2013年度版

# 高校生のための
# 原子力とエネルギーブック

高校生のための　原子力とエネルギーブック

茨城県

茨城県

# 1

# エネルギーのいま



エネルギーの語源は、ギリシャ語の「物体内部に蓄えられた、仕事をする能力」という意味の言葉です。エネルギー資源の仕事をする能力によって、現在の私たちの生活が成り立っていると言っても過言ではありません。しかし、エネルギー資源の消費による地球温暖化の問題も起こっています。人間活動を支えるエネルギーの今を解説します。

# 日本のエネルギー事情

**Point** 化石燃料は有限の資源です。エネルギーの需要が拡大傾向にあるなか、やがては枯渇することが考えられます。日本のエネルギー自給率は極めて低く、省エネルギー化と代替エネルギーの開発が急務です。

## エネルギーの消費と供給の動向

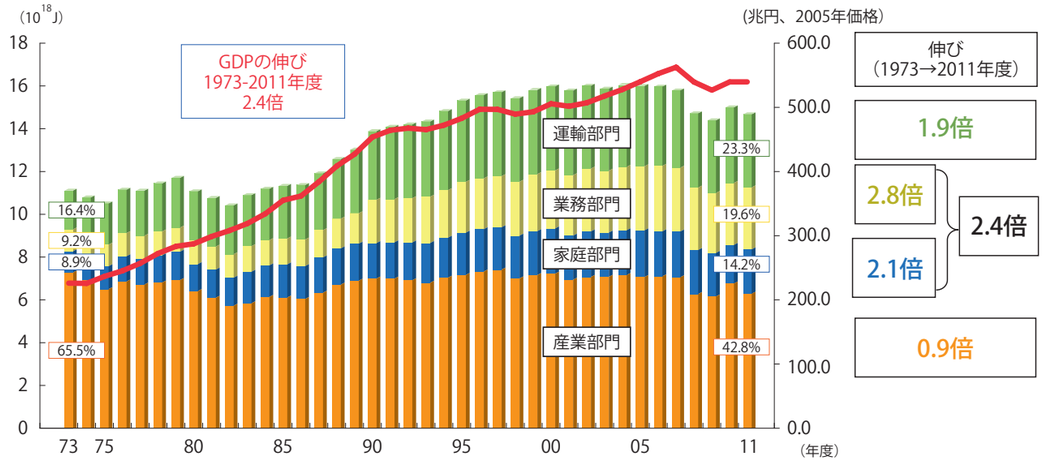
日本のエネルギー消費は、1970年代までの高度成長期には高い伸び率で増加しました。しかし、1970年代の二度にわたるオイルショック[注]を契機に、産業部門において省エネルギー化が進むとともに、省エネルギー型製品の開発も盛んになりました。このような努力の結果、エネルギー消費をある程度抑制しつつ経済成長を果たすことができました。エネルギー消費の動向を見ると、2010年度は、景気回復や気温による影響を受け、エネルギー消費は大幅に増加しましたが、2011年度は再び減少しました。

今後、社会の進展や人口の増加に伴い、エネルギーの需要は世界レベルでさらに増大すると見込まれています。

一方、日本のエネルギー供給は、原発停止に伴い、火力発電の比率が増加傾向にあります。2011年度は、原子力の割合が4.2%（2010年度11.3%）まで減少し、化石燃料の割合が増加しており、減少傾向にあった石油の割合は43.1%（2010年度40.1%）まで増加しました。

これからは、化石燃料の有限性や環境問題などを念頭におき、貴重なエネルギー資源をできるだけ効率的に用いていく必要があります。

**最終エネルギー消費と実質 GDP の推移**




（注1）J（ジュール）＝エネルギーの大きさを示す指標の一つで、1MJ＝0.0258×$10^{-3}$原油換算kl
（注2）「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている[1]。
1「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されたため、その前後の比較にあたっては留意する必要があります（以下、総合エネルギー統計に係る比較についても同じ）。
※四捨五入のため、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「エネルギー白書2013」／資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算」、（一財）日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」をもとに作成

注…オイルショック：アラブの石油産出諸国が、原油の生産制限と輸出価格の大幅な引き上げを行ったことで、安い石油に依存していた先進諸国に起こった経済混乱。1970年代に2度発生し、石油危機、石油ショックともいわれます。

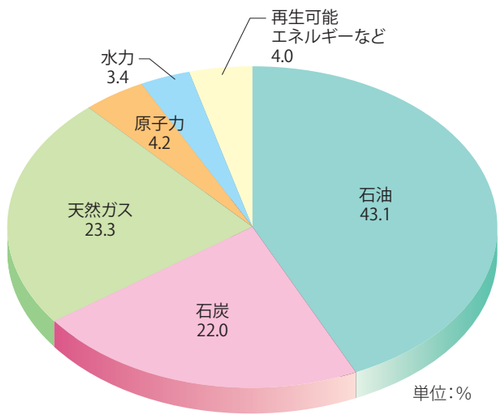


## エネルギー源を海外に頼る日本

生活や経済活動に必要なエネルギー源のうち、自国内で確保できる比率をエネルギー自給率といいます。日本のエネルギー自給率は、国内産の石炭から石油への燃料転換に伴い、1960年の58%をピークとして、以降大きく下がりました。今では、石油、天然ガス、石炭など、いずれもほぼ全量を輸入に頼っています。原子力発電に必要なウランも海外からの輸入です。

また、エネルギー源の多様化は進んだものの、海外への依存度は約8割と大きく、特に石油は全体の約4割を占め、その大半を中東からの輸入に依存しています。

**日本で使われているエネルギー源の割合（2011年度）**




最も大きいのが乗り物の燃料や発電に使われる石油。日本が非常に石油に依存していることがわかります。

（注）「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値について算出方法が変更されています。
※四捨五入のため、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「エネルギー白書2013」／資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

## エネルギー自給率の動向

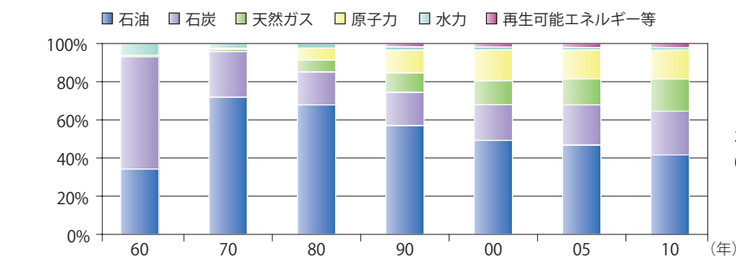
オイルショック後の日本は、石油への依存を低減させ、石油に代わるエネルギーとして、原子力、天然ガス、石炭などの輸入や導入を推進、さらに再生可能エネルギーの開発を加速させました。

日本では石炭・石油などのほぼ全量が海外から輸入されており、国内で産出されるエネルギー源は、水力、地熱、天然ガスなど、わずか4.4%に過ぎません。この供給構造は、他の先進国と比べても不安定であるといえるでしょう。

引き続き、省エネルギー化と化石燃料に代わる再生可能エネルギー等の開発が急務です。

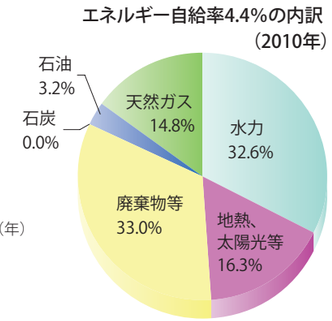
※現在、原子力発電所は50基ありますが、2013年12月現在稼働している発電所はなく、原子力を含めた国産エネルギーの比率は2010年の19.5%には達していません。

**日本のエネルギー国内供給構成および自給率の推移**




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| エネルギー自給率（%） | 58.1% | 14.9% | 6.3% | 5.1% | 4.2% | 4.1% | 4.4% |
| （原子力含む）（%） | （58.1%） | （15.3%） | （12.6%） | （17.1%） | （20.4%） | （19.3%） | （19.5%） |

**エネルギー自給率4.4%の内訳（2010年）**




（注1）生活や経済活動に必要な一次エネルギーのうち、自国内で確保できる比率をエネルギー自給率という。弧内は原子力を含んだ値。原子力発電の燃料となるウランは、エネルギー密度が高く備蓄が容易であること、使用済燃料を再処理することで資源燃料として再利用できること、発電コストに占める燃料費の割合が小さいこと等から、資源依存度が低い「準国産エネルギー」と位置づけられている。
（注2）エネルギー自給率（%）＝国内産出／一次エネルギー供給×100
※四捨五入のため、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「エネルギー白書2013」／IEA, Energy Balances of OECD Countries 2012 Editionをもとに作成

# 世界のエネルギー事情

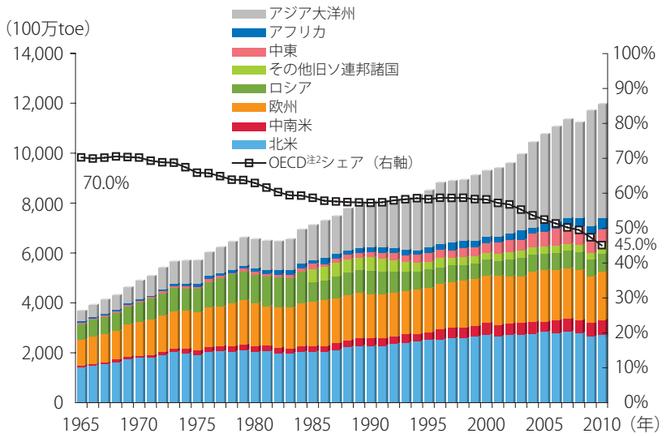
**Point** 世界のエネルギー消費量は、2011年には1965年の約3倍に達しました。

## 拡大するアジアや開発途上国のエネルギー需要

世界のエネルギー消費量（一次エネルギー[注1]）は経済成長とともに増加し、2011年には1965年の約3倍に達しました。伸び率は、先進国では低く、開発途上国では高くなっています。これは、先進国は経済成長率や人口増加率が開発途上国と比較して低いことや、産業構造の変化、省エネルギーの進展などによるものです。

中国など特に経済成長の著しいアジア大洋州地域は、世界のエネルギー消費量増加の大きな要因となっています。

**世界のエネルギー消費量の推移（地域別、一次エネルギー）**




※OECD[注2]シェア（右軸）
※toe はtonne of oil equivalent の略であり原油換算トンを示す。
※1984年までのロシアには、その他旧ソ連邦諸国を含む。

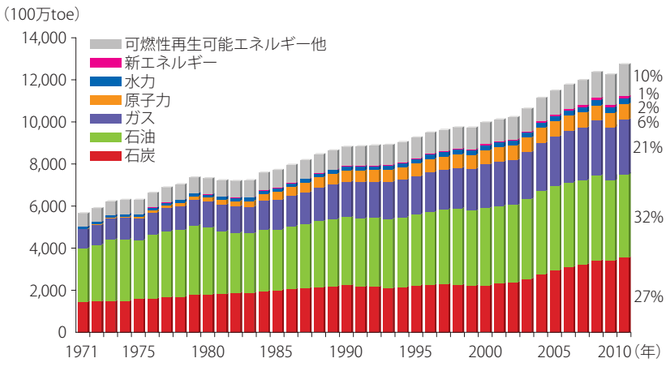
出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2013」／BP, Statistical review of world energy 2012 をもとに作成

注1…一次エネルギー：石油・石炭・天然ガス・水力など、自然から摂取されたままの物質を源としたエネルギー。
注2…OECD：Organization for Economic Cooperation and Development の略。経済協力開発機構。加盟国の経済的発展、開発途上国への援助、貿易の拡大などを目的とする国際協力機関です。

## シェアを伸ばす化石燃料エネルギー

エネルギー源別では、石油は1971年から2010年にかけて年平均1.3%で増加し（2010年時点で約32.3%）、最大のシェアを占めました。石炭は安価な発電用燃料を求めるアジアで需要が急増し、天然ガスは気候変動への対応が求められる先進国を中心に、発電用に加えて都市ガス用の消費が増しています。

**世界のエネルギー消費量の推移（エネルギー源別、一次エネルギー）**




（注）toeはtonne of oil equivalentの略であり原油換算トンを示す。

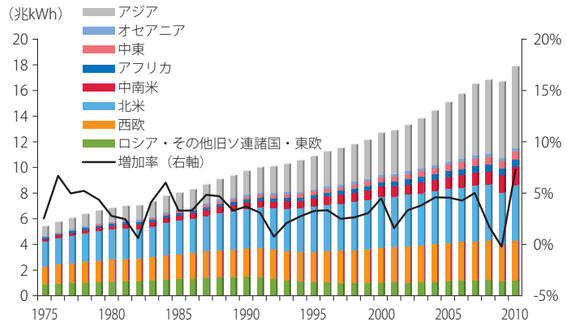
出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2013」／IEA, Energy Balance 2012 をもとに作成



## 世界の電力消費の動向

世界の電力消費量は一貫して増加してきました。地域別の電力消費量を見ると、先進国の多い北米・西欧地域は、世界全体の伸びを下回り、開発途上国が多いアジア、中東、中南米等の地域は世界の電力消費量を増加させる大きな原因となっています。特にアジア地域は、1994年以降、電力消費量で西欧地域を上回り、2004年以降は北米をも上回るようになりました。

**世界の電力消費量の推移（地域別）**




出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2013」／ IEA, Energy Balances 2012 をもとに作成

## 各国ごとに異なるエネルギー源の構成

世界の電源設備容量は一貫して増加していますが、エネルギー源の構成は各国ごとに違いがあります。

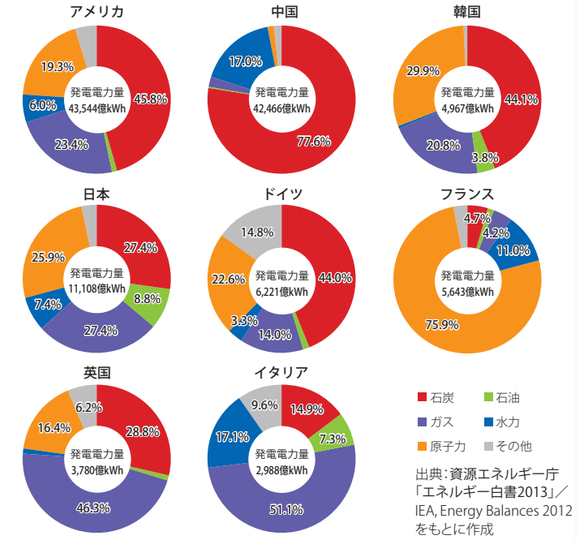
現在、イギリスやイタリアでは天然ガスの割合が非常に高くなっていますが、これは欧州で天然ガス需要が伸びるにつれて各国内でのパイプライン・インフラが整備され、現在の網の目状のパイプライン網が形成されたからです。

天然ガスは他の化石燃料（石炭・石油）に比べて窒素酸化物や二酸化炭素の排出量が少なく、環境負荷が小さいということで、オイルショック以降、原子力とともに世界的に石油代替燃料としてその一次エネルギー消費に占めるシェアを拡大させました。

しかし、原子力に対しては、現在その対応が二極化しています。東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、2022年までに全ての原発が廃止されるドイツ、段階的な原発の廃止を決めたスイスなど脱原発の動きが進んでいる一方で、アメリカに次ぐ原発大国のフランスやイギリスは原発推進の立場を変えていません。

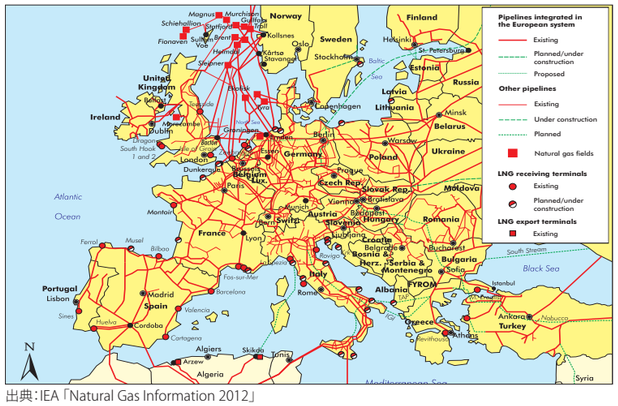
アジアでは、韓国が石炭と原子力の比率が高く、中国は経済発展とともに発電電力量も非常に高い伸びを示しています。

**主要国の発電電力量に占める各エネルギー源の割合（2010年）**




出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2013」／ IEA, Energy Balances 2012 をもとに作成

**欧州の天然ガスパイプライン網**




出典：IEA「Natural Gas Information 2012」

# エネルギーと電力

**Point** 発電におけるエネルギー源では石油の占める割合は小さくなり、エネルギー源の多様化が進んでいます。

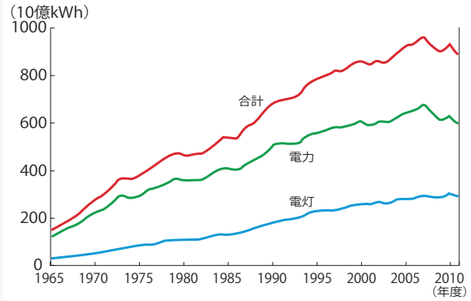
## 電力消費の概要

日本の電力消費は増加し続け、1973年度から2007年度の間に2.6倍に拡大しました。

1973年度から2011年度の間に電灯の使用電力量は4.2 倍に増大、電灯と業務用電力などを含む民生用需要が約7割を占めることになりました。

電力消費の増加は、家庭の生活水準の向上により、エアコンや電気カーペットなど冷暖房機器の普及が急速に伸びていること等によるものです。また、事務所ビルの増加や、経済の情報化・サービス化の進展を反映したオフィスビルにおけるOA機器の急速な普及等の影響も高くなっています。

**電灯電力使用電力量の推移**



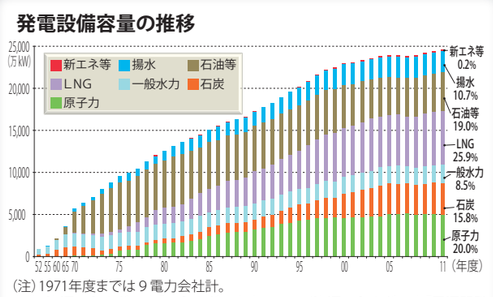

※電気事業用計、電力には特定規模需要、特定供給、自家消費を含む。

出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2013」／経済産業省「電力調査統計月報」をもとに作成

## 電力供給の概要

二度にわたるオイルショックを経験した日本は、エネルギー供給を安定化させるため、石油依存度を低減させ、石油に代わるエネルギーとして、原子力発電、石炭火力発電、LNG火力発電等の石油代替電源の開発が積極的に進められ、電源の多様化が図られてきました。この結果、2011年度末の発電設備容量（10電力計（受電を含む））の電源構成は、原子力20.0%、LNG火力25.9%、石炭火力15.8%、石油等火力19.0%、水力19.2%となっています。

**発電設備容量の推移**



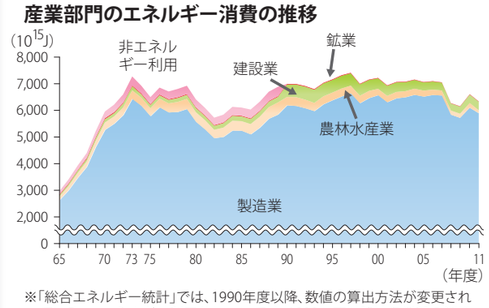

(注) 1971年度までは９電力会社計。

出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2013」／資源エネルギー庁「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」をもとに作成

## 産業部門のエネルギー消費の動向

2011年度を見ると、エネルギー消費全体で、産業部門が全体の42.8%を占めており、その約9割が製造業でした。製造業は、生産一単位当たりに必要なエネルギー消費を表す「IIP（鉱工業生産指数）当たりのエネルギー消費原単位」が1973年度に比べて44.6%縮小するなど、大きく効率化され、省エネルギー化が進んでいます。

