も多い最悪のシナリオの場合、最大4.8℃上昇するとしています。

## 2. 左の図から、なにがいえませんか。

- 〔 火力発電からはたくさんの二酸化炭素が出ているのに対し、原子力や水力、太陽光、風力などの再生可能エネルギーによる発電では二酸化炭素はあまり出てこない。  
火力発電の中でも石炭火力は多く、天然ガスは比較的少ない。 〕
- ◆火力発電は石油や石炭、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するため、発電の過程で二酸化炭素を排出します。一方、ウラン燃料が核分裂したときに発生する熱を利用する原子力発電は、太陽光発電や風力発電と同じように、発電時に二酸化炭素を排出しません。
  - ◆この図では、発電燃料の燃焼に加えて、原料の採掘から発電設備などの建設・燃料輸送・精製・運用・保守などのために消費されるすべてのエネルギーを対象として、二酸化炭素の排出量が試算されています。原子力については、使用済燃料の国内での再処理・プルサーマル利用(1回りサイクルを前提)・高レベル放射性廃棄物の処分なども含めて算出されています。

## 3. 右の図は、上が発電によってどれくらいの二酸化炭素を排出しているか、下が発電に使われている化石燃料以外の電源の比率を表しています。次の文章の( )を埋めましょう。

- フランスは(原子力)、カナダは(水力)、そしてドイツは(原子力)や(新エネルギー・廃棄物)を多く使っているため、二酸化炭素の排出量が少なくなっています。
- 日本や中国の二酸化炭素排出量が多いのは、(化石)燃料を使う(火力)発電が多いからです。
- ◆日本の電力消費量は、1970年代のオイルショックから震災前の2010年度までに、約3.5倍に増加しました。一方、二酸化炭素の排出量は約2倍の増加に抑えられています。原子力発電の導入などにより、使用電力量1kWhあたりの二酸化炭素排出量(使用端CO<sub>2</sub>排出原単位)は、1970年代から約40%低減しています。しかし2011年度は、震災以降に停止した原子力発電に代わり火力発電が増えたことから、排出量・原単位とも2010年度より大幅に増加し、2013年度もさらに増えています。
- ◆原子力発電や水力発電を多く利用する国ほど、発電時に発生する二酸化炭素が少なくなっています。特に、原子力発電の割合が約8割と高いフランスでは、その傾向が顕著に表れています。

## 4. 二酸化炭素の排出量を減らすために、これからの日本では、どのようにエネルギーを使っていくのが良いか、考えてみましょう。

- 〔 火力発電を使うにしても、なるべく二酸化炭素の排出が少ない天然ガスを使うようにする。  
また、二酸化炭素を出さない原子力や水力、太陽光、風力などをうまく組み合わせて使っていく。 〕

### 1. 日本では2012年7月から、再生可能エネルギーでつくった電気を電力会社が一定期間、固定の金額で買い取る「固定価格買取制度」がはじまりました。左の図から、なにがいえませんか。

固定価格買取制度ができてから、再生可能エネルギーの設備容量が急に増えている。  
その増加分は、ほぼすべてが太陽光発電である。

- ◆日本での太陽光発電の導入量は、近年着実に伸びており、2013年度末の累積で1766万kWに達しています。企業による技術開発や、国内で堅調に太陽光発電の導入が進んだことにより、太陽光発電設備のコストも着実に低下しています。また、2012年に開始された「固定価格買取制度」(FIT)の効果により、非住宅分野での太陽光発電の導入が急拡大し、太陽電池の国内出荷量も急増しています。
- ◆FITでは、買取価格が最終的に電気料金の一部として消費者に転嫁されるしくみとなっていることから、費用負担の増大も懸念されています。
- ◆日本に先駆けてFITを導入したドイツでは、この10年ほどで家庭用電気料金は約20%、産業用電気料金は約25%上昇しています。電気料金に課金されているFITの費用による標準家庭の月額負担は、直近を見ても2013年が約2400円、2015年は約3030円になると推計されています。

### 2. 再生可能エネルギーについて説明した次の文章の( )を埋めましょう。

- 再生可能エネルギーは(国産)のエネルギーで、(なくなって)しまう心配がありません。
- また、発電のときに(二酸化炭素)を出さないクリーンなエネルギーです。
- ◆日本は2004年末まで世界最大の太陽光発電導入国でしたが、ドイツの導入量が急速に増加した結果、2005年にはドイツに次ぐ世界第2位となりました。2013年末時点では、日本はドイツ、中国、イタリアに次ぐ世界第4位の累積導入量となっています。
- ◆日本での風力発電の導入量は、2013年度末時点で1934基、出力約271万kW(設備容量10kW以上の施設で稼働中のもの)となっています。また、環境アセスメント手続き中のものは80件あります。