**産業部門のエネルギー消費の動向**




※「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。非エネルギー利用分については、1990年度以降は各業種の消費量の内数となっている。

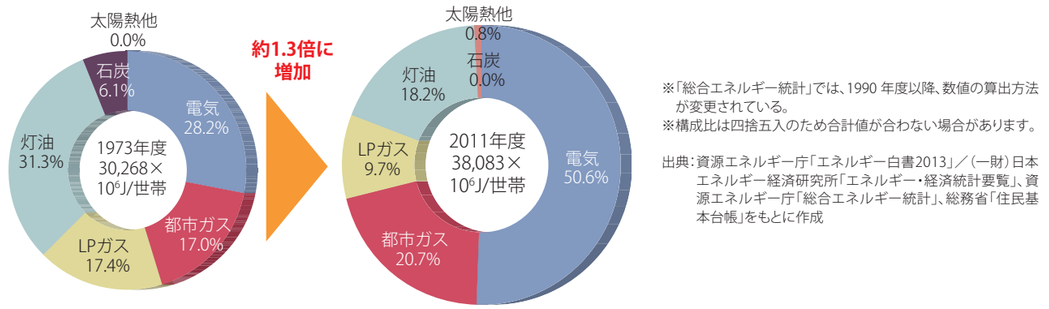
出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2013」／資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

## 家庭部門のエネルギー消費の動向

家庭用のエネルギー消費は、1973年当時と比べると、２倍以上となっています。世帯当たりでは、家庭用機器のエネルギー消費効率は大幅に向上しましたが、機器の大型化・多様化等により、1973年度の1.27倍となりました。

近年はオール電化住宅の普及拡大もあり、2011年度には家庭におけるエネルギー源の中で電気のシェアが50.6%になり、電気が家庭で最も多く使われるエネルギーとなりました。

**家庭部門におけるエネルギー源の推移**




※「総合エネルギー統計」では、1990 年度以降、数値の算出方法が変更されている。
※構成比は四捨五入のため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「エネルギー白書2013」／（一財）日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳」をもとに作成

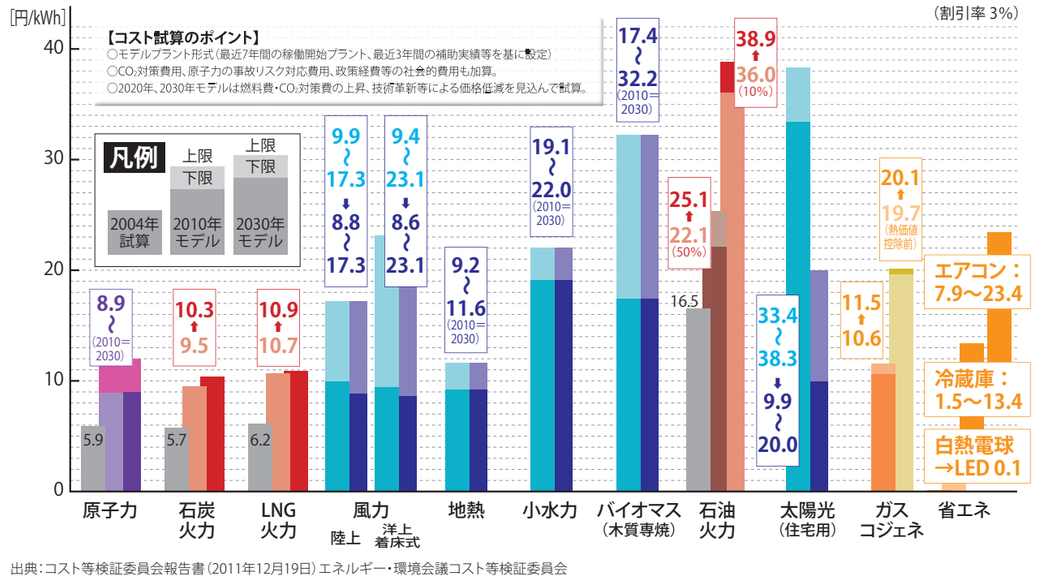
**column**

### これからのエネルギー戦略におけるコスト検証

政府は、2011年6月7日に、エネルギー・環境戦略を練り直すために、省庁横断的な組織として、エネルギー・環境会議を設立。これを受けて、「コスト等検証委員会」を設け、コスト検証作業を開始しました。

試算に当たっては、発電原価のみならず、事故リスク対応費用や$CO_2$対策費用、政策経費などのいわゆる社会的費用も加味するなど、徹底的な検証を行いました。これまでの発電コスト試算とは異なり、再生可能エネルギーやコジェネレーションなどの新たな電源、省エネルギーの試算に加えています。

**主な電源の発電コスト（2004年試算／2010年・2030年モデルプラント）**




出典：コスト等検証委員会報告書（2011年12月19日）エネルギー・環境会議コスト等検証委員会

# 各種エネルギーの動向

**Point** オイルショック以降、石油に代わるエネルギーの開発が進められてきました。近年では低炭素社会の実現を目指し、化石燃料に代わるエネルギーがさらに求められています。

## 全輸入金額の1/6を占める石油

日本の石油の輸入量は、オイルショックを受けた1970年代以降、省エネルギー政策により減少しました。

しかし、中東への依存度は2011年度で85.1%と大きくなっています。これはアジア諸国で石油需要が増加し、それまで輸出していた原油を自国需要に振り替えたためです。

## 伸びるガス体エネルギー

ガス体エネルギーとは、主に天然ガスとLPガスです。これらは化石燃料の中では相対的にクリーンであるため、利用が増えました。

天然ガスは96.9%が輸入で、7割が発電用に、3割が都市ガス用に使用されています。2011年度には一次エネルギーにおける天然ガスの比率は23.3%に達しました。

LPガスは75.8%が輸入で、うち86.6%を中東に依存しています。

## 期待される再生可能エネルギー

再生可能エネルギーとは、資源が枯渇せずにずっと利用可能なエネルギーです。代表的なエネルギー源としては、太陽光や風力、地熱を利用したものがあります。近年になり世界的に太陽光発電や風力発電が急激な伸びを示しています。

## 根強く日本のエネルギーを支える石炭

石炭は99%以上を輸入しています。電気事業と鉄鋼事業の2つの業種で80.9%を占めています。電気事業における石炭消費量は、1975年には757万トンまで低下しましたが、第二次オイルショック以降、石炭火力発電所が増えたことにより再び増加に転じ、2011年度には1億6,914万トンに達しています。

## 原子力エネルギー

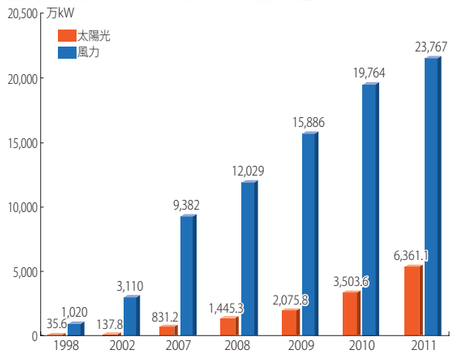
原子力は、エネルギー資源に乏しい日本にとって技術で獲得できるエネルギーの一つです。

東日本大震災前の2011年2月末時点で、17ヵ所の原子力発電所に54基の発電用原子炉がありましたが、東京電力㈱が事故のあった福島第一原子力発電所の1号機～4号機を廃止し、さらに5号機と6号機についても廃止を決定したことから、2014年1月末には発電用原子炉は48基となります。

一方、原子力発電所の運転状況については、2012年5月に安全性を確認するための定期検査等により発電用原子炉が全て停止しました。同年7月には国の要請により関西電力㈱大飯原子力発電所の3号機と4号機が運転を再開しましたが、2013年9月に定期点検により再び停止したため、2014年1月現在、全ての原子力発電所は運転を停止しています。

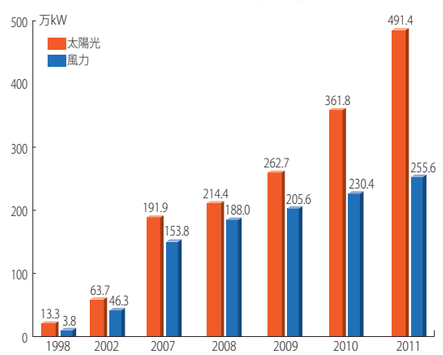
2012年度の原子力の設備利用率は、3.9%となっています。

**世界の太陽光・風力発電導入量の推移**




出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2013」／IEA PVPS 2012、Global Wind Energy Council（GWEC）資料より作成

**日本の太陽光・風力発電導入量の推移**




出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2013」／新エネルギー・産業技術総合開発機能（NEDE）ホームページより作成



**各種エネルギーのメリット・デメリット**

| | メリット | デメリット |
|---|---|---|
| 火力発電 | ・エネルギー消費量の多い時間帯に合わせて発電量を変えることができる | ・原料となる化石燃料が枯渇する心配がある<br>・産出国に政情が不安定な地域が多いため、情勢により供給に影響が出やすい<br>・地球温暖化の原因の一つとなっている二酸化炭素などを排出する |
| 原子力発電 | ・少量の資源で長期間エネルギーを供給することができる<br>・発電時に二酸化炭素などを出さない | ・シビアアクシデント※1が発生した場合の影響が甚大<br>・使用済燃料を再処理した際に高レベルの放射性廃棄物が発生する |
| 風力発電 | ・発電時に二酸化炭素を出さない<br>・夜でも発電が可能<br>・燃料が不要である | ・火力・原子力と同じ電力量を得ようとすると、広大な面積が必要になる<br>・風向き、風速、地形や気象の影響を受けやすく、発電が不安定である<br>・風車が回転するときに騒音が発生する |
| 水力発電 | ・発電時に二酸化炭素や廃棄物を出さない<br>・海外からの輸入に頼ることなく永続的に発電が可能 | ・周辺環境の生態系バランスや水質に影響を及ぼす可能性がある |
| 太陽光発電 | ・燃料が不要である<br>・発電時に二酸化炭素や廃棄物を出さない<br>・需要や地形に合わせて自由に設計できる<br>・保守が容易でシステムの自動化、無人化なども可能 | ・季節や地域による影響が大きく、安定した電力供給が困難<br>・雨や曇りの日、夜間は発電できない<br>・火力・原子力と同じ電力量を得ようとすると、広大な面積が必要になる |
| 地熱発電 | ・燃料が不要である<br>・地熱エネルギーは半永久的に安定利用できる<br>・二酸化炭素の排出量が少ない | ・地域が限定される<br>・発電規模が小さい<br>・出力調整が難しい |
| 核融合※2 | ・二酸化炭素を出さない<br>・放射性廃棄物がほとんど出ない<br>・燃料が海水から取り出せる | ・生産地域が限られているリチウム資源が必要である<br>・核融合反応を起こすには１億度以上の超高温が必要なことなど、巨大な施設が必要なため建設コストが膨大<br>・核融合用燃料を安全に取り扱う技術が確立していない |

※1 シビアアクシデントとは、設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却または反応度の制御ができない状態であり、その結果、炉心の著しい損傷に至る事象のことです。（原子力規制委員会）

※2 核融合は、日本、EU、米国などが実用化に向けて技術開発中です。

## 今後のエネルギー政策について

**これからは、省エネルギーの推進、再生可能エネルギーの開発・普及が求められています。**

**今後のエネルギー政策として、国では国民が安心できる中長期的なエネルギーのあり方などについて検討中です。**

column

**火力発電は新技術でコストの低下と$CO_2$排出量の低減を図る取り組みが進行中**

火力発電は、$CO_2$、SOx（硫黄酸化物）、NOx（窒素酸化物）といったガスを発生させる欠点がありました。しかし、近年は石炭をガス化してガスタービンで発電させる方式を利用したり、$CO_2$を地中深くに排出してそのまま埋める方法など、有害ガス対策に加え、発電効率の向上に向けた研究も進んでおり、今後はより少ない燃料で、より大きな電力を取り出せるようになっていくことが期待されています。

# エネルギーと地球環境問題

**Point** エネルギー消費の増大を抑え、二酸化炭素排出の抑制を図っていくことが最重要課題です。

## 地球温暖化とは?

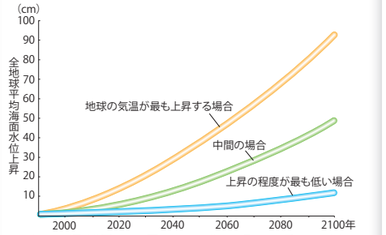
地球の温度は、太陽から地表へ到達するエネルギーと、地球から大気を通して宇宙空間に放出されるエネルギーのバランスで決まります。しかし、大気中の二酸化炭素の濃度が上昇すると、その温室効果によって地球の温度が上昇し、世界規模で気候条件が変化してしまう可能性があります。

具体的には、植物への影響、農作物の生産の低下、乾燥地帯の砂漠化の進行などが懸念されています。また、氷河の融解などで海水面が上昇し、陸地が水没してしまう心配も出てきています。

この二酸化炭素排出の大きな要因とされているのが、化石燃料の燃焼です。

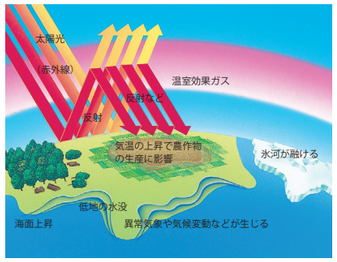
**海面水位の上昇**

温暖化による海面水位の上昇予測




地球の気温が最も上昇した場合を想定すると、100年後に上昇する海面の水位は約90cmになると試算されています。

出典:環境省資料







温暖化によって水没が心配される中部太平洋マーシャル諸島マジュロ環礁

写真提供:全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイトより　http://www.jccca.org/

## その他の環境問題

### ●酸性雨

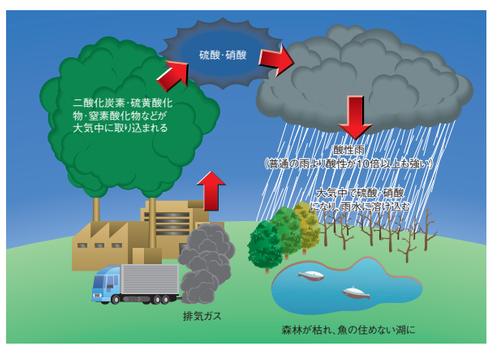
化石燃料の燃焼により排出される硫黄酸化物や窒素酸化物が大気中で酸化され、硫酸や硝酸などに変化し、これらを取り込んで地上に降ってくるのが酸性雨です。酸性雨は、森林や湖沼、建物などに深刻な影響を与えます。これらの現象は中部ヨーロッパやアメリカ・カナダ国境地帯、中国の工業地帯、日本などで観測されています。大気汚染による公害は国境を越えるため、防止には国際的な協力が不可欠です。

### ●オゾン層の破壊

フロン等の化学物質によって、成層圏のオゾン層が破壊されています。オゾン層が破壊されると、有害な宇宙線が地表に達する量が増えるため、健康への被害が懸念されます。

### ●熱帯雨林の破壊

ダムや高速道路などの建設に伴い、熱帯雨林の伐採が進んでいます。熱帯雨林は二酸化炭素を吸収する性質があるため、大量の伐採は、資源の枯渇や自然破壊に加え、温暖化への影響も懸念されます。
これらの環境問題の根底には、大量のエネルギー消費が大きな原因の一つになっています。







造成などでマングローブの林の破壊が進むタイ。写真は植林直後の様子

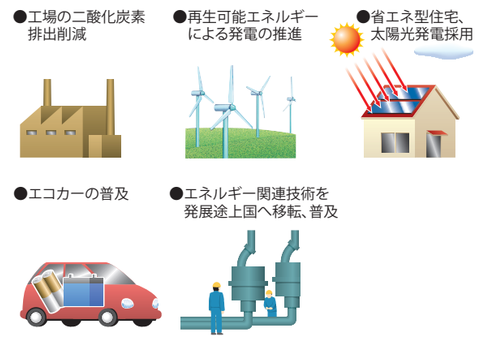
写真提供:全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイトより
http://www.jccca.org/

## 二酸化炭素削減対策の推進

エネルギー政策のうえでもっとも基本的な課題は、エネルギー消費の増大を抑え、不安定なエネルギー供給構造を改善し、二酸化炭素排出の抑制を図っていくことです。国際的には、先進国の温室効果ガスの排出削減を定めた京都議定書が採択され、日本は2012年までに1990年と比べて6%の削減が定められました。しかし、エネルギーの燃焼に起因する二酸化炭素の排出量は、2011年度には1990年に比べて8.4%増加するなど、計画通りには進んでいないのが現状です。

近年のエネルギー消費の増大傾向を踏まえると、今後も省エネルギーを推し進めていくことが必要です。

**二酸化炭素削減対策例**

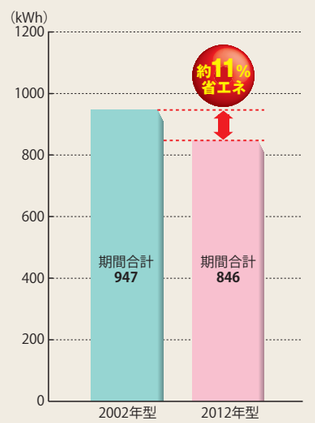



## 環境への負担を減らすために

省エネルギー関連技術が世界でもトップクラスの水準に達している日本にとって、さらに二酸化炭素の排出を削減することは容易なことではありません。今後は、エコカーの導入、自動車のアイドリングの防止、家庭やオフィスでの冷暖房温度の調整、省エネルギー型住宅や太陽光発電の採用、廃熱利用の地域暖房など、社会・経済システムやライフスタイルの変革まで視野に入れた削減策や、二酸化炭素の排出が少ないエネルギー源を導入することが主な対処法となります。

**家庭用電気製品における省エネルギーの推移**

**■10年前のエアコンとの期間消費電力量の比較**

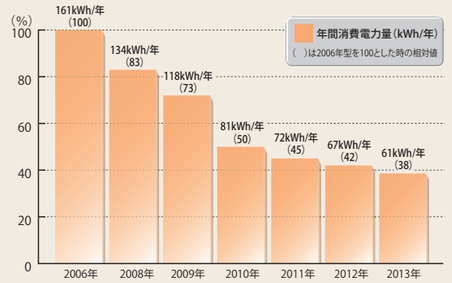



※冷暖房兼用・壁掛け形・冷房能力2.8kWクラス省エネルギー型の代表機種の単純平均値

出所:一般社団法人　日本冷凍空調工業会

**■テレビの年間消費電力量の推移(液晶テレビ32V型)**

年間消費電力量は、1日あたりの平均視聴時間4.5時間、平均待機時間(EPG取得時間を含む)19.5時間を基準に算出したものです。



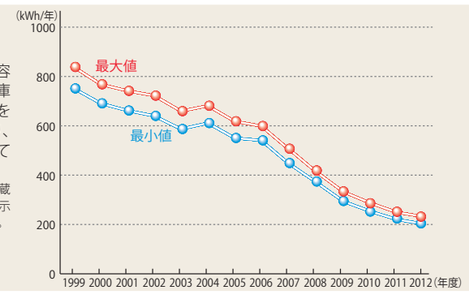

出所:各年度の省エネ性能カタログの単純平均値

**■冷蔵庫の年間消費電力量の推移**

各年度ごとに定格内容積401～450Lの冷蔵庫の年間消費電力量を推定した目安であり、幅をもたせて表示しています。

※このデータは特定の冷蔵庫の年間消費電力量を示したものではありません。

出所:一般社団法人
日本電機工業会




出典:資源エネルギー庁「省エネ性能カタログ2013年冬版」

# 茨城県内の発電施設

**Point** 茨城県内には、火力、原子力に加え、再生可能エネルギーを活用した発電施設があります。

## 電力の安定供給と再生可能エネルギーへの取り組み

日本では、石油代替エネルギーへの転換と再生可能エネルギーの開発を加速させ、エネルギー源の多様化による供給の安定化と二酸化炭素の排出抑制が進められています。

再生可能エネルギーとは、資源が枯渇せずにずっと利用可能なエネルギーのことで、石油の代替や二酸化炭素の排出量を減らすことができるなど、地球環境にやさしいエネルギーです。

茨城県では、火力発電所や原子力発電が中心となって電力の安定供給を行ってきましたが、近年は再生可能エネルギーを利用した風力発電所、バイオマス発電所などが建設されてきています。

### 茨城県内にある主な発電施設

| エネルギー | | 事業所名 | 所在地 | エネルギー源 | 出力(kW) |
|---|---|---|---|---|---|
| 火力発電 | 1 | 東京電力株式会社　常陸那珂火力発電所 | 東海村 | 石炭 | 100万 |
| | 2 | 東京電力株式会社　鹿島火力発電所 | 神栖市 | 重油・原油 | 440万 |
| | 3 | 鹿島共同火力株式会社　鹿島共同発電所 | 鹿嶋市 | 高炉ガス・コークス炉ガス | 105万 |
| | 4 | 鹿島北共同発電株式会社　鹿島北共同発電所 | 神栖市 | 石油コークス・重油 | 64万8,840 |
| | 5 | 鹿島南共同発電株式会社　鹿島南共同発電所 | 神栖市 | 重油・天然ガス | 21万 |
| | 6 | 鹿島動力株式会社　鹿島事業所 | 神栖市 | 天然ガス | 3万9,320 |
| 原子力発電 | 7 | 日本原子力発電株式会社　東海第二発電所 | 東海村 | ウラン | 110万 |
| バイオマス発電 | 8 | 北越紀州製紙株式会社　バイオマス発電施設 | ひたちなか市 | 木質バイオマス | 4万1,000 |
| | 9 | 株式会社バイオパワー勝田　木質バイオマス発電所 | ひたちなか市 | 木質バイオマス | 4,900 |
| | 10 | 神之池バイオエネルギー株式会社　神之池バイオマス発電所 | 神栖市 | 木質バイオマス | 2万1,000 |
| 風力発電 | 11 | 株式会社ウィンド・パワー・いばらき　ウィンド・パワーかみす洋上風力発電所 | 神栖市 | 風力 | 1万4,000 |
| | 12 | サミットウインドパワー株式会社　鹿嶋発電所 | 鹿嶋市 | 風力 | 2万 |
| | 13 | 波崎ウインドファーム株式会社 | 神栖市 | 風力 | 1万5,000 |
| 水力発電 | 14 | 東京発電株式会社　石岡第一発電所　ほか | 北茨城市ほか | 水力 | 1万8,000 |
| 太陽光発電 | 15 | 株式会社LIXIL　茨城県 坂東市LIXILつくば SOLAR POWER | 坂東市 | 太陽光 | 3,750 |
| | 16 | 茨城県企業局　太陽光発電設備　水戸浄水場　ほか | 那珂市ほか | 太陽光 | 1,000 |

### 茨城県内にある発電施設



(株)バイオパワー勝田
木質バイオマス発電所



東京発電(株)
石岡第一発電所



茨城県企業局
太陽光発電設備 水戸浄水場



日本原子力発電(株)
東海第二発電所






鹿島共同火力(株)
鹿島共同発電所



(株)ウィンド・パワー・いばらき
ウィンド・パワーかみす
洋上風力発電所

# 火力発電施設

石炭、石油、天然ガスなどを燃料とする火力発電設備がある発電所です。現在、わたしたちが昼間に使用する電力の大半は火力発電によるものです。



## 東京電力(株)　常陸那珂火力発電所

所在地:東海村

石炭を燃料とする総出力100万kWの火力発電所として、2003年12月に誕生しました。発電された電気は、西へ約18kmのところにある那珂市の変電所へ送電線により送られ、地元で使用される他、東京など首都圏へ送られています。

現在、出力100万kWの2号機を建設中で、2013年度に運転開始予定です。



## 東京電力(株)　鹿島火力発電所

所在地:神栖市

1971年に1号機の運転を開始し、現在は6基、総出力440万kWの設備を持つ火力発電所で、茨城県をはじめ首都圏へ供給しています。発電用燃料は、重油と原油を使用し、需要の変動に対して柔軟に対応する調整火力としての役割を果たしています。



## 鹿島共同火力(株)　鹿島共同発電所

所在地:鹿嶋市

1969年に、新日鐵住金株式会社（旧住友金属工業株式会社）と東京電力株式会社の共同出資によって設立されました。

隣接する新日鐵住金株式会社鹿島製鐵所からの副生ガスの他、重油を燃料として発電を行い、発生電力の全量を両出資会社へ供給している電気供給事業者です。

現在は1、3、4号機、総出力105万kWの発電設備により副生ガスの有効利用と電力の安定供給を担っています。

2013年度には1号機の廃止と、発電電力量当たりの二酸化炭素排出量低減に寄与できるコンバインドサイクル発電方式を採用する5号機の運転開始を予定しています。



## 鹿島北共同発電(株)　鹿島北共同発電所

所在地:神栖市

鹿島東部コンビナート北グループ各社に電気と蒸気を供給するエネルギーセンターです。ボイラー４缶、タービン発電機６機、発電能力64万8,840kWを有する国内最大級の自家発電会社です。同社は安価な電気・蒸気の提供を目指し、ボイラー２缶を石油コークス燃料を用いて営業運転を行っています。さらに、電気集塵機で捕集された燃焼煤の有効成分を有価物として分別回収し、100%再資源化しています。





## 鹿島南共同発電（株）　鹿島南共同発電所

所在地:神栖市

鹿島臨海工業地帯・東部コンビナート南グループ各社に、電力、蒸気及び純水を生産、供給、販売している共同自家発電会社です。

1971年に運転を開始し、5缶5基、総出力21万kWの設備を持つ自家発電所で、発電用燃料は重油と天然ガスを使用し、発電を行っています。

環境保全と自然との調和を目標に、環境にやさしく、人々に愛され、信頼されるエネルギーソースを目指しています。



## 鹿島動力（株）　鹿島事業所

所在地:神栖市

波崎工業団地各社へ、蒸気、電気などを供給する共同動力会社（1975年設立）です。2005年に環境に優しい液化天然ガス（LNG）を燃料として導入、ガスタービン発電設備（2基）とガスエンジン発電設備（4基）併せて3万9,320kWの発電及び毎時48トンの蒸発能力を有するコージェネレーション設備の他、蒸気能力合計毎時105トンのボイラー（8基）を稼働しています。エネルギー供給会社として常に環境にやさしい会社、競争力ある次世代型コージェネ企業を目指しています。

# 原子力発電施設

原子力発電施設は、大きく分けて原子炉建屋とタービン建屋の2つ。原子炉の中で発生させた蒸気でタービンを回し、さらにタービンが発電機を回して電気をつくっています。



## 日本原子力発電（株）　東海第二発電所

所在地:東海村

日本初の大型原子力発電所（出力110万kW）として、1978年11月に営業運転を開始。1998年に国内原子力発電所としては初めて環境管理の国際規格 ISO14001に基づく認証を取得しました。

## バイオマス発電施設

紙、家畜糞尿、食品廃材、建設廃材、稲藁、麦藁、籾殻、間伐材・被害木、資源作物、飼料作物、デンプン系作物などを燃料にして発電する施設です。



### 北越紀州製紙(株) バイオマス発電施設

所在地:ひたちなか市

関東工場（勝田）では、建設廃材から作られた木質燃料やペーパースラッジなどを燃料とする木質バイオマス発電ボイラーの建設に取り組み、2006年から発電を開始しました。発電量は毎時4万1,000kWです。



### (株)バイオパワー勝田 木質バイオマス発電所

所在地:ひたちなか市

バイオパワー勝田では、再生原料に適さない建築廃材等の木くずチップを主体にバイオマス100%の燃料を使用し、毎時4,900kWを発電する能力があります。



### 神之池バイオエネルギー(株) 神之池バイオマス発電所

所在地:神栖市

神之池バイオエネルギー株式会社は、中国木材株式会社並びに三菱商事株式会社をそれぞれ50%ずつの株主とし、電気と蒸気を隣接する中国木材鹿島工場並びに東京電力株式会社へ供給を行う会社です。当発電所は、タービン発電機出力が2万1,000kW、ボイラーの蒸発能力最大毎時106tを有する、国内最大級のバイオマス燃料のみで稼働する発電設備です。

## 風力発電施設

風の力を利用した発電設備のある施設です。従来は高台や沿岸部などに多く建設されてきましたが、海洋上に設置する洋上風力発電にも注目が集まっています。



### (株)ウィンド・パワー・いばらき ウィンド・パワーかみす洋上風力発電所

所在地:神栖市

国内初の本格洋上風力発電所で、国内環境に適応した国産の大型風車で毎時最大1万4,000kW（2,000kW×7基）を発電します。風車を洋上に設置するため、内陸部に比べ建物や地形の影響が少なく、より安定した発電が可能になります。

また、海上に設置することにより周辺への騒音・振動の影響を軽減します。



### サミットウインドパワー(株) 鹿嶋発電所

所在地:鹿嶋市

2007年2月に商用運転を開始し、毎時最大2万kW（2,000kW×10基）を風力エネルギーにより発電し、発電した電気を環境付加価値分を含めて全量を東京電力株式会社へ供給しています。



### 波崎ウインドファーム(株)

所在地:神栖市

2004年3月、12基の風車が海岸線に一直線に立ち並ぶ形で完成し、毎時最大1万5,000kW（1,250kW×12基）の風力発電を行っています。

## 水力発電施設

水が落下するときのエネルギーを利用して発電を行う施設です。
水路式発電、ダム式発電、ダム水路式などの種類があります。



### 東京発電(株)
### 石岡第一発電所　ほか

所在地:北茨城市ほか

茨城県内には同社の水力発電所が14発電所あり、出力の合計は最大で約1万8,000kWです。石岡第一発電所は1911年に発電を開始しており、5,500kWの出力があります。

## 太陽光発電施設

太陽電池を利用し、太陽光のエネルギーを電力に変換できる発電設備です。昼間の電力需要ピークの緩和に期待されている発電方法です。




### (株)LIXIL（リクシル）
### 茨城県坂東市LIXILつくば SOLAR POWER

所在地:坂東市

2011年1月より発電を開始。同年3月25日より本格稼働を開始しました。本施設は坂東市の同社岩井工場内に建設されています。発電出力は3,750kWで東京電力株式会社へ供給しています。



### 茨城県企業局
### 太陽光発電設備 水戸浄水場 ほか

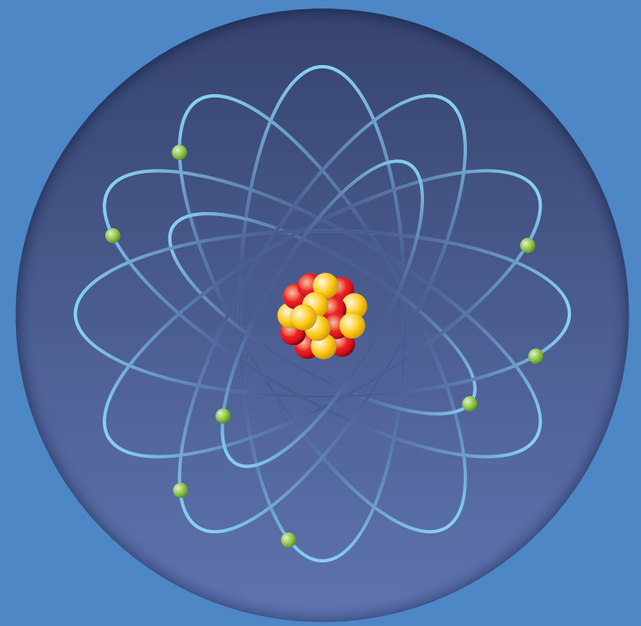
所在地:那珂市ほか

企業局の3つの浄水場に太陽光発電設備が設置されています。2011年7月に水戸浄水場で発電を開始した設備は1,000kWの出力で、自家消費されるほか、余剰分は東京電力株式会社へ供給しています。



2

# 原子力と放射線の基礎知識



福島第一原子力発電所の事故以来、ニュースや新聞に“ベクレル”“シーベルト”“半減期”“放射性物質”など、それまで聞いたこともなかった言葉や単位がたくさん登場しました。ではそもそも、ベクレルやシーベルトとはどんなもので、放射線はいったいどのくらい人体に影響を与えるのでしょうか?

# ウランの特徴

**Point** 天然に存在する元素の中で最も重い元素、それがウランです。

ウランは天然に存在するものでは最も重い元素で、原子番号は92です。

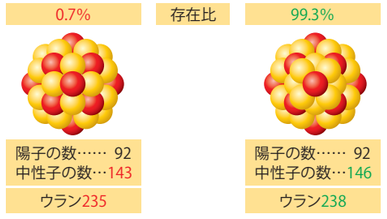
ウランには、核分裂を起こしやすいウラン235と、核分裂しにくいウラン238があります。

ウラン235は92個の陽子と143個の中性子を持っており、ウラン238は92個の陽子と146個の中性子を持っていますが、このように、原子番号が等しくて、質量数が異なるものを同位体（アイソトープ）といいます。

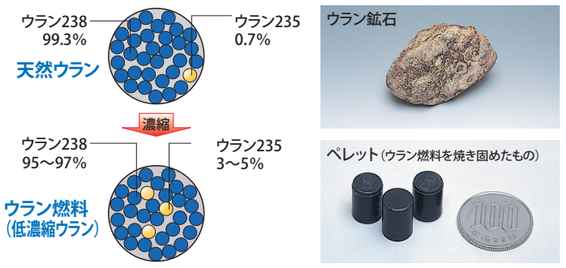
しかし、天然のウラン鉱石の中には、ウラン235は約0.7%しか含まれていません。原子炉の中で効率よくウランを核分裂させるため、一般的な原子力発電ではウラン235を3〜5%に濃縮したものを燃料として使用しています。

**ウランの同位体（アイソトープ）**

ウラン235は92個の陽子と143個の中性子を持っており、ウラン238は92個の陽子と146個の中性子を持っています。



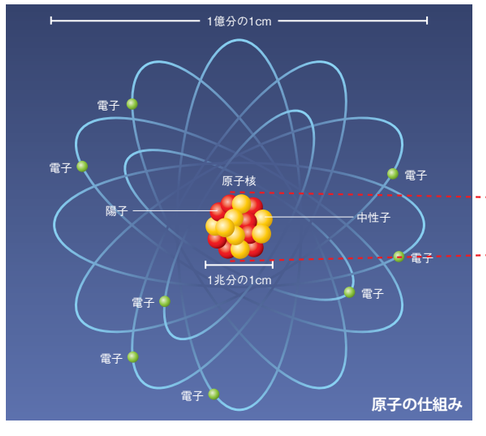

**天然のウラン鉱石からウラン235を取り出し、ウラン燃料へ**



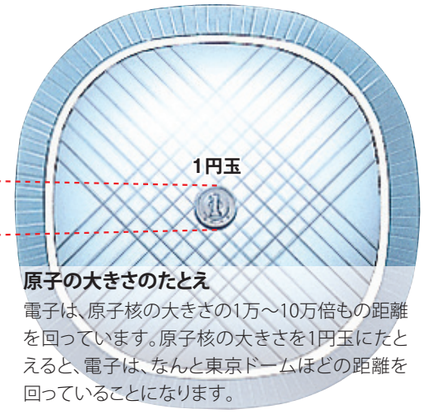

天然に存在するウランは、主にウラン235と238からなります。 出典：「原子力図面集」2007年版

すべてのものは原子で構成されています。その中心には原子核があり、周囲を電子が回っています。

原子核は陽子と中性子が集まって構成されています。陽子は正、電子は負の電荷を帯びていて、中性子は電荷を帯びていません。陽子の数は原子（元素）の種類によって違い、その数が原子番号にあたります。




**東京ドーム**




**原子の大きさのたとえ**

電子は、原子核の大きさの1万〜10万倍もの距離を回っています。原子核の大きさを1円玉にたとえると、電子は、なんと東京ドームほどの距離を回っていることになります。





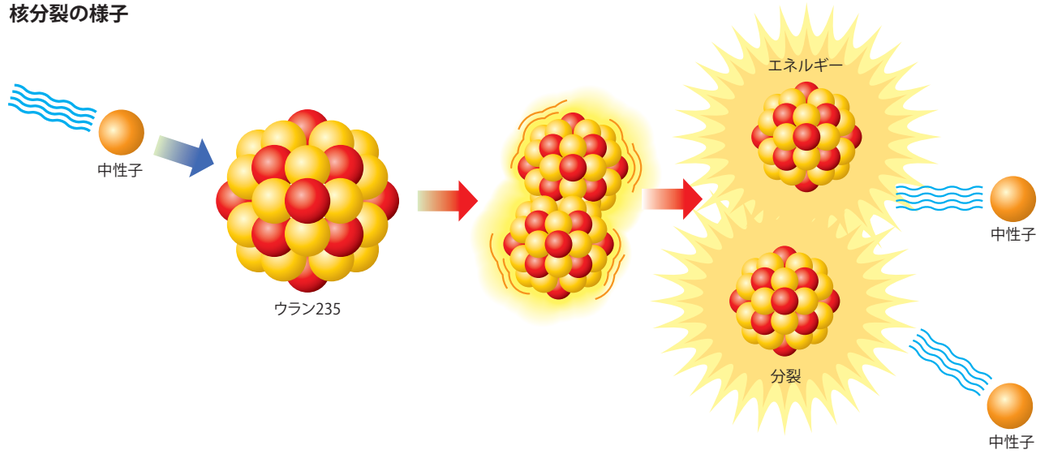
# 核分裂

**Point** 中性子がウラン等の原子核にぶつかることで、2つ以上に分裂する現象を核分裂といいます。

ウランの原子（ウラン235）に中性子を当てると、原子核が2つ以上に割れます。この分裂を核分裂といい、これにより多くの熱エネルギーを放出し、同時に放射線を出します。

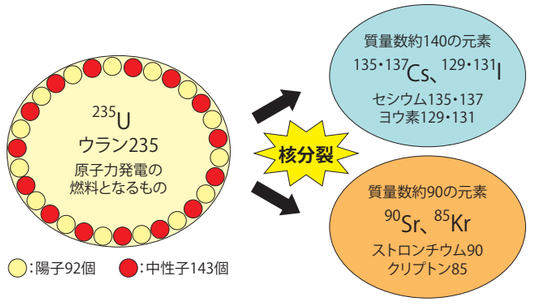
核分裂によって生まれた物質（核分裂生成物）の総量は、核分裂する前の原子核より軽くなっています。この差が、エネルギーになります。このとき中性子が2〜3個飛び出し、他のウラン原子に当たることで、次々と核分裂を引き起こします。これを「核分裂の連鎖反応」といいます。

**核分裂の様子**




column

**ウランの代表的な核分裂生成物**




**■ウランから生まれるセシウム、ヨウ素、ストロンチウム**

ウラン235は中性子を吸収すると不安定になり、すぐに2つの原子核に分裂してしまいます。分裂した後の原子核の組み合わせは一定ではなく、さまざまな種類の原子核が出てきますが、質量数（陽子と中性子の個数の合計）が約140と約90に近い元素が作られやすく、その代表的なものがセシウム、ヨウ素、ストロンチウムなどです。福島の原発事故後、よく耳にした名前でしょう。