### 3. 右の図は、原子力発電と太陽光発電、風力発電を比べたものです。次の文章の( )を埋めましょう。

- 太陽光発電や風力発電は、(一日)中つねに発電をし続けることはできません。
- このため、たくさんの電気をつくるには広大な(敷地面積)が必要になります。太陽光発電は原子力発電の約(100)倍、風力発電は原子力発電の約(357)倍が必要で、発電所をつくる(土地)を確保することが難しいといえます。
- また、(建設コスト)も多額になるため、光や風はただでも、(発電)コストは高くなってしまいます。
- ◆太陽光発電には、他電源と比べ導入のためのコストが高いという課題や、天候や日照条件などにより出力が不安定であるという課題があります。
- ◆日本は諸外国と比べ平地が少なく、地形も複雑なこと、電力会社の系統に余力がない場合があることなどの理由から、風力発電の設置が進みにくいという事情があります。
- ◆出力が不安定な太陽光発電や風力発電が電力系統に影響を及ぼさないよう、発電量の増減を吸収するバックアップ電源(主に火力発電)や蓄電池の整備、送電網の整備などの対策コストも必要になります。

### 4. 長所も短所もある再生可能エネルギーを、どのように活用していけばよいと思いますか。

広い土地が安く手に入るような場所で、太陽光や風力の発電を行う。さらに、太陽光発電は晴れる日が多い地域、風力発電は風がよく吹く地域で行うことが望ましい。  
また、発電コストが高いので、発電コストが安い他の電源とうまく組み合わせて使う方がよいと思う。

## 1. 左上の図から、なにがいえませんか。

自然界には、もともと放射線がある。私たちは、呼吸をしても食べ物を食べても、放射線を受けている。  
また、放射線は大地からも出ているし、宇宙からも飛んできている。

- ◆自然放射線は、宇宙から地球に降り注いだり、地球上の岩石・食物などから出ており、人類は誕生以来、つねに自然放射線を受けています。自然放射線には、宇宙、大地などの体外(外部)から受ける放射線と、食物摂取や空気中のラドンなどの吸入によって体内(内部)から受ける放射線があります。なお、日本人は欧米諸国に比べ魚介類の摂取量が多く、魚介類に含まれるポロニウム210という放射性物質から受ける放射線の量が多いという特徴があります。
- ◆自然放射線のレベルは場所によって異なります。例えば海上では、海水自体に放射性物質が少なく、海底からの放射線が海水によって遮られるため、放射線レベルは低くなっています。また、高度11000mの上空では、宇宙線が空気に遮られないことから、高度が上がるほど受ける量が増えていきます。
- ◆自然放射線以外にも、身近な例として、健康診断や病気・けがの治療などの際に、レントゲン写真やCTスキャンなど人工的につくり出した放射線を受けることもあります。

## 2. 左下の図を見て、次の文章の( )を埋めましょう。

- 放射性物質には、放射線を出す能力があり、この能力のことを(放射能)といいます。
- 放射性物質を懐中電灯に例えると、懐中電灯から出る光に相当するのが(放射線)です。
- 放射線には(シーベルト)、放射能には(ベクレル)という単位があります。

- ◆原子には、高いエネルギーをもった不安定な状態のものがあり、時間の経過とともにその中心にある原子核が高速の粒子や電磁波を放出して、安定した状態になっていきます。こうして放出される高速の粒子や電磁波が放射線です。放射線を出す能力を放射能といい、放射能をもつ原子を放射性同位元素(Radioisotope: RI)といいます。RIを含む物質が放射性物質です。RIは放射線を出すことで、別の原子になります。一方、エネルギー的に安定で、地球や宇宙の年齢程度の時間では変化しない原子を安定同位体といいます。
- ◆例えば、セシウムの同位体のうち、セシウム133は安定同位体ですが、セシウム134、セシウム137はRIです。セシウム137の場合、中性子が過剰で不安定な状態のため、電子を1個放出し、中性子が1個陽子に変わりバリウム137mとなります。このときに放出された電子が放射線(ベータ線)です。バリウム137mは、まだエネルギーが高く、不安定な状態のため、エネルギーを電磁波として放出し、放射線を出さない安定同位体のバリウム137になります。このときに放出された電磁波も放射線(ガンマ線)です。

## 3. 右の図は、放射線によってがんになるリスクと、生活習慣によってがんになるリスクを比べたものです。ここから、なにがいえませんか。

私たちががんになる要因は、いろいろある。生活習慣でがんになるリスクと比べてみると、放射線のリスクはそれほど高いとはいえない。  
生活を改善するだけでも、がんになるリスクを下げることができる。

- ◆広島県と長崎県で続けられている被ばく者の追跡調査と、生活習慣によってがんになるリスクについて、まとめたものです。一般公衆の線量限度は年間1ミリシーベルトと定められており、その100倍にあたる100ミリシーベルトを被ばくした場合には、がん発症率は通常の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発症率の増加とほぼ同じです。

## 4. 2つの図を見て、放射線について感じたことを書いてみましょう。

原子力発電所の事故は恐いけれど、放射線は自然界にもともとあるものだから、あまり怖がりすぎないほうがいいのではないか。  
生活習慣などと比較して、冷静にとらえることも大切だと思う。