これら元素のうちヨウ素131、セシウム137、ストロンチウム90などが、ウランの核分裂で生まれる代表的な放射性物質です。たとえば不安定な原子核セシウム137は、ベータ線を出してほとんどがまずバリウム137mとなり、さらにガンマ線を放出して安定なバリウム137に変わります。なお、同じく事故後によく聞くセシウム134は、ウランの核分裂では出てきません。ウランが核分裂するとキセノン133が生まれます。キセノン133は崩壊してセシウム133となり、これが原子炉の核燃料の中にあると、核分裂の際に中性子をつかまえてセシウム134になるのです。セシウム134の量は、原子炉の運転期間や使用済み核燃料がどのくらいの期間使用されていたかを反映します。

放射性物質は、各種の放射線（P24の表参照）を出して他の元素に変わり、量はしだいに減っていきます。これにより放射能が半分になる時間が「物理学的半減期」です。

# 臨界

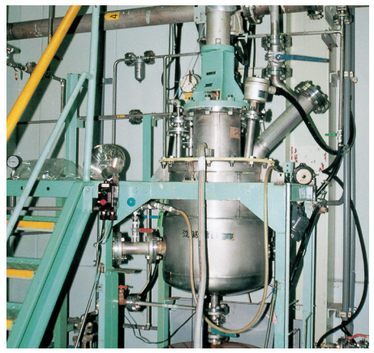
**Point** 核分裂の連鎖反応が一定の割合で持続している状態が臨界です。

臨界とは、ウラン235の核分裂の連鎖反応が一定の割合で持続している状態を指します。つまり、原子炉が稼働しているということは、内部で臨界が起こっているということでもあるのです。

**column**

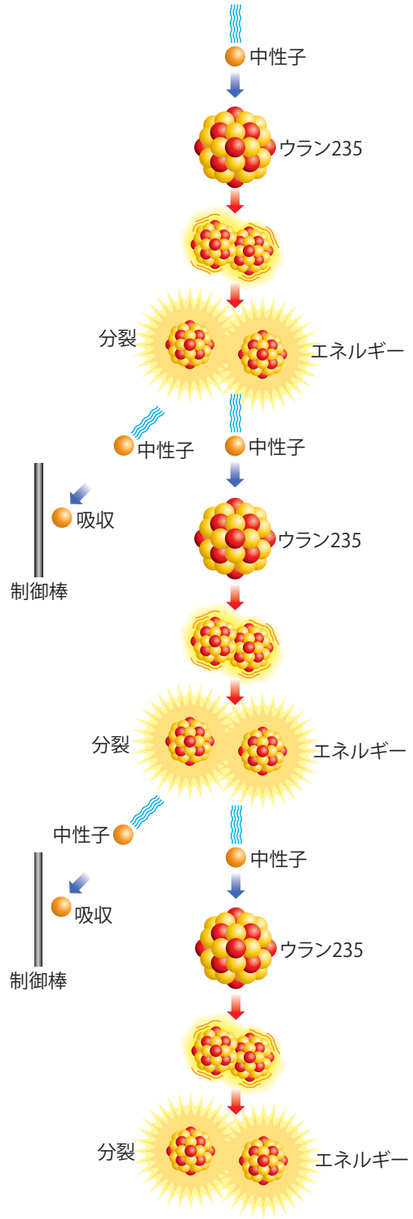
原子炉は制御棒の出し入れによって人為的に核分裂の発生率を調節することができるので、臨界に達するのは、あくまでも原子炉内であることが大原則です。

1999年に東海村で発生した臨界事故では、原子炉のように臨界になることを想定してつくられていない沈殿槽において臨界が起こり、約20時間にわたって緩やかな核分裂反応が継続しました。また、放射線を防ぐ厚いコンクリートの壁もなかったため、中性子線などの放射線が外部に放射される結果となりました。



事故を起こしたウラン加工施設の沈殿槽

**臨界の仕組み**






# 放射線と放射能

**Point** 放射線とは目には見えないエネルギーの光線のようなもので、放射能とは放射線を出す能力や性質をいい、放射性物質とは放射能のある物質そのものを表します。

**放射線・放射能・放射性物質の違い**




酸素や水素といった元素の原子核は、基本的には安定していて壊れることはありません。しかし、ウランやラジウム、トリウムなどは、自然に壊れて他の原子に変わり、このときに放射線が放出されます。

放射線と放射能はよく混同されますが、意味が違います。

たき火にたとえると、熱線が放射線で、熱源・火の粉が放射性物質、そして熱線を出す能力のことを放射能といいます。

**放射線の種類と被ばくとの関連**

| 種類 | 本質 | 透過力 | 備考 |
|---|---|---|---|
| アルファ線（α線） | 陽子2個、中性子2個からなる粒子 | 極めて小さい。紙1枚で止まる。皮ふの角質層で止まる。空気中で～4cm程度の飛程 | 体外被ばくは考えなくてよい。α核種の体内摂取は危険度が高い（β、γ線の20倍）。 |
| ベータ線（β線） | 電子 | 小さい。厚さ数mmのアルミニウムやプラスチックで止まる。空気中で～5m程度の飛程 | 体外被ばくは皮ふだけが問題。β核種が沈着した体内組織に影響を与える。 |
| ガンマ線（γ線）エックス線（X線） | 電磁波（光子） | 大きい。鉛やコンクリートなど高密度の物質で止まる。 | 透過力が大きく、体外からの被ばくの主要原因。 |
| 中性子線（η） | 中性子 | 大きい。パラフィン、水などの水素の多い物質で止まる。 | 電荷を持たないため透過力が大きく、体外被ばくの原因となる。 |

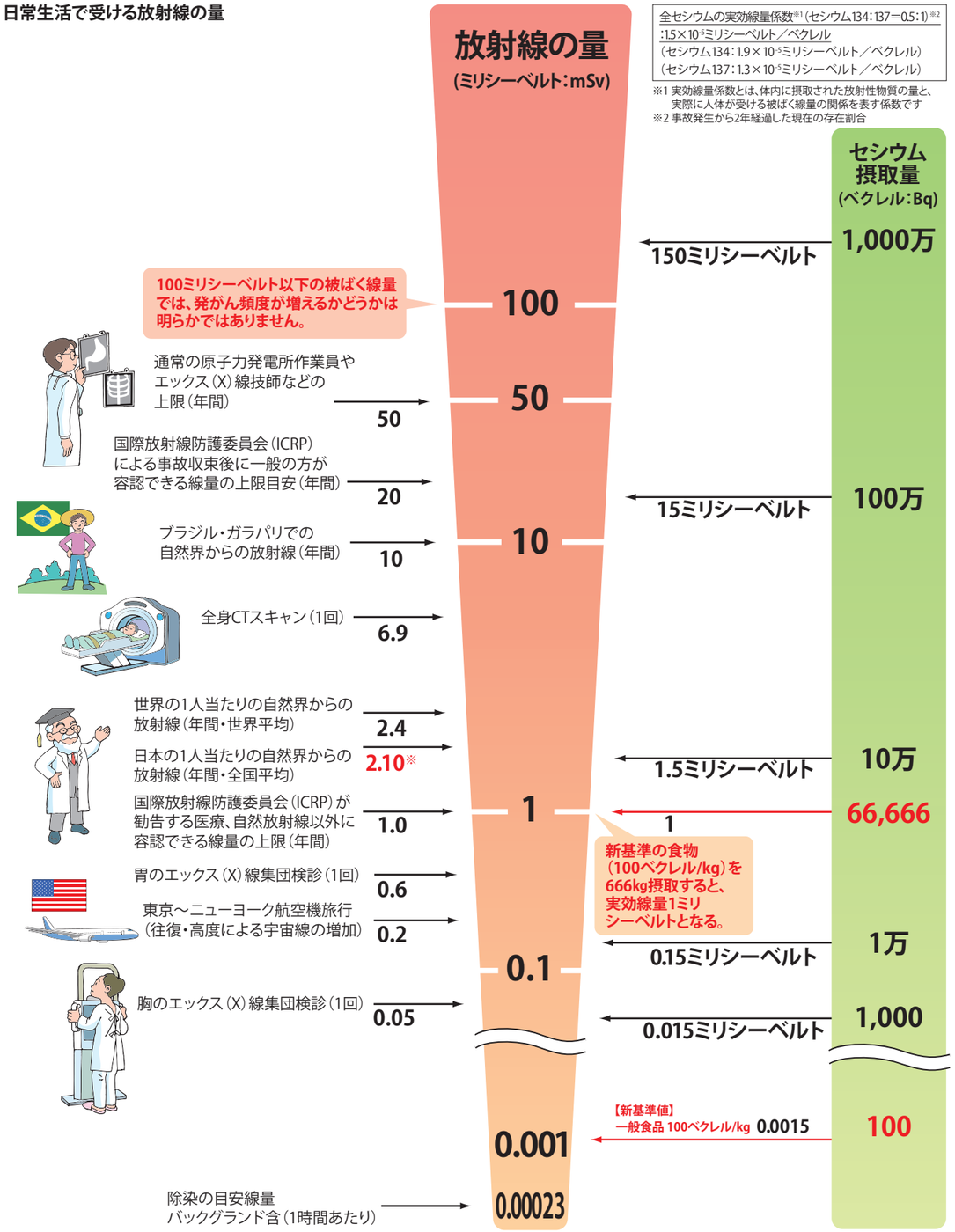
**放射線量、放射能の単位**

**0.001シーベルト（Sv）＝1ミリシーベルト（mSv）＝1,000マイクロシーベルト（μSv）**

| | 単位 | 記号 | 解説 |
|---|---|---|---|
| 放射線量に関する単位 | グレイ | Gy | 放射線が物質にあたったとき、その物質や人体にどれだけのエネルギーが吸収されたかを表す単位。 |
| | シーベルト | Sv | 人体が放射線を受けたとき、その影響の度合を表す単位。 |
| 放射性物質が放射線を出す能力に関する単位 | ベクレル | Bq | 1秒間に何個の原子核が壊れるかを表す単位。 |

放射線には、自然放射線と人工放射線があり、私たち日本人は、自然放射線を1 人当たり平均で2.10ミリシーベルト（年間）受けています。人工放射線はレントゲン撮影などに利用されています。大量の放射線を一度に受けると身体に深刻な影響をもたらす恐れがあります。

**日常生活で受ける放射線の量**




本図は、セシウムを体内に取り込んだ場合に人体が受ける放射線量（成人が体内摂取後50年間で受けることになる線量）を表したものであり、例えば、100ベクレルのセシウムを体内に飲食により取り込んだ場合に人体が受ける放射線量は、0.0015ミリシーベルトとなります。

※出典：「新版·生活環境放射線（国民線量の算定）」原子力安全研究協会 2011年発行より

# 放射線障害

**Point** 原子力事故などで大量の放射線を一度に受けると、身体に深刻な影響をもたらす恐れがあります。

私たちは自然界にある放射線や放射性物質によって一人当たり平均で年間2.10 ミリシーベルトを受けています（日本平均）。このような被ばくなら身体に影響はありませんが、原子力事故などにより一度にたくさんの放射線を受けた場合は、深刻な影響をもたらすことになります。

放射線が身体に及ぼす影響には、身体的影響と遺伝的影響の2種類があります。身体的影響には、被ばく後数日から数ヵ月以内に現れる急性障害と、数年から数十年後に現れる晩発障害があります。

遺伝的影響は、被ばくした子孫に影響が出るものをいいます。人体に対する遺伝的影響と放射線の因果関係については、研究されていますが、明らかになっていません。

**被ばく線量と健康への影響の関係について**

健康への影響は、障害の現れる時期により、急性障害と晩発障害に分類されます。それぞれの特徴は次のとおりです。

**急性障害**

被ばくから数日～数ヵ月の間に症状が現れます。

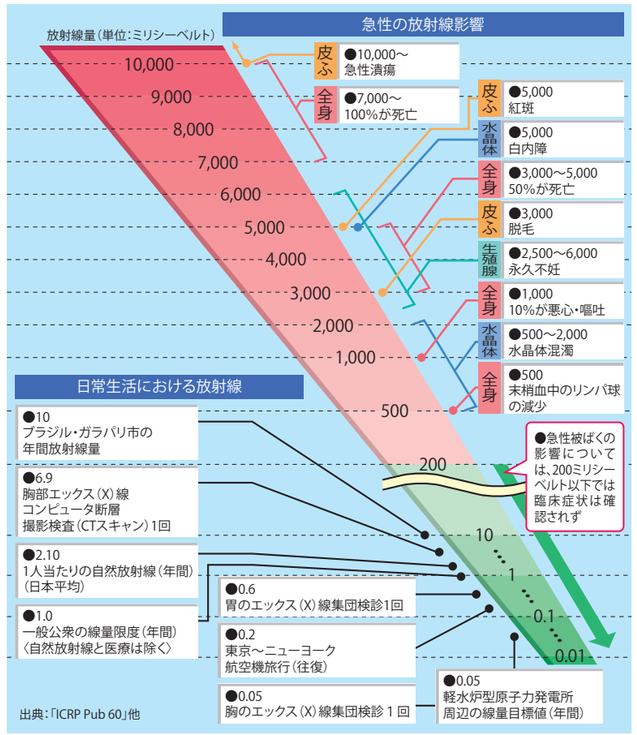
1. 被ばく線量がある線量以上でないと現れることはありません。
   - 1,000ミリシーベルト以上
   - ▼
   - 一時的な脱毛、皮膚の障害
2. 致死線量（何も医療行為をしなければ）
   - 全身に約4,000ミリシーベルト
   - ▼
   - 半数の人が数ヵ月以内に死亡

**晩発障害**

被ばくから長期間たってから発症します。
（例：発がん、白内障）

1. 1,000ミリシーベルト以上（文献によっては500ミリシーベルト以上）の被ばくを受けた集団では明らかに発がん頻度が増えます。
2. 放射線に被ばくしなくても、ある頻度でがんは発症し、自然発症と被ばくによるがんを区別することはできません。100ミリシーベルト以下の被ばくでは、本当に発がん頻度が増えるかどうかは明らかではありません。
3. 低い線量を長期間被ばくする場合は、同じ総線量を短時間に被ばくする場合よりも影響が小さくなることが分かっています。

**放射線量と急性の放射線影響**




**column**

### がんの発生について

がんは、喫煙、食事・食習慣、ウイルス、大気汚染など、さまざまな要因で起こることが分かってきています。同様に、放射線もその要因の一つと考えられていますので、普段の生活の中でも放射線を受ける量をできるだけ少なくすることが大切です。

# 外部被ばく

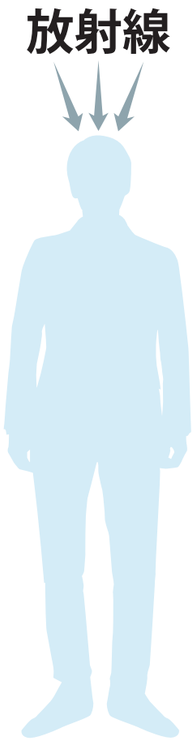
**Point** 放射性物質が体の外部にあり、体外から被ばくすることを「外部被ばく」といいます。

外部被ばくは、大地からの放射線や宇宙線などの自然放射線、エックス（X）線撮影などの人工放射線を体の外から受けることです。また、体の表面（皮ふ）や着ている服に付着した放射性物質からの放射線を受けた場合も外部被ばくとなります。

通常、放射線は体にとどまることはないので、放射線を受けたことが原因で、人やものが放射線を出すようになることはありません。

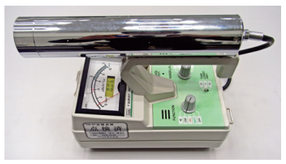
### 外部被ばくの主な特徴

1. 放射線に当たっているときだけ被ばくします。
2. 放射線のうちガンマ線は人体内部組織まで透過するため、外部被ばくを評価する主な対象となります。
   福島第一原子力発電所から放出された放射性セシウムが、地表に沈着した地域は、セシウムから放出されるガンマ線のため放射線量率が他の地域と比べて比較的高くなります。
3. 放射線のうちアルファ線は透過力が弱い（空気中4cm程度で止まる）ため、外部被ばくにおいてはほとんど影響ないと考えられています。
4. 放射線のうちベータ線の影響は皮ふのみなので、外部被ばくにおいては皮ふへの被ばく量を必要により評価します。
5. ガンマ線による被ばく線量は、放射線測定器で容易に測定可能です。




### 外部被ばく線量を測るための測定器

#### ①空間放射線量の測定



**NaIシンチレーションサーベイメータ**

NaIはヨウ化ナトリウムのことで、放射線が当たると光る物質（シンチレーター）です。この性質を利用し、主に空間のガンマ線の量を測り、外部放射線による被ばく線量率を調べるための測定器です。（単位：μSv/h）

【測定方法】
（平均的な放射線量測定を目的とした場合）

①くぼみ、建物の近く、木の下、建物からの雨だれの跡・側溝・水たまり、草地・花壇の近く、石塀近くで測るのはさける。
②本体と検出部（プローブ）をビニールなどで覆い、測定対象からの汚染をさける。
③地表から高さ1mのところで、検出部（プローブ）を地表面と平行にし、なるべく体から離して測る。
④正しい応答が得られるまでの時間の目安は10秒とし、30秒待って値を読み取る。
⑤1点での計測回数は1回。
⑥記録する場合には、ノートなどにメモする。

#### ②個人の被ばく線量の測定



**ポケット線量計**

個人が一定期間に受けた外部被ばく線量を測る測定器です。（単位：μSv）
※市販のポケット線量計の使用方法については、それぞれの説明書を参考にしてください。



# 内部被ばく

**Point** 放射性物質が体の内部にあり、体内から被ばくすることを「内部被ばく」といいます。

内部被ばくは、水や食物などを摂取したり、空気を吸ったり、傷口から取り込んだりすることにより、放射性物質を体内に取り込んでしまうことによって起こります。

放射性物質を含んだ食物を人間が大量に摂取すると、長寿命の放射性核種（ストロンチウム90、セシウム137など）が体内に蓄積し、そこから出る放射線によりダメージを受ける可能性があります。

内部被ばくを防ぐには、放射性物質を体内に取り込まないようにすることが大切です。

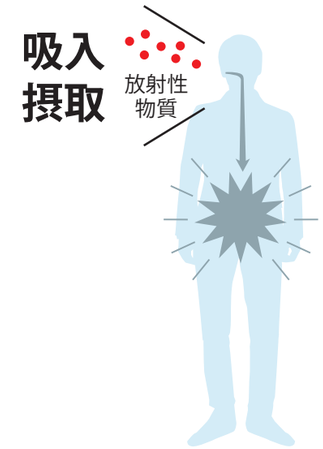
### 内部被ばくの主な特徴

1. 体内に入った放射性物質には特定の臓器に沈着するものがあり、沈着部位が特に多く被ばくします。
   ヨウ素は甲状腺に、セシウムは主に筋肉に沈着することが知られています。
2. 放射性物質が排出されるまでの間、被ばくが続きます。
   セシウム137の場合、物理学的半減期は30年ですが、体外への排出や代謝による生物学的半減期は110日（成人）です。

**生物学的半減期**　体内に入った放射性物質の量が、物理学的半減期を加味しないとした場合に、排泄や代謝により、初めの量の1/2にまで減少する時間。

| 元素 | 物理学的半減期 | 生物学的半減期（データの一例） | 元素 | 物理学的半減期 | 生物学的半減期（データの一例） |
|---|---|---|---|---|---|
| ヨウ素（I） | ヨウ素131の場合 8.0日 | 乳 児…11日<br>5歳児…23日<br>成 人…80日 | セシウム（Cs） | セシウム137の場合 30年 | 乳 児… 9日<br>5歳児… 38日<br>成 人…110日 |

3. 放射性物質が含まれる食物を食べたり、空気中のガス状や粒子状の放射性物質を呼吸により、どれだけ取り込んだかを調査して、被ばく線量を計算により求めます。




**核種別の物理学的半減期（例）**

| 核 種 | 半減期 | 核 種 | 半減期 |
|---|---|---|---|
| ラドン222 | 3.8日 | プルトニウム239 | 2.4万年 |
| ヨウ素131 | 8.0日 | ウラン238 | 45億年 |
| コバルト60 | 5.3年 | カリウム40 | 12.5億年 |
| ストロンチウム90 | 28.8年 | 炭素14 | 5,700年 |
| セシウム134 | 2.1年 | ルビジウム87 | 492億年 |
| セシウム137 | 30.2年 | 鉛210 | 22.2年 |
| ラジウム226 | 1,600年 | ポロニウム210 | 138.4日 |

### 身体の沈着部位

摂取された放射性物質は核種により沈着する部位が異なります。




### 放射性物質による汚染の有無を測定

**GMサーベイメータ**

発明した2人の科学者（ガイガー、ミュラー）の名前から名づけられた、主にベータ線の量を測る測定器です。身体や物品の表面に放射性物質が付着しているかどうかを調べるのに利用します。（単位：cpm）



### 放射線測定器

**ホールボディカウンター**

内部被ばく線量を調べるために、人間の体内に摂取され沈着した放射性物質の量を体外から測定する装置。



# 飲食物の摂取制限

**Point** 安全な食品を食卓に届けるため、放射性物質の新しい基準を定め、市場に流通している食品の検査を継続して行っています。

厚生労働省では、福島第一原子力発電所の事故を受け、食品中の放射性物質の暫定規制値を設定し暫定規制値を超える食品が市場に流通しないよう出荷制限などの措置を行ってきました。2012年4月1日には、よりいっそう、食品の安全と安心を確保するために、長期的な観点から新たな基準値を設定しました。

## 【新基準値の基になっている考え方】

### 年間1ミリシーベルト

各国の放射線関連の基準や法律の基礎になっているさまざまな基準を作っているICRP（国際放射線防護委員会）の基準では、事故などのない普通の状況では「一般人の自然被ばくと医療被ばくを差し引いた被ばく量は年間1ミリシーベルト以下に抑える」と定めています。ただし、この年間1ミリシーベルトという値はあくまで社会的な「目安」であって、安全と危険の境目の数値ではありません。

**放射性セシウムの新基準値**

| 食品群 | 基準値（単位：Bq/kg） |
|---|---|
| 一般食品 | 100 |
| 乳児用食品 | 50 |
| 牛乳 | 50 |
| 飲料水 | 10 |

※放射性ストロンチウム、プルトニウムなどを含めて基準値を設定

### 食品の汚染割合

新基準値では、食品の汚染割合を50%と設定しています。これは食品の国際基準を作るFAO（国際連合食糧農業機関）とWHO（世界保健機関）の合同会議であるコーデックス委員会が定めている放射性物質に関するガイドラインで、「すべての食品が汚染されていると仮定せず、代わりに汚染国から輸入される食品の割合（占有率）」という考え方を採用しているためです。これに基づき、日本の食料自給率（平成22年度はカロリーベースで39%）などとの関係から、流通する食品の半分が汚染されているという安全サイドの想定の下に基準値が設定されています。

### 放射性セシウム

福島第一原子力発電所事故直後に定められた「暫定規制値」では、放射性ヨウ素、ウラン、プルトニウム、超ウラン元素も含まれていましたが、事故から2年近くが経過し、セシウム以外の放射性物質の量はかなり少なくなっています。このため新基準はもっとも測定しやすい放射性セシウムによって、他の放射性物質を代表させようという考えに基づいて設定されました。セシウムの量をもとにして他の放射性物質の量を推定し、すべての放射性物質からの内部被ばくに与える影響を考慮して決められています。

column

### 飲食物中の放射能の測定

**ゲルマニウム半導体検出器**

セシウム137、コバルト60などの放射性物質から出ているガンマ線を捕らえることで、その量を測定する装置です（単位：Bq）。県の環境放射線監視センターでは、人が摂取する可能性のあるさまざまな試料を原子力施設周辺から定期的に採取し、それらに含まれる放射性物質の量を測定しています。



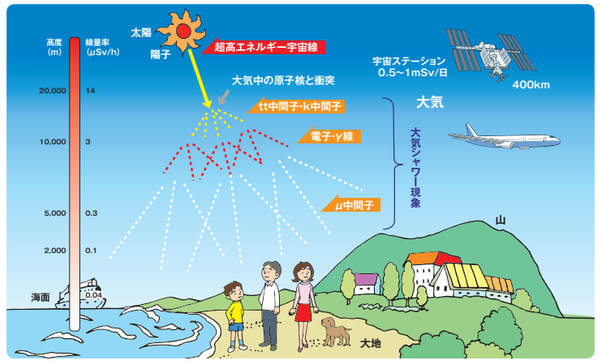
# 自然に存在する放射線

**Point** 日常生活の中でも、常に宇宙と大気、大地から放射線を受けています。

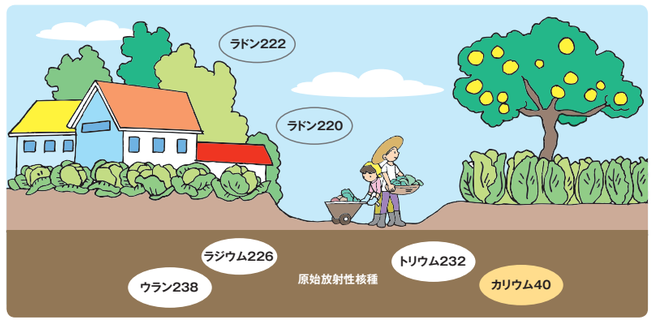
地球には、宇宙から宇宙線が降り注いでいますが、この宇宙線は放射線の一種です。高度の高い場所に行くほど、より多くの宇宙線を受けることになります。

また、大気中には、大地からしみ出しているラドンが浮遊しており、世界中どこにでも存在しています。このラドンから受ける放射線量は約0.46※ミリシーベルト（日本平均）となります。

さらに、大地の岩石や土などに放射性物質が含まれているため、大地からも放射線を受けています。例えば、関東地方と関西地方を比べると、関西地方の方が年間で2～3割ほど自然放射線の量が高くなっています。これは、関西地方では、大地に放射性物質を比較的多く含む花こう岩が多く存在しているからです。




**高い場所に行くほど、より多くの宇宙線を受けます。**
例えば、ジェット機で東京～ニューヨーク間を往復（約20時間）した場合でも、地上にいる時より高い放射線を受けることになります。宇宙線から受ける放射線量は、約0.3ミリシーベルト（日本平均）となります。




**大地からも放射線を受けています。**
大地の岩石や土などに放射性物質が含まれているため、大地からも約0.33※ミリシーベルト（日本平均）の放射線量を受けています。

※出典：原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告、「新版・生活環境放射線（国民線量の算定）」原子力安全研究協会 2011年発行より






**放射線を目で見るには？**
黒くぬった霧箱の中を、冷やしたエタノールの蒸気でいっぱいにしておきます。エタノールの蒸気はちょっとした刺激で液体になる状態に保っておきます。そして、そのなかを放射線が通ると、放射線が通ったあとが飛行機雲のようになるので、放射線がどう動いたかを目で見ることができます。この霧箱は東海村の原子力科学館にあります。

放射線が通った跡が実際に見える

# 体の中にある自然放射性物質

**Point** 食べ物や飲み物、大気に含まれる自然放射性物質が体内に取り込まれることでも、私たちは放射線を受けます。

大地や大気、海中や雨水などに含まれる自然放射性物質を吸収した食べ物、飲み物を口にしたり、また呼吸することでも私たちの体は放射線を受けます。これらの自然放射性物質は動植物には欠かせない元素です。例えばカリウムは、神経の情報伝達など、生き物が生きていくためには絶対に必要なもの。私たちの体内には、体重のおよそ0.2%のカリウムがあるとされており、量はだいたい一定になるよう調整されています。

自然界にあるカリウムのほとんどは安定的な元素ですが、1万分の1くらい不安定なカリウム40が混ざっています（ただし半減期は12億5千万年）。体内のカリウムの量がほぼ一定で、自然界のカリウムの約1万分の1が放射性のカリウム40であるということは、私たちの体の中に常にほぼ一定量のカリウム40があるということです。つまり、カリウム40が体内で出す放射線を常に私たちは受けていることになります。

## 体内の主な放射性物質から受ける内部被ばく線量

**トリチウム**※2
（1日の食物及び飲料水からの水の摂取量を2.5Lとした場合）
……0.0000082ミリシーベルト/年

**炭素14**※2
（1日の摂取量を0.3kgとした場合）
……0.0025ミリシーベルト/年

**カリウム40**※2
……0.17シーベルト/年

（カリウム40の場合）

●体内のカリウム40の存在量
天然のカリウム1gには、カリウム40が31.9ベクレル存在します。※1
カリウムは、成人の体内に1kg当たり2g含まれていること※2から、体重60kgの成人の体内には約3,828ベクレルのカリウム40が存在することとなります。

●カリウムの年間摂取による内部被ばく線量
（内部被ばくによる預託線量）
カリウムの1日の平均摂取量が2287mgであり※2、カリウム40の実効線量換算係数が6.2×$\frac{1}{100万}$（ミリシーベルト/ベクレル）であることから、カリウムを1年間摂取したときの平均的な放射線量（内部被ばくによる預託線量）は、約0.17ミリシーベルトになります。

※1 「新版・生活環境放射線（国民線量の算定）」原子力安全研究協会 2011年発行より
※2 公益財団法人 環境科学技術研究所資料より

## 内部被ばく（預託実効線量※）の計算式

**食べ物からの内部被ばくは、摂取したベクレル数がわかれば、次の式でシーベルトが計算できます。**

（内部被ばく量シーベルト）＝（摂取したベクレル数）×（線量換算係数）

※摂取したベクレル数は、食べ物の「放射能濃度」（ベクレル/kg、ベクレル/L）に「摂取量」（kg、L）をかけることで求められます。線量換算係数は、預託実効線量係数または預託組織等価線量係数を用います。ここで、計算されるシーベルトは、今後70歳まで（大人は50年間）に被ばくする量になります。それが「預託」と呼ばれる理由です。

放射性セシウムによる全身被ばくの預託実効線量換算係数（マイクロシーベルト／ベクレル）

| | セシウム-137 | セシウム-134 |
|---|---|---|
| 乳児（3ヵ月） | 0.021 | 0.026 |
| 幼児（1歳まで） | 0.012 | 0.016 |
| 子供（2–7歳） | 0.0096 | 0.013 |
| 成人 | 0.013 | 0.019 |

（計算例）
セシウムの新基準値（100ベクレル/kg）の食物を摂取した場合の人体が受ける放射線量（内部被ばく量）

100ベクレル×1kg×0.015＝1.5マイクロシーベルト
100ベクレル×666kg×0.015＝1000マイクロシーベルト

事故でセシウム137とセシウム134が放出されましたが、事故発生から2年経過した現在の存在割合が1:0.5であることから、預託実効線量係数は次のとおりとなります。

セシウム-137:0.013　セシウム-134:0.019
（0.013×1+0.019×0.5）／1.5=0.015

新基準値の食物を666kg摂取すると、内部被ばく量が1ミリシーベルト（1000マイクロシーベルト）になります。

放射性ヨウ素による甲状腺被ばくの預託組織等価線量換算係数（マイクロシーベルト／ベクレル）

| | ヨウ素-131 |
|---|---|
| 乳児（3ヵ月） | 3.7 |
| 幼児（1歳まで） | 3.6 |
| 子供（2–7歳） | 2.1 |
| 成人 | 0.43 |



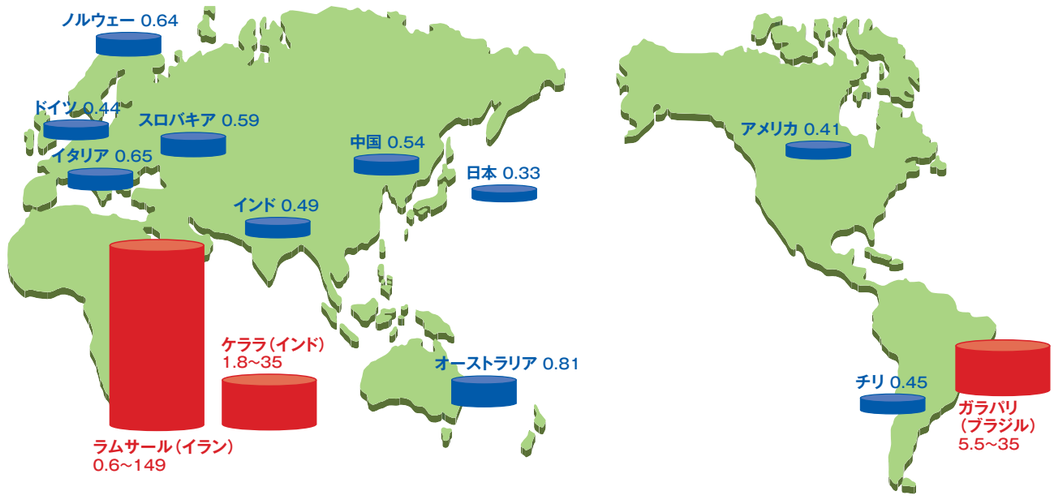
# 世界の放射線レベルの高い地域

**Point** 世界には大地放射線の量が日本の数倍以上の地域がありますが、地域による違いにはいろいろな原因があります。

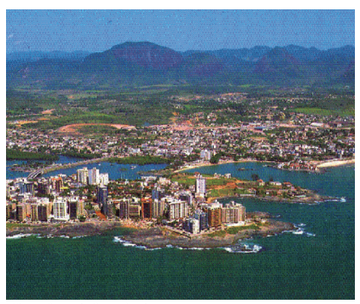
世界には大地放射線の量が日本の数倍以上の地域があります。例えば、中国の広東省にある陽江県、インドのケララ州を含む西海岸、ブラジルのガラパリおよびイランのラムサールなどが有名です。

近畿大学の森嶋彌重教授によって1993年国連科学委員会報告書よりまとめられた『世界各地の大地から受ける年間の自然放射線量』によると、大地放射線が多くなるのには、いろいろな原因があります。中国広東省の陽江、インドのケララとブラジルのガラパリでは、放射線を出すトリウムという元素を含む砂が原因であり、イランのラムサールは温泉の噴出によってたまったラジウムという放射性元素が原因です。

世界各地の大地から受ける年間自然放射線量（単位：ミリシーベルト／年）




出典：（財）電力中央研究所 電中研ニュース451号（国連科学委員会報告書（UNSCEAR 2000）により作成）
ガラパリのみ1993年国連科学委員会報告書等より作成
日本のみ「新版・生活環境放射線（国民線量の算定）」原子力安全研究協会 2011年発行より


ガラパリ（ブラジル）
（写真提供：（財）体質研究会）


ラムサール（イラン）


ケララ（インド）

# 放射線の多様な利用・開発

**Point 茨城県は、放射線を医療・農業・工業など幅広い分野で利用するための研究・開発拠点になっています。**

茨城県には東海村の日本原子力研究開発機構を初め、筑波大学陽子線医学利用研究センター（つくば市）、放射線育種場（常陸大宮市）など、放射線を利用した新しい科学技術や産業を生み出すため、原子力の基礎からその応用までの研究開発に携わる機関が多数立地しています。

## 原子力エネルギー分野





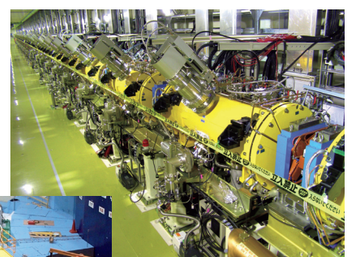
カブトムシ中性子ラジオグラフィ画像

### 独立行政法人　日本原子力研究開発機構<br>東海研究開発センター<br>原子力科学研究所（東海村）

JRR-3は、昭和37年に、わが国初の国産研究炉として利用を開始し、多くの研究に広く活用されてきました。

JRR-3に設置された利用設備を用いて、種々の中性子ビーム実験、原子力燃料・材料の照射実験、ラジオアイソトープやシリコン半導体の製造などを行っています。また、冷中性子（エネルギーの低い中性子）が利用できることから、高分子の構造解析による生命現象の解明などにも役立てられています。

## 最先端科学分野



線形陽子加速器



物質・生命科学実験施設

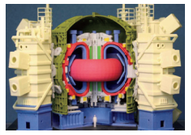
### J-PARC（東海村）

J-PARCは、これまで顕微鏡やX線では見えなかったものを、中性子を使って見るための世界有数の大型研究施設です。電気自動車のリチウムイオン電池の開発や、私たちの体を作っているアミノ酸の構造を調べたり、小柴昌俊博士がノーベル物理学賞を受賞した「素粒子（ニュートリノ）」の研究など、数多くの研究に利用されています。J-PARCは、国内の大学や研究所だけではなく、世界各地から研究者が集まる国際的な最先端研究施設でもあります。

## 核融合分野



JT-60実験棟の外観



JT-60SAの完成予想図（模型）

### 独立行政法人日本原子力研究開発機構<br>那珂核融合研究所

核融合エネルギーの実用化をめざして、核融合に関する研究開発を総合的に行っています。1996年には世界最大級の核融合実験装置JT-60によって、エネルギー増倍率（発生パワーと投入パワーの比）が1となる臨界プラズマ条件を等価的に達成しました。現在は超伝導装置JT-60SAへの改修を日欧で進めています。また、フランスで建設中の国際熱核融合実験炉イーター計画※においても重要な役割を担っています。

※イーター計画は、平和目的の核融合エネルギーが科学技術的に成立することを実証するために、人類初の核融合実験炉を実現しようとする超大型国際プロジェクトです。国際協力における前例のない試みで、世界最先端の研究計画のために英知が結集されています。

## 医療分野



日本照射サービス　外観



手術用かん子



真空採血管

### 日本照射サービス株式会社<br>東海センター

未使用の医療機器や医薬品容器等の滅菌処理など、照射サービス事業を行うために設立されました。医療機器をはじめ、食品容器、衛生用品、理化学器財、実験動物用飼料等の滅菌、殺菌のための照射サービス、また各種工業材料の照射改質処理サービスを、放射線照射によって行っています。



陽子線医学利用研究センター



### 筑波大学<br>陽子線医学利用研究センター<br>（つくば市）

国内唯一の大学病院に併設された陽子線治療施設で、国内で最も長い歴史をもっています。陽子線治療は、“がん”に対して用いる新しい放射線治療です。水素の原子核である陽子を光速の約60%に加速して患部に照射します。陽子線は体に入ると一定の深さでピタリと止まるので、狙った病巣に集中して照射ができます。がん病巣をくり抜くように照射することができ、正常な組織への影響を少なくできることから、副作用を抑えたがん治療として注目されています。

## 農業分野



放射線育種場ガンマーフィールド



ゴールド二十世紀

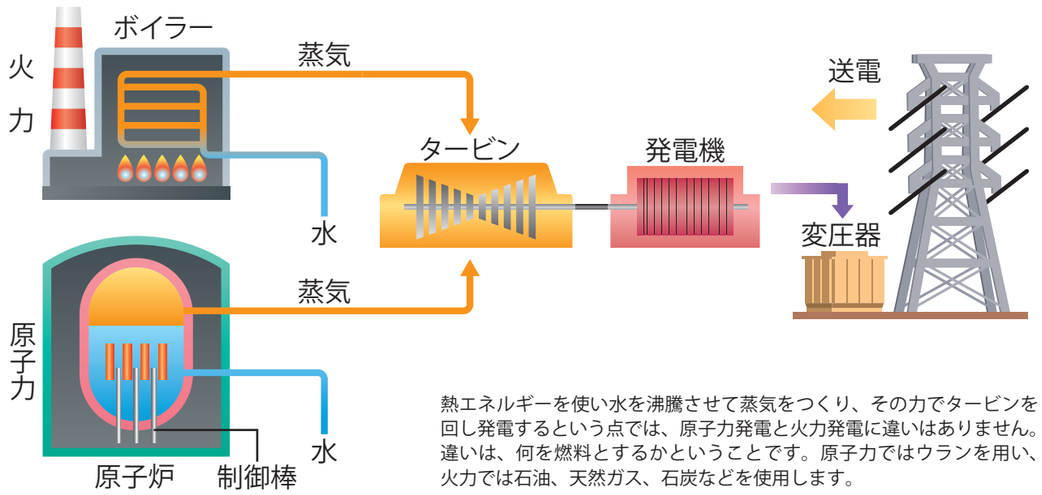
### 独立行政法人<br>農業生物資源研究所放射線育種場<br>（常陸大宮市）

世界的にも貴重な大型の屋外照射施設（ガンマーフィールド）を有する国内唯一の放射線育種の専門研究機関です。放射線を植物体や種子などに照射し、突然変異を自然界より高い確率で起こし、作り出された突然変異体を用いて新品種の育成や、突然変異が生じる仕組みの解明などの研究を行っています。これらの研究から生み出された作物の一例として、ナシ品種「二十世紀」に放射線を当てて作り出された病気に強い「ゴールド二十世紀」があり、鳥取県をはじめとした生産地から全国に出荷されています。

# 原子力発電のしくみ

Point 原子力のエネルギーは、発電にも利用されています。

**原子力発電と火力発電の仕組み**

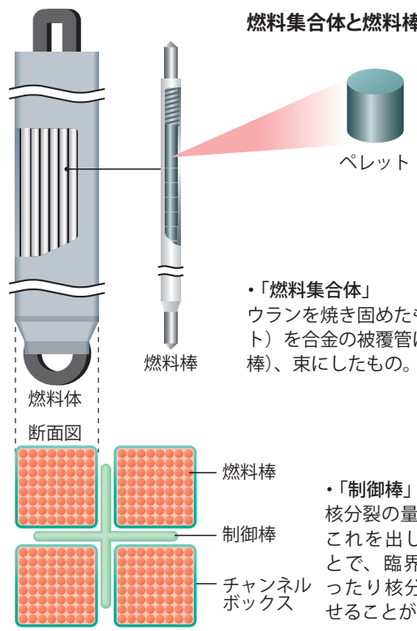



熱エネルギーを使い水を沸騰させて蒸気をつくり、その力でタービンを回し発電するという点では、原子力発電と火力発電に違いはありません。違いは、何を燃料とするかということです。原子力ではウランを用い、火力では石油、天然ガス、石炭などを使用します。

原子力発電の仕組みは、基本的には火力発電と同じです。火力発電は、ボイラーの中で石油や天然ガス、石炭などを燃やし、その熱でつくった蒸気でタービンを回していますが、原子力発電では、ボイラーの代わりに原子炉を使います。ウランの原子核が核分裂を起こす際に発生する熱エネルギーを利用してタービンを回し、発電しています。

原子炉には、世界の原子炉の約80%を占めている軽水炉の他に、重水炉、高温ガス炉、高速増殖炉があります。また軽水炉には、沸騰水型（ＢＷＲ）と加圧水型（ＰＷＲ）の2種類があります。

**燃料集合体と燃料棒**




・「燃料集合体」
ウランを焼き固めたもの（ペレット）を合金の被覆管に詰め（燃料棒）、束にしたもの。

・「制御棒」
核分裂の量を調節する。これを出し入れすることで、臨界の状態を保ったり核分裂を停止させることができる。

3

# 原子力の安全・防災対策




東海村でのJCO臨界事故後、国や茨城県はそれまでの安全対策を見直し、様々な安全管理をより徹底させてきました。福島の事故を受け、国や自治体は原子力の安全対策をより抜本的に変える作業を進めているところです。

# 原子力事故

**Point** 国内外の原子力発電所および関連施設では、今までに大きな4つの事故が起こっています。

## 2011年　福島第一原子力発電所事故　レベル7

2011年3月11日、東日本大震災発生と同時に全制御棒が自動的に挿入され、原子炉内の核分裂連鎖反応は停止しました。

しかし、地震等の影響により外部電源を喪失し、起動していた非常用発電機も、津波により6号機を除き使用できなくなりました。

津波による全交流電源喪失に加え、冷却用海水ポンプの被害などで、最終的に1～4号機の原子炉と使用済燃料プールの冷却機能が失われたことにより、1～3号機は、燃料棒が溶融し、水素爆発等により放射性物質が環境に放出されました。

### 事故の概要

**地震発生**（震度6強）
- ●運転中の各原子炉は自動停止。
- ●送電線の鉄塔倒壊などにより外部電源を喪失。

▶

**津波発生**（遡上高14m～15m）
- ●非常用ディーゼル発電機が起動したものの、津波により非常用ディーゼル発電機や配電盤が冠水。

▶

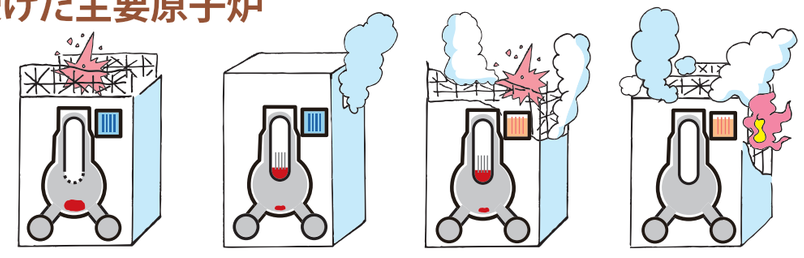
**全電源喪失**
- ●原子炉の冷却機能が喪失したため核燃料の溶融が発生。ベント操作[注1]の遅れによる水素爆発のため原子炉建屋などが損壊。

注1…原子炉格納容器にたまった蒸気を排気塔へ抜く操作

### 設備損壊を受けた主要原子炉

事故発生時の主要発電所の損壊状況[注2]

※損傷した燃料の状態は推定であり、詳細については、未だ明らかになっていません。



| | 1 号 機 | 2 号 機 | 3 号 機 | 4 号 機 |
|---|---|---|---|---|
| 地震発生時 | 運転中 | | | 定期検査停止中 |
| 建屋等の状況 | 3/12 水素爆発(推測)<br>建屋損壊 | 圧力抑制室等の<br>損壊状況不明 | 3/14 水素爆発(推測)<br>建屋損壊 | 3/15 水素爆発(推測)<br>建屋損壊 |
| 炉心の状況 | 燃料溶融 | | | 定期検査のため<br>燃料は使用済<br>燃料プールに保管<br>使用済燃料プール　水温：25℃ |
| 炉心の冷却 | 循環注水冷却装置により冷却中 | | | |
| 圧力容器温度[注3] | 26.4℃ | 35.8℃ | 35.0℃ | |

注2…政府・東京電力統合対策室（2011.8.17）国際原子力機関に対する日本国政府の追加報告書(2011.9)　注3…福島第一原子力発電所の状況（2013.11.11 11:00現在）
（参考）旧ソ連の「チェルノブイリ発電所事故」は原子炉が爆発、その後の黒鉛による火災により、炉心の大量の放射性物質が大気圏まで放出されたことから、地球規模の汚染が発生。

（参考）「東京電力福島第一原子力発電所1～3号機の炉心損傷状況の推定について」（2011年11月30日 東京電力株式会社）

## 4つの事故調査委員会による福島第一原子力発電所事故の報告結果

福島第一原子力発電所の事故を詳しく調べ、その原因や対応を検証し、事故の背景を分析することはとても大切なことです。このため、「東京電力福島原子力発電所事故調査委員会」（国会事故調）、「東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会」（政府事故調）、「福島原発事故独立検証委員会」（民間事故調）、「福島原子力事故調査委員会」（東電事故調）の4つの事故調査委員会が設置され、その報告書が2012年に公表されました。

放射線量が高いため、詳しい現地調査は不可能でしたが、政府事故調、民間事故調、東電事故調は、「津波によって全交流電源と直流電源を失い、原子炉を安定的に冷す機能がなくなったこと」を直接の原因としています。また国会事故調の報告書では「直接の原因を津波だけに限ることは疑問だ」として、「安全上重要な機器の地震による損傷はないとは（確定的には）言えない」と報告しています。

| | 国会 | 政府 | 民間 | 東電 |
|---|---|---|---|---|
| 委員会名 | 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会 | 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 | 福島原発事故独立検証委員会 | 福島原子力事故調査委員会 |
| 事故の直接的原因 | 被災設備の詳細な現地調査を含めた最終確認が今後の課題であるとの認識は共通である（地震の影響について見解の相違あり）。 | | | |
| 津波主因説について | ●安全上重要な機器の地震による損傷がないとは確定的に言えない。 | ●津波によって全電源を喪失し、原子炉を冷却する機能が失われたことが、今回の大事故（炉心溶融、水素爆発、放射性物質の大量拡散）の直接的原因（現時点の情報からは、安全上重要な機器の地震による損傷は確認できない）。 | | |
| 事故前の対策 | 規制当局と東電の双方に大きな不備があった。特に、津波想定、過酷事故（シビアアクシデント）対策、複合防災対策に問題があった。 | | | |
| | ●今回の事故は自然被害でなくあきらかに「人災」である。 | ●シビアアクシデントは起こりえないという安全神話にとらわれていた。 | ●事故対応の東電のヒューマンエラーは、この事故が「人災」の性格を色濃く帯びていることを強く示唆している。 | ●国の規制に従って必要な対策を進めていたが、津波想定、電源喪失、過酷事故への備えが結果としては不十分であった。 |

出典：福島第一原発事故と4つの事故調査委員会（調査と情報第756号）

column

## 震災時の東海第二発電所の状況

2011年3月11日の地震及びその余震により敷地内の施設の一部に被害がありましたが、炉心などの重要な原子力施設には影響がなく、放射性物質の漏えいなどはありませんでした。

**地震発生**（震度6弱）
- 原子炉は自動停止。
- 外部電源を喪失。
- 非常用ディーゼル発電機3台が起動。

**津波発生**（最大遡上高5.4ｍ）
- 津波の影響（防潮壁の一部貫通穴より海水侵入）により3台ある非常用ディーゼル発電機の冷却水ポンプのうち1台が停止したため、3系統ある原子炉冷却系のうち、1系統が停止。

**冷温停止**
- 正常に稼働していた非常用ディーゼル発電機2台の電源による2系統の冷却系により、原子炉を冷却。
- 外部電源復旧後は、通常通りの冷却系により原子炉を冷却し、2011年3月15日、冷温停止に至る。

※県の「延宝房総沖地震（1677年）」を想定地震とした津波ハザードマップに基づき、非常用ディーゼル発電機の冷却水ポンプ周囲の防潮壁を4.9mから6.1mへかさ上げ実施（2010年9月完成）。

### 東海第二発電所の安全対策（2013年9月末現在）

#### 電源の確保
- 低圧電源車を4台配備済み。
- 大容量の高圧電源車5台を配備済み。


高圧電源車

#### 浸水、津波対策の強化
- 原子炉建屋などの扉の水密性を強化済み。（発電所は、高さ15mの津波に耐えられることを確認済み）。
- 津波を想定した防潮堤等の設置に向けた工事中。


水密扉


防護壁


東海第二発電所は、2011年5月21日から定期検査に入っており、現在は、停止中です。なお、東海第二発電所の定期検査期間は、当初2011年11月中旬までの予定でしたが、地震の影響を受けた蒸気タービンの修繕作業を実施するため、2012年8月上旬まで延長されました。その後、国の動向を踏まえ、燃料の装荷及び定期検査の終了時期については「未定」とされました。

#### 除熱機能の確保
- 大容量ポンプ車などを高台に配備済み。
- 海水ポンプ・モータの代替機を配備済み。
- 消防車などから原子炉などに直接注水できる専用配管を設置済み。



大容量ポンプ車

**用語解説**

※冷温停止状態とは
通常の場合、原子炉を停止した後、炉内の水温が 100 度未満まで冷えて原子炉が健全で炉内が安定的に冷却されている状態を「冷温停止」といいます。ただし、2011 年 12 月 16 日に政府が宣言した福島第一原子力発電所の「冷温停止状態」は、本来の「冷温停止状態」とは異なります。福島第一原発事故では原子炉が壊れており、通常の冷却装置も使えないため、「圧力容器底部の温度が 100 度以下」「敷地境界での被ばく線量が年間 1 ミリシーベルト未満」という 2 つの条件をクリアすることを原子炉の安定の目安として「冷温停止状態」と定義しています。

## 1999年　東海村ウラン加工施設臨界事故　レベル4

1999年9月、東海村で操業する核燃料加工施設において、国内最初の臨界事故が発生し、約20時間にわたって、緩やかな核分裂状態が継続しました。

この事故で、3名の従業員が重度の被ばくをし、2名の方が亡くなったほか、この従業員を搬送した消防署員、臨界状態の停止作業に従事した社員及び事業所周辺の住民等664名が被ばくしました。

また、事故現場から半径350m圏内の住民の方に避難要請が行われるとともに、安全のため半径10km圏内の住民の方に屋内退避要請が行われる等、内外に大きな衝撃を与える事故となりました。

作業員に臨界安全の教育を行わずに作業をさせたり、ステンレス製のバケツを使用するなど、マニュアルを無視した作業を事業所の承認のもとに長年にわたり行ってきたことなどが原因でした。


事故施設周辺のコンクリート遮へい壁

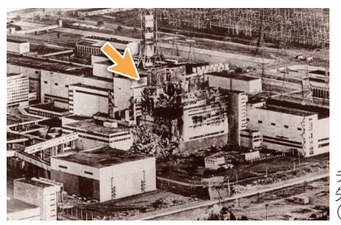
**用語解説**

マニュアルを無視した作業　マニュアルとは、作業手順書。安全を配慮することと、常に一定の品質を保つことを目的にまとめられるものです。これに定められた手順等を無視することは、安全、衛生、品質の面で大きな事故を招く結果になることがあります。

## 1986年　チェルノブイリ原子力発電所事故　レベル7

1986年、旧ソ連（現在のウクライナ共和国）で起きたのが、チェルノブイリ原子力発電所の事故です。実験運転中、作業員が緊急停止装置を外し、さらに制御棒を大幅に引き抜いたことで原子炉が暴走。大量の蒸気が急激に発生して爆発し、原子炉が破壊されました。

これによって大量の放射性物質が放出され、ヨーロッパ各国を汚染したほか、一部は日本にも到達しました。また、事故から3ヵ月以内に31名が死亡し、周辺30km圏内の約13万5,000人が避難しました。

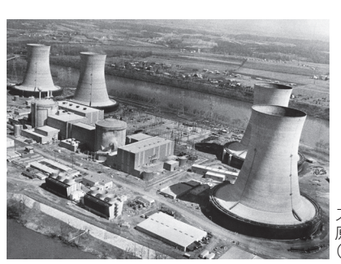

チェルノブイリ原子力発電所
矢印は事故が発生した4号炉
（写真提供：AFP ＝時事）

**用語解説**

緊急停止装置　原子炉内の圧力が急激に高まるなど、緊急を要する異常を検知した際、多数の制御棒を一度に入れて原子炉を自動的に停止する装置。十分に信頼性の高い装置が用いられていますが、軽水炉では、万一、制御棒が働かない場合のために、中性子を吸収する性質のあるホウ酸溶液を大量に注入して原子炉を停止させる装置を備えるなどの施策がなされています。

## 1979年　スリーマイル・アイランド原子力発電所事故　レベル5

1979年、アメリカ・ペンシルベニア州で起きたのが、スリーマイル・アイランド原子力発電所の事故です。いくつかの故障が重なったうえ、機能すべき安全装置（非常用炉心冷却システム・ECCS）を、作業員が判断を誤って停止させてしまったことが主な原因です。これによって放射性物質が周辺に放出され、一時は半径8km以内の幼児と妊婦が避難しました。ただし、人々への被害はありませんでした。


スリーマイル・アイランド
原子力発電所
（写真提供：AFP ＝時事）

**用語解説**

非常用炉心冷却システム・ECCS　Emergency Core Cooling System の略。冷却材が失われる事故が発生した時に、炉心内に冷却材を供給するための装置です。破損の大きさに合わせた複数の装置があり、その総称を ECCS と呼んでいます。

**国際原子力事象評価尺度（INES）**

| | レベル | 基準 1 所外への影響 | 基準 2 所内への影響 | 基準 3 深層防護の劣化 | 参考事例 |
|---|---|---|---|---|---|
| 事故 | ⑦（深刻な事故） | 放射性物質の重大な外部放出（ヨウ素 131 等価で数万テラベクレル相当以上の放射性物質の外部放出） | | | 福島第一原子力発電所事故（2011年）チェルノブイリ事故（1986年） |
| 事故 | ⑥（大事故） | 放射性物質のかなりの外部放出（ヨウ素 131 等価で数千から数万テラベクレル相当の放射性物質の外部放出） | | | キシュテム事故（1957年） |
| 事故 | ⑤（所外へのリスクを伴う事故） | 放射性物質の限られた外部放出（ヨウ素131等価で数百から数千テラベクレル相当の放射性物質の外部放出） | 原子炉の炉心の重大な損傷 | | スリーマイル・アイランド事故（1979年） |
| 事故 | ④（所外への大きなリスクを伴わない事故） | 放射性物質の少量の外部放出（公衆の個人の数ミリシーベルト程度の被ばく） | 原子炉の炉心のかなりの損傷／従業員の致死量被ばく | | 東海村ウラン加工施設臨界事故（1999年） |
| 異常な事象 | ③（重大な異常事象） | 放射性物質の極めて少量の外部放出（公衆の個人の 10 分の数ミリシーベルト程度の被ばく） | 所内の重大な放射性物質による汚染／急性の放射線障害を生じる従業員の被ばく | 深層防護の喪失 | 福島第一原子力発電所汚染水貯留タンクからの漏えい事故（2013年）旧動燃アスファルト固化処理施設火災・爆発事故（1997年） |
| 異常な事象 | ②（異常事象） | | 所内のかなりの放射性物質による汚染／法定の年間線量当量限度を超える従業員の被ばく | 深層防護のかなりの劣化 | 関電美浜 2 号機伝熱管破断事故（1991年） |
| 異常な事象 | ①（逸脱） | 安全上重要ではない事象 | | 運転制限範囲からの逸脱 | 動燃もんじゅ2次系ナトリウム漏えい事故（1995年） |
| 尺度以下 | ⓪（尺度以下） | | | 0+ 安全に影響を与える事象 | |
| | | | | 0- 安全に影響を与えない事象 | |
| | 評価対象外 | 安全に関係しない事象 | | | |

シーベルト（Sv）は、放射線が人体に与える影響を表す単位（ミリは1,000分の1）。
ベクレル（Bq）は、放射性物質の量を表す単位（テラは$10^{12}$=1兆）。
3つの基準について評価し、一番高いレベルとなったものをもって当該事象の評価結果とする。 出典：旧原子力安全委員会「平成21年版原子力安全白書」他

# 平常時の放射線監視体制

**Point** 放射線や放射性物質の影響を調べるため、国、県、原子力事業所は協力して監視・測定を行い、結果は茨城県東海地区環境放射線監視委員会※が検討・評価し、公表しています。

※茨城県東海地区環境放射線監視委員会
地域の代表者や学識経験者、農業や漁業の団体の代表で構成されている委員会。放射線の監視結果を検討・評価しています。

## 空間放射線を測定する

茨城県、原子力事業所では県内各地に環境放射線の測定局を設置し、空間の放射線量率を24時間体制で監視しています。

| | 測定局名 | 空間放射線量率 ガンマ線 | 空間放射線量率 中性子線 | 所在市町村 | 設置箇所 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 石神 | ○ | | 東海村 | 石神小 |
| 2 | 豊岡 | ○ | | | 豊岡集会所 |
| 3 | 豊岡 [ 注 2] | ○ | | | 豊岡（原電敷地内） |
| 4 | MP-D[ 注 2] | ○ | | | 原電敷地境界 |
| 5 | MP-C[ 注 2] | ○ | | | 原電敷地境界 |
| 6 | MP-B[ 注 2] | ○ | | | 原電敷地境界 |
| 7 | MP-A[ 注 2] | ○ | | | 原電敷地境界 |
| 8 | 舟石川 | ○ | | | 舟石川一区集会所 |
| 9 | 舟石川 [ 注 1] | ○ | | | 東海村合同庁舎 |
| 10 | 船場 [ 注 2] | ○ | | | 東海南中 |
| 11 | 村松 | ○ | | | 東海村村営駐車場 |
| 12 | 押延 | ○ | | | 押延集会所 |
| 13 | 三菱原燃 | ○ | ○ | | 三菱原子燃料 ( 株 ) |
| 14 | 原燃工 | ○ | ○ | | 原子燃料工業 ( 株 ) 東海事業所 |
| 15 | 機構東海サイクル工研 | | ○ | | 原子力機構核燃料サイクル工学研究所 |
| 16 | 原電東海 | | ○ | | 日本原子力発電 ( 株 ) |
| 17 | 機構東海原科研 | | ○ | | 原子力機構原子力科学研究所 |
| 18 | 横堀 | ○ | | 那珂市 | 横堀小 |
| 19 | 門部 | ○ | | | 木崎小 |
| 20 | 菅谷 | ○ | | | 菅谷小 |
| 21 | 額田 | ○ | | | 額田小 |
| 22 | 本米崎 | ○ | | | 本米崎小 |
| 23 | 鴻巣 | ○ | | | 那珂第三中 |
| 24 | 後台 | ○ | | | 五台小 |
| 25 | 瓜連 | ○ | | | 瓜連グランド |
| 26 | 馬渡 | ○ | | ひたちなか市 | 勝田第三中 |
| 27 | 堀口 | ○ | | | 堀口小 |
| 28 | 常陸那珂 | ○ | | | 自動車安全運転センター |
| 29 | 阿字ヶ浦 | ○ | | | 阿字ヶ浦中 |
| 30 | 柳沢 | ○ | | | 柳沢公民館 |
| 31 | 佐和 | ○ | | | 佐野中 |
| 32 | 高野 [ 注 1] | ○ | | | 高野小 |
| 33 | 長砂 [ 注 1] | ○ | | | 長砂公民館 |
| 34 | 久慈 | ○ | | 日立市 | 久慈中 |
| 35 | 大沼 | ○ | | | 大沼小 |
| 36 | 留 [ 注 2] | ○ | | | 久慈川沿い |
| 37 | 十王 | ○ | | | 十王図書館 |
| 38 | 平和 | ○ | | | 中小路小 |
| 39 | 中里 | ○ | | | 西部支所 |

| | 測定局名 | 空間放射線量率 ガンマ線 | 空間放射線量率 中性子線 | 所在市町村 | 設置箇所 |
|---|---|---|---|---|---|
| 40 | 磯部 | ○ | | 常陸太田市 | 峰山中 |
| 41 | 真弓 | ○ | | | 世矢小 |
| 42 | 久米 | ○ | | | 南中 |
| 43 | 里美 | ○ | | | 里美中 |
| 44 | 町田 | ○ | | | 水府支所 |
| 45 | 松平 | ○ | | | 松平運動公園運動場 |
| 46 | 根本 | ○ | | 常陸大宮市 | 上野小 |
| 47 | 野上 | ○ | | | 山方南小 |
| 48 | 石塚 | ○ | | 城里町 | 城里町職員駐車場 |
| 49 | 大橋 | ○ | | 笠間市 | 大橋公民館 |
| 50 | 下郷 | ○ | | | 岩間支所 |
| 51 | 大貫 | ○ | | 大洗町 | 大洗高 |
| 52 | 磯浜 | ○ | | | 磯浜小 |
| 53 | 機構大洗（北） | | ○ | | 原子力機構大洗研究開発センター |
| 54 | 機構大洗（南） | | ○ | | 原子力機構大洗研究開発センター |
| 55 | 造谷 | ○ | | 鉾田市 | 旭公民館 |
| 56 | 荒地 | ○ | | | 旭東小 |
| 57 | 田崎 | ○ | | | 旭北小 |
| 58 | 樅山 | ○ | | | 旭南小 |
| 59 | 徳宿 | ○ | | | 徳宿小 |
| 60 | 上冨田 | ○ | | | 鉾田北中 |
| 61 | 鉾田 | ○ | | | 茨城県鉾田合同庁舎 |
| 62 | 大蔵 | ○ | | | 大洋運動場 |
| 63 | 広浦 | ○ | | 茨城町 | 広浦運動公園 |
| 64 | 海老沢 | ○ | | | 沼前小 |
| 65 | 谷田部 | ○ | | | 明光中 |
| 66 | 下飯沼 | ○ | | | 川根小 |
| 67 | 大場 | ○ | | 水戸市 | 常澄保健福祉センター |
| 68 | 吉沢 | ○ | | | 吉沢小 |
| 69 | 石川 | ○ | | | 旧茨城県環境監視センター |
| 70 | 鯉淵 | ○ | | | 旧内原第一取水場 |
| 71 | 堅倉 | ○ | | 小美玉市 | 堅倉小 |
| 72 | 川戸 | ○ | | | 小川北中 |
| 73 | 柏原 | ○ | | 石岡市 | 柏原野球公園 |
| 74 | 三村 | ○ | | | 城南地区公民館 |
| 75 | 坂 | ○ | | かすみがうら市 | 歩崎公園ビジターセンター |
| 76 | 芹沢 | ○ | | 行方市 | 玉造工業高 |
| 77 | 蔵川 | ○ | | | 麻生東小 |
| 78 | 津賀 | ○ | | 鹿嶋市 | 大野出張所 |

［注 1］機構東海サイクル工研設置 ［注 2］原電設置

## 監視・測定・分析する

伝送

■茨城県環境放射線監視センター

放射線の監視や放射能の分析、測定などの調査や研究、技術の指導などを行っています。緊急時には放射線監視の拠点となります。



▲茨城県環境放射線監視センター（ひたちなか市）

## 環境試料を採取・分析する（県・原子力機構原科研・原子力機構サイクル工研・原電）

■環境試料の採取・分析

雨水・空気中の塵や土壌、海水、野菜、魚介類、海底土、牛乳など環境試料を、県・原子力機構原科研・原子力機構サイクル工研・原電にて採取・分析しています。

▶Ge 半導体検出器



▼環境試料の採取風景



## 排気・排水中の放射能を測定する

伝送

排気　各原子力事業所

排水　各原子力事業所・県・国

下の排水中の放射能測定データは、茨城県環境放射線監視センターへリアルタイムで伝送され、常時監視しています。

| |
|---|
| 原電排水 |
| 原子力機構原科研排水 |
| 原子力機構サイクル工研再処理施設排水 |
| 原子力機構大洗排水 |

▼排水試料の採取風景



## 高所の気象を測定する

■高所気象測定局

| |
|---|
| 原電（140m） |
| 原子力機構大洗（80m） |

※・原子力機構原科研…（独）日本原子力研究開発機構東海研究開発センター原子力科学研究所
・原子力機構サイクル工研…（独）日本原子力研究開発機構東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所
・原子力機構大洗…（独）日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター
・原電…日本原子力発電株式会社

## 測定結果を表示する

■放射線表示局

常時測定したデータは、下記の表示局で見ることができます。

| | |
|---|---|
| 東海村 | 役場 |
| | 原子力科学館 |
| 那珂市 | 市役所 |
| ひたちなか市 | 市役所 |
| | 茨城県環境放射線監視センター |
| 日立市 | シビックセンター |
| 常陸太田市 | 市役所 |
| 常陸大宮市 | 市役所 |
| 城里町 | 役場 |
| 笠間市 | 市役所 |
| 大洗町 | 役場 |
| 鉾田市 | 旭総合支所 |
| 茨城町 | 役場 |
| 水戸市 | 常澄支所 |
| 小美玉市 | 市役所 |
| 石岡市 | 市役所 |
| かすみがうら市 | 霞ヶ浦庁舎 |
| 行方市 | 市役所 |
| 鹿嶋市 | 市役所 |

## 空間放射線（ガンマ線）を測定する

■モニタリングカー

モニタリングカー等によって、放射線常時（固定）測定局以外の場所における空間ガンマ線量を測定しています。



▲モニタリングカー

## 積算線量を測定する

■積算線量計

積算線量計を、東海村、大洗町、水戸市、日立市など約90ヵ所に設置し、3ヵ月間の空間ガンマ線の積算線量を測定しています。



▲積算線量計

## 放射線の監視と測定

国と県、原子力事業所は、協力して放射線や放射能の監視・測定を行っています。

環境放射線は東海村・大洗町など 78 ヵ所に設置された測定局で、24 時間体制で監視しています。それ以外の場所についても、モニタリングカー等によって測定しています。

事業所の排気中の放射線も24時間体制で、排水中の放射能は放出されるたびに測定しています。加えて、県内約90ヵ所に設置された積算線量計で環境中の放射線の量を3ヵ月ごとに測定しています。その他にも雨水、空気中の塵、土壌、海水、野菜、魚介類、牛乳などに含まれる放射性物質を分析しています。

## 監視結果の評価と情報公開

これらの測定、分析されたデータは、茨城県東海地区環境放射線監視委員会で、半年ごとに検討・評価を行い、その結果は、県のホームページ（http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/seikan/gentai/）や広報紙などで公表します。また、常に測定されている放射線のデータについては、関係市町村役場など19ヵ所に設置している放射線表示局やインターネット（http://www.houshasen-pref-ibaraki.jp/）で見ることができます。



## 事故後の空間放射線量率（ガンマ線）の測定

空間放射線量率（ガンマ線）の常時測定は、従来の県設置41ヵ所に加え、2011年度に39ヵ所のモニタリングポストを設置し、2012年4月1日から全44市町村（全80ヵ所）において実施しています。

また、2012年度に新たに東海第二発電所または常陽から10～30km圏内の22ヵ所に測定局を設置しています。

- 固定局（36局）
- 固定局（5局）※
- 2011年度県設置固定型モニタリングポスト（9局）※
- 2011年度国設置可搬型モニタリングポスト（30局）※
- 東海第二発電所または常陽から10～30km圏内に増設した放射線測定局（22局）

※44局（各市町村1局）においては、地上1mで測定をしています。




※原子力発電所以外の原子力施設に係る原子力災害対策重点区域の範囲は、今後、原子力規制委員会で検討を行うべき課題としています。

# 福島第一原発事故の影響

**Point** 茨城県では、福島第一原子力発電所事故を踏まえ、県内全域での放射性物質の蓄積状況などの調査を行いました。

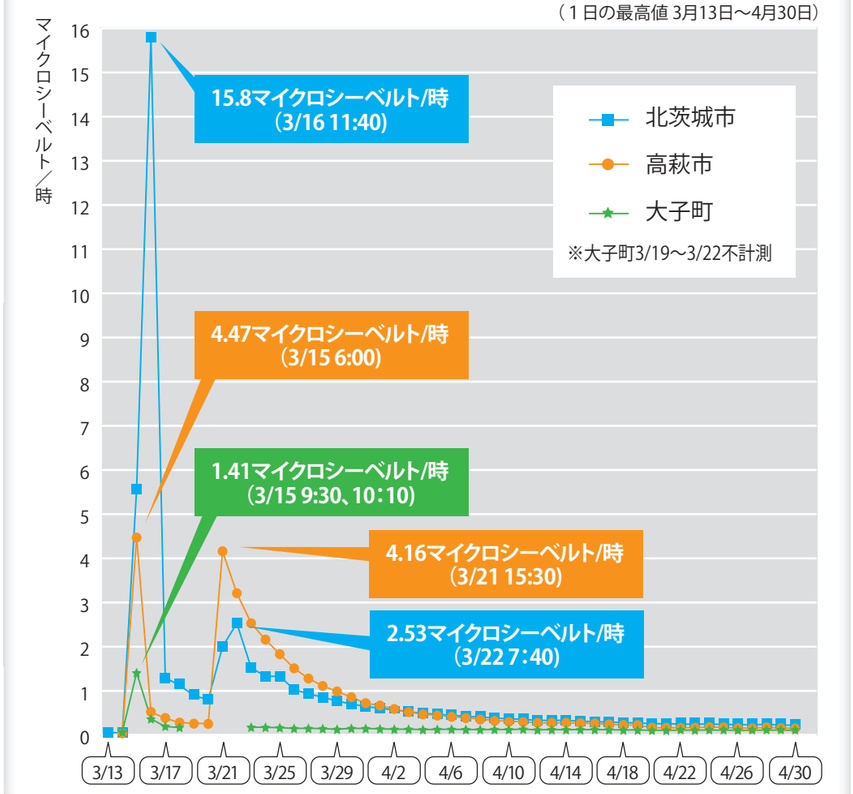
## 事故直後の放射性物質の影響

事故直後から北茨城市、高萩市、大子町で環境放射線の測定を開始しており、2011年3月15日・16日と21日・22日の２回ピークを観測しましたが、それ以降、放射線量率は減少し続けています。

2011年12月31日現在、北茨城市において、放射線量率は約0.13マイクロシーベルト／時でした。

現在は、県内の全市町村で24時間連続測定を行っています。

**可搬型モニタリングポストにおける放射線量率測定結果**




福島第一原子力発電所から爆発やベント（排気）により放出された放射性物質は、風に乗り風下方向にある北茨城市上空付近を通過したため、2011年3月15日0時20分から測定値が上昇し、16日11時40分に最大で1時間当たり15.8マイクロシーベルトの値が検出されました。

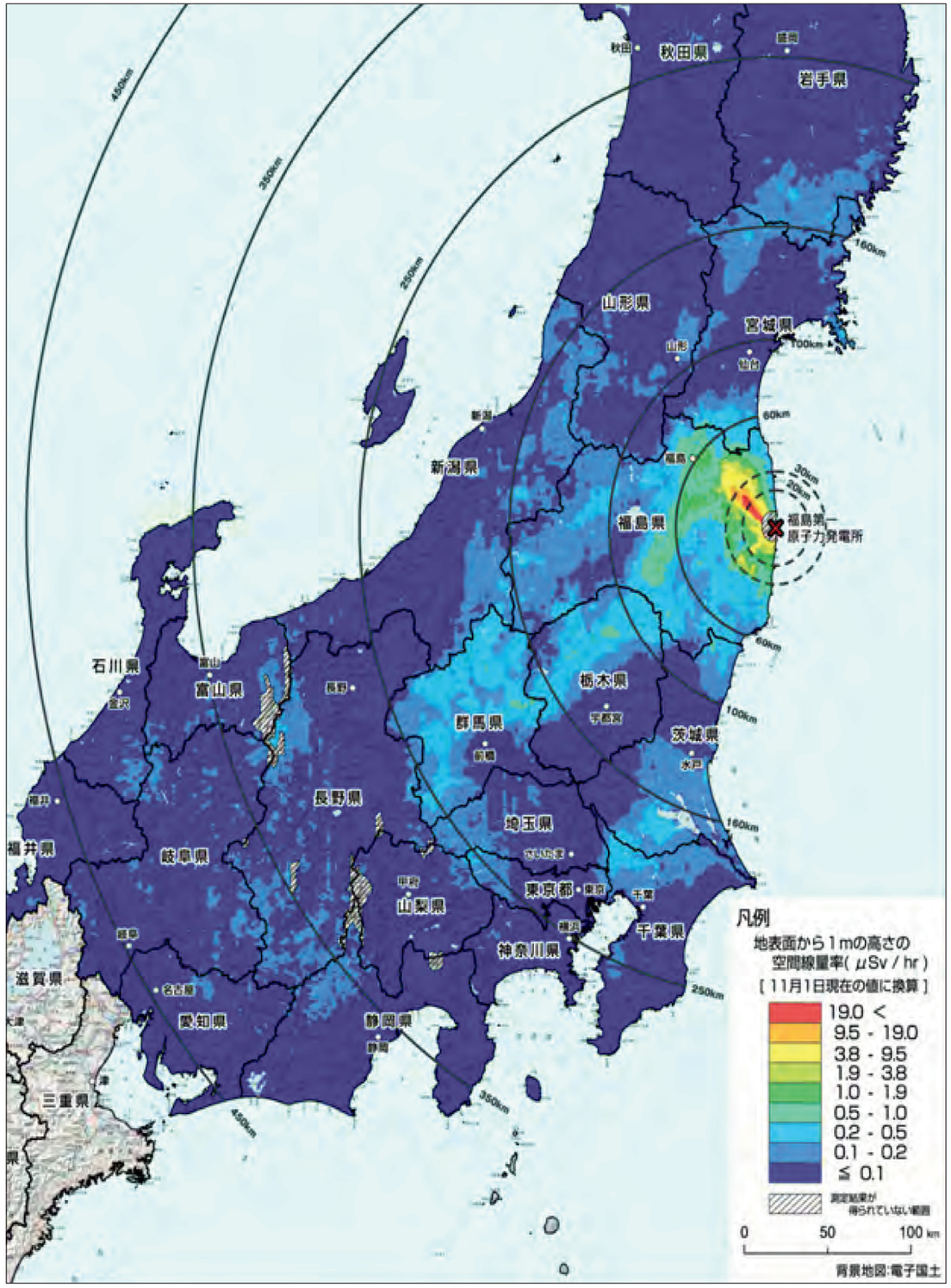
3月21日から22日のピークについても、同様に放射性物質が北茨城市上空付近を通過したためと考えられます。

## 航空機モニタリング

文部科学省は、広域の放射性物質による影響を把握するため、航空機によるモニタリング調査を実施しました。

**地表面から1m高さの空間線量率**

出典：文部科学省作成　2011年11月25日公表　2011年11月1日現在の値に換算



# 福島第一原発事故後の対応

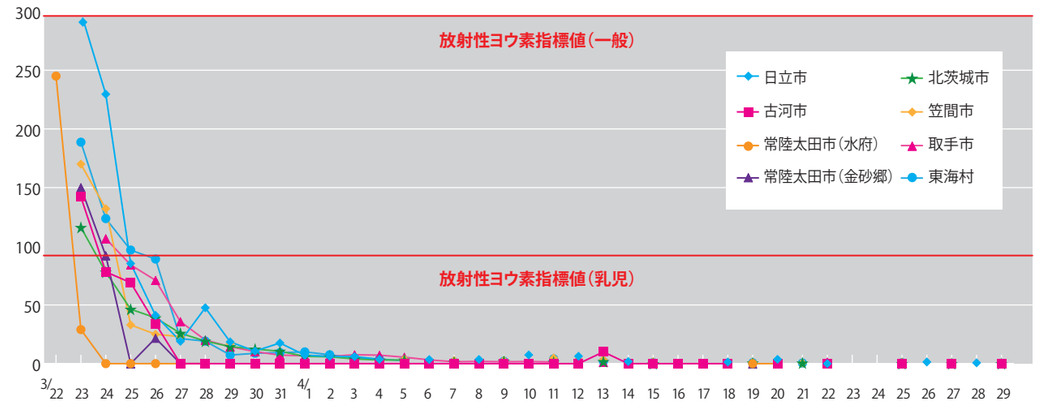
**Point** 県では全市町村における地上1mの高さでの空間線量率の測定を実施するなど、放射線の監視体制を強化。また、水道水や農林水産物の検査なども実施しています。

## 水道水の測定

放射性ヨウ素が乳児用の指標値（100ベクレル/kg）を超過した市村及び水源を考慮した定点（15市村の18ヵ所：2011年12月末現在）において、定期的に水道水の放射性物質検査を継続して実施しており、2011年5月25日以降放射性ヨウ素は検出されていません。※

※放射性セシウムについても2011年4月29日以降検出されておりません。

**乳児用の指標値を超過した市村の放射性ヨウ素の推移**




## 農林水産物の測定

県内の農林水産物は、国が示した新しい基準に基づき放射性物質の検査を行っており、ほとんどのものは基準値を大幅に下回っています。

事故発生以降、2013年10月末までに271品目、6万5,759検体の検査を行い、検査結果を県ホームページで公表しています。

**本県における農林水産物の放射性物質検査数**

（2013年10月31日現在）

| | 品目数 | 検体数 | 主な品目 |
|---|---|---|---|
| 穀類 | 10 | 3,562 | 米（玄米）、麦類、そば（玄そば）、落花生、大豆　など |
| 野菜類 | 47 | 1,053 | ホウレンソウ、パセリ、ネギ、ミズナ、トマト、イチゴ、カンショ　など |
| 果樹類 | 12 | 154 | ウメ、ナシ、ブルーベリー、ブドウ、リンゴ、クリ　など |
| 特用林産物 | 19 | 455 | 原木しいたけ、野生きのこ類、タケノコ、こごみ　など |
| 畜産物 | 6 | 54,062 | 原乳、牛肉（全頭検査分含む）、豚肉、鶏肉、鶏卵、馬肉 |
| 魚介類 | 153 | 6,148 | シラス、カタクチイワシ、カレイ類、ヤマトシジミ、アユ　など |
| 茶 | 3 | 278 | 生茶葉、荒茶、飲用茶 |
| 農産加工品 | 1 | 15 | 干しいも |
| 水産加工品 | 20 | 32 | シラス干し、ワカサギ煮干し、蒸しダコ　など |
| 合計 | 271 | 65,759 | |

## 福島第一原子力発電所事故後の監視体制の強化

○事故後、北茨城市、高萩市、大子町、鹿島港湾事務所の4ヵ所に可搬型モニタリングポストを設置し、空間の放射線量率を24時間体制で連続測定しました。

○2011年5月11日からは、毎月第2、第4水曜日に、モニタリングポストを設置していなかった31市町村役場において、モニタリングカー等により空間の放射線量率の測定を開始しました。また、2011年6月22日からは、同様に、県内全市町村で地上1mの高さで空間の放射線量率の測定を開始しました。

○現在、県内全市町村（102ヵ所）において、空間の放射線量率を24時間連続で測定しています。

○県立高校等県有施設の空間の放射線量率の測定、県内の農畜水産物の放射能測定及び県内全市町村の土壌調査を行っています。

○その他、海水浴場の放射線量率及び海水の放射能の測定、さらに文部科学省と共同で航空機モニタリングによる県内の空間の放射線量率の測定及び放射性セシウムの地表面への沈着量調査を行いました。

### 可搬型モニタリングポストによる測定



モニタリングポスト

空間の放射線量率を24時間体制で測定しています。

### NaIシンチレーションサーベイメータによる測定




測定の様子

NaIシンチレーションサーベイメータを使用し、地上1mの高さで放射線量率の測定を実施しました。

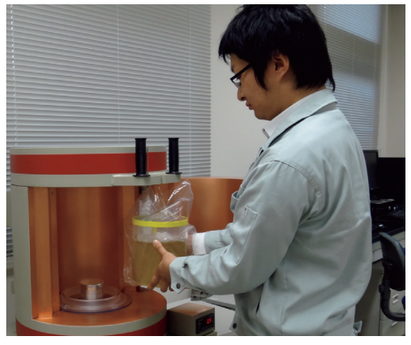
### 除染に関する手引き作成



園庭の土壌の除去

（独）日本原子力研究開発機構の協力のもと、北茨城市及び守谷市の保育園・幼稚園などで両市とともに実施した実験結果を踏まえ、『保育園・幼稚園等における放射線量低減化対策に係る手引き』を取りまとめました。

### 農畜水産物等の測定



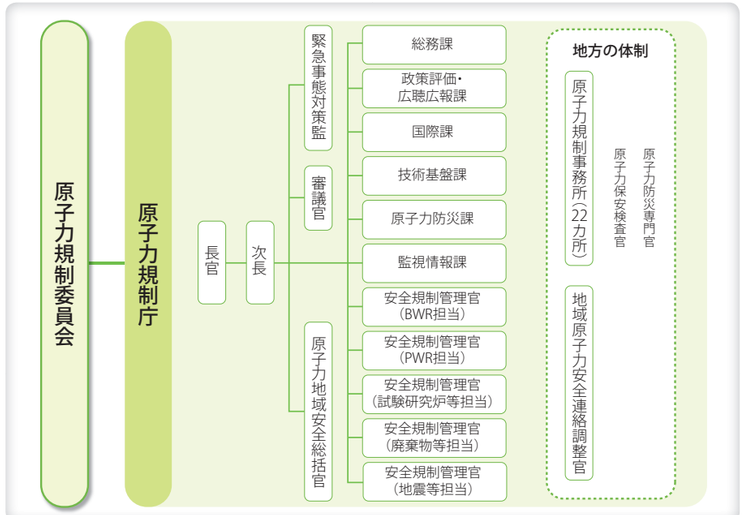
測定の様子

Ge半導体検出器を使用し、農畜水産物等の放射能測定を実施しています。

# 原子力の安全防災対策

**Point** 福島第一原子力発電所事故をふまえて、原子力発電所の安全性を高めるため、原子力規制委員会が発足し、国の新しい指針のもとで、県も原子力防災対策の見直し作業を進めています。

## 新たな原子力規制体制について




出典：原子力規制庁パンフレット

福島第一原子力発電所の重大事故の教訓を踏まえ、原子力利用の「推進」と「規制」を分離し、規制事務の一元化を図るとともに、専門的な知見に基づく中立公平な立場から、独立して原子力の安全規制に関する業務を担う行政機関として、原子力規制委員会が環境省の外局組織として2012年9月19日に発足しました。

原子力規制委員会は、独立性の高い3条委員会※です。

※3条委員会（国家行政組織法第3条第2項に規定される委員会）とは、上級機関（例えば、設置される府省の大臣）からの指揮監督を受けず、独立して権限を行使することが保障されている合議制の機関です。

## 原子力規制委員会について

### ◆独立性の確保

●委員長及び委員の要件

法律上の欠格要件に加え、「直近3年以内に原子力事業者（電力会社等）の役員・従業員だった者」等を不適格とする。

●総理の指示権の範囲を明確化

「原子力規制委員会の専ら技術的・専門的な判断の内容に係る事項」には指示権が及ばない。

### ◆関連事務の一元化

安全規制はもとより、核不拡散のための保障措置等を含めた、関連事業の一元化

※原子力委員会、文部科学省及び経済産業省が担っていた「原子力の利用に関する事務」は、引き続き従来の体制で実施。

### ◆原子力安全規制の強化

●東電福島第一原発事故のような重大事故をも想定した対策の義務づけ(シビアアクシデント対策の新設)

●最新の知見に基づく基準を、既存の原子力施設にも反映させる制度（設計基準の強化）

●発電用原子炉の運転期間を「40年」に制限する制度

※新たな安全基準については，原子力規制委員会で議論され、パブリックコメントを経て、2013年7月8日に施行されました。

### ◆原子力災害対策の強化

「原子力防災会議」を新設し、平時における各地域の防災対策を強化

※原子力災害対策に係る計画策定のために必要な、専門的・技術的事項を定めた原子力災害対策指針を2012年10月31日に策定しました。

## 茨城県原子力オフサイトセンター



オフサイトセンターは、原子力災害時に、国、県、市町村、原子力事業者や警察等の防災関係者が一堂に会し、情報を共有し、災害対策を行う拠点であり、全国に22ヵ所あります。オフサイトセンターには、テレビ会議システムや放射性物質の拡散状況を予測するシステムやヘリポートなどが整備されています。原子力災害時には、原子力災害合同対策協議会を設置し、情報共有、意思統一を図り、緊急時の応急対策を検討します。このオフサイトセンターは、原子力施設が立地している東海村、大洗町のどちらからも10kmほどの距離にあたる、ひたちなか市西十三奉行にあります。東日本大震災や福島第一原子力発電所事故を受けて、オフサイトセンターの機能の強化等について、国で検討を行っているところですが、県でも国の動向を踏まえつつ、検討を進めていきます。

## 原子力緊急時支援・研修センター



オフサイトセンターや地方公共団体の原子力防災の活動を、専門的・技術的見地から支援するための施設で、原子力に関する知識や経験をもつ専門職員がいます。全国では、茨城県と福井県に２ヵ所あり、モニタリングカーや移動式全身カウンター車等の特殊車両を整備しています。万が一、原子力災害が起こった際には、環境のモニタリング活動や住民防護対策のための技術的支援などを行います。また、平常時には、原子力防災計画の立案に対する助言、情報の収集・分析のためのデータベース等の整備、防災業務関係者の教育・訓練、防災に関する情報公開などの場として利用されます。なお、福島第一原子力発電所事故に際しては、いち早く福島県のオフサイトセンターに要員を派遣し、応急対策の支援を行うとともに、警戒区域内外でのモニタリング支援、放射線や健康影響についての電話による相談などの活動を行いました。

## 原子力発電所に係る原子力災害対策重点区域について

これまで、原子力発電所で事故が起こった際の防護対策を重点的に充実すべき区域（EPZ）としては、原子力発電所から10kmの範囲とされていましたが、福島第一原子力発電所事故においては、原子力発電所から20kmの範囲が警戒区域とされました。この福島第一原子力発電所事故を踏まえ、国の原子力規制委員会では、原子力災害対策指針を策定し、原子力災害対策重点区域を設定しました。今後、原子力発電所以外の原子力施設も含めて、防護対策の範囲や内容について、さらに具体的に検討を進めていくとしています。

| | 区分 | 内容 | 範囲 |
|---|---|---|---|
| 原子力発電所に係る原子力災害対策重点区域 | 予防的防護措置を準備する区域（PAZ） | 放射性物質の環境への放出前の段階から予防的に防護措置（避難等）を準備する区域 | おおむね5km |
| | 緊急時防護措置を準備する区域（UPZ） | 環境モニタリングの結果等に基づき、避難、屋内退避等を準備する区域 | おおむね30km |

この考え方をもとに、県では国の動向を踏まえつつ、地域防災計画の見直し作業を進めるとともに、東海第二発電所から30kmに新たに含まれる高萩市、常陸大宮市、大子町、城里町、笠間市に、TV会議システム等の緊急連絡網や市町村防災従事者の安全を確保するための放射線測定器の整備を進めているところです。

# 事故が起きた時のために

Point 原子力施設において緊急事態が起きた場合、県や市町村などからあらゆる広報手段を使って必要な情報をすみやかにお知らせします。万が一の事故に備えて、最低限の防護策を身につけましょう。

## まず正確な情報を入手する

原子力施設において緊急事態が起これば、県や市町村などから、あらゆる手段を使って情報が伝えられます。これらの情報にもとづき、次のようなことに注意し、冷静、沈着に行動してください。

- **■すぐにラジオ・テレビのスイッチを入れ、正確な情報をつかみましょう。**
- **■自分勝手な行動をとらず、次の情報が出るまで屋内で待機しましょう。**
- **■デマにまどわされないようにしましょう。**
- **■隣近所と情報の確認をしましょう。**
- **■防災活動の妨げになるので電話による問い合わせは控えましょう。**

### 確認すべき内容

1. いつ、どこの施設で、どんなことが起きたのか
2. 事故の状況と予測
3. 災害対策本部が講じている対策など



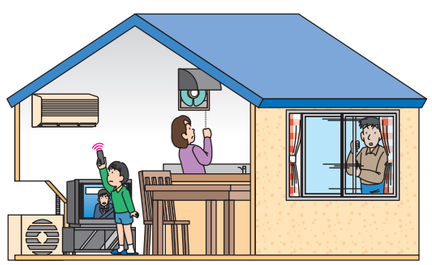

## 屋内に退避する場合は

屋内退避の指示が出たときは、自宅などの屋内に入りドアや窓を全部閉めてください。家の中にいれば、放射線を受ける量が少なくてすみます。また、屋内では、次のような注意事項を守って、放射性物質による汚染の防止に努めてください。

- **■ドアや窓を全部閉めましょう。**
- **■換気扇など他の空気の出入口も閉じます。**
- **■エアコンが外気を導入するタイプの場合はエアコンを止めましょう。**
- **■外から帰ってきた人は顔や手を洗い、衣服を着替えましょう（着替えた衣服はビニール袋に保管しましょう）。**
- **■広報車、ラジオ、テレビなどの新しい情報を待ちましょう。**

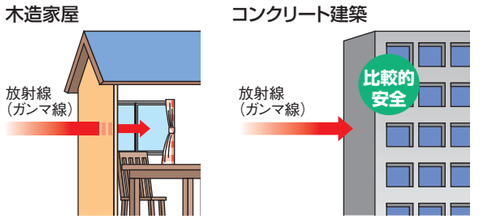
**■屋外での簡単な被ばくの防ぎ方**

マスクをしたり、タオルやハンカチなどを水にぬらして固くしぼり、口や鼻をおおうと、放射性物質の吸い込みによる内部被ばくを防ぐのに効果があります。



## 建物の安全性は

放射線のうち、ガンマ線と中性子線は、両者とも、より重い物質にぶつかると透過力が弱まる性質があるため、避難する時は木造家屋より、ビルや公民館のような厚いコンクリートの建物の方がより安全です。




## 避難する場合は

コンクリート屋内退避または避難の指示が出たときは、集合場所などを確認し、落ち着いて行動してください。

- **■電気器具のコンセントを抜き、ガスの元栓などを閉めましょう。**
- **■隣近所に声をかけ、助け合いながら避難しましょう。**
- **■雨戸をしめ、窓やドアの鍵をかけましょう。**
- **■持ち物は最小限にし、貴重品は忘れないようにしましょう。**

### 確認すべき内容

1. どの区域の人が対象か
2. その区域の全員か一部か
3. どの退避所へ行くのか、いつどこへ集まって、どこへ避難するのかなど




## 安定ヨウ素剤を使う場合には…

原子力施設などで事故が起こった場合、放射性物質として、気体状のクリプトン、キセノン等の希ガスとともに、揮発性の放射性ヨウ素が周辺環境に放出されることが考えられます。放射性ヨウ素は、身体に取り込まれると、甲状腺に集まり、甲状腺がん等を発症させるおそれがあります。この内部被ばくは、安定ヨウ素剤をあらかじめ服用することで低減することが可能です。

ただし、安定ヨウ素剤は放射能に対する万能薬ではありませんので、外部からの放射線による被ばくや、放射性ヨウ素以外の放射性物質を、呼吸や飲食物を通して摂取した場合には効果がありません。

原子力事故が発生した際に、安定ヨウ素剤の服用にあたっては用法・用量が大切ですので、災害対策本部の指示に従ってください。

なお、安定ヨウ素剤の配布は、県または市町村が行います。



安定ヨウ素剤



3歳以上で丸剤の服用が可能な者は安定ヨウ素剤の丸剤を、3歳未満の乳幼児や丸剤の服用が困難な者は内服液を服用します。




# 茨城県内の原子力関係施設

| 施設名 | 連絡先 |
|---|---|
| ① 独立行政法人　日本原子力研究開発機構<br>東海研究開発センター　原子力科学研究所 | 〒319-1195　那珂郡東海村白方白根2-4 Tel.029-282-5100（代表）<br>ホームページ　http://www.jaea.go.jp/04/ntokai/ |
| ② 独立行政法人　日本原子力研究開発機構<br>東海研究開発センター　核燃料サイクル工学研究所 | 〒 319-1194　那珂郡東海村村松 4-33 Tel.029-282-1111（代表）<br>ホームページ　http://www.jaea.go.jp/04/ztokai/top.html |
| ③ 日本原子力発電株式会社<br>東海発電所／東海第二発電所 | 〒 319-1198　那珂郡東海村白方 1-1 Tel.029-282-1211（代表）<br>ホームページ　http://www.japc.co.jp/ |
| ④ 独立行政法人日本原子力研究開発機構<br>大洗研究開発センター | 〒 311-1393　東茨城郡大洗町成田町 4002 Tel.029-267-4141（代表）Fax.029-266-1637<br>ホームページ　http://www.jaea.go.jp/04/o-arai/ |
| ⑤ ニュークリア・デベロップメント株式会社 | 〒 319-1111　那珂郡東海村舟石川 622-12 Tel.029-282-9111（代表）Fax.029-282-0035<br>ホームページ　http://www.ndc-tokai.co.jp/ |
| ⑥ 国立大学法人東京大学大学院工学系研究科<br>原子力専攻 | 〒 319-1188　那珂郡東海村白方白根 2-22 Tel.029-287-8416 Fax.029-287-8488<br>ホームページ　http://www.tokai.t.u-tokyo.ac.jp/ |
| ⑦ 原子燃料工業株式会社東海事業所 | 〒 319-1196　那珂郡東海村村松 3135-41 Tel.029-287-8201（代表）Fax.029-287-8217<br>ホームページ　http://www.nfi.co.jp/ |
| ⑧ 公益財団法人　核物質管理センター<br>東海保障措置センター | 〒 319-1106　那珂郡東海村白方白根 2-53 Tel.029-306-3100（代表）Fax.029-282-8004<br>ホームページ　http://www.jnmcc.or.jp/ |
| ⑨ 三菱原子燃料株式会社 | 〒 319-1197　那珂郡東海村舟石川 622-1 Tel.029-282-2011（代表）Fax.029-287-8885<br>ホームページ　http://www.mnf.co.jp/ |
| ⑩ 日本核燃料開発株式会社 | 〒 311-1313　東茨城郡大洗町成田町 2163 Tel.029-266-2131（代表）<br>ホームページ　http://www.nfd.jp/ |
| ⑪ 株式会社ジェー・シー・オー東海事業所 | 〒 319-1101　那珂郡東海村石神外宿 2600 Tel.029-287-0511（代表） |
| ⑫ 住友金属鉱山株式会社<br>エネルギー・触媒・建材事業部技術センター | 〒 319-1101　那珂郡東海村石神外宿 2600 Tel.029-282-7518（代表）<br>ホームページ　http://www.smm.co.jp/ |
| ⑬ 日本照射サービス株式会社東海センター | 〒 319-1101　那珂郡東海村石神外宿 2600 Tel.029-270-5111（代表）Fax.029-270-4581<br>ホームページ　http://www.jisco-hq.jp/ |
| ⑭ 積水メディカル株式会社薬物動態研究所 | 〒 319-1182　那珂郡東海村村松 2117 Tel.029-282-0234（代表）Fax.029-287-2030<br>ホームページ　http://www.sekisuimedical.jp/ |
| ⑮ 三菱マテリアル株式会社<br>エネルギー事業センター 那珂エネルギー開発研究所 | 〒 311-0102　那珂市向山 1002-14 Tel.029-295-5539（代表）<br>ホームページ　http://www.mmc.co.jp/ |
| ⑯ 独立行政法人日本原子力研究開発機構<br>那珂核融合研究所 | 〒 311-0193　那珂市向山 801-1 Tel.029-270-7213（代表）<br>ホームページ　http://www.jaea.go.jp/ |
| ⑰ 東北大学金属材料研究所<br>附属量子エネルギー材料科学国際研究センター | 〒 311-1313　東茨城郡大洗町成田町 2145-2 Tel.029-267-3181（代表）Fax.029-267-4947<br>ホームページ　http://www.imr-oarai.jp/ |
| ⑱ 日揮株式会社技術研究所 | 〒 311-1313　東茨城郡大洗町成田町 2205 Tel.029-266-3311（代表）<br>ホームページ　http://www.jgc.co.jp/ |

## CONTENTS


**1 エネルギーのいま**

日本のエネルギー事情…… 3
世界のエネルギー事情…… 5
エネルギーと電力…… 7
各種エネルギーの動向…… 9
エネルギーと地球環境問題…… 11
茨城県内の発電施設…… 13

**2 原子力と放射線の基礎知識**

ウランの特徴…… 21
核分裂…… 22
臨界…… 23
放射線と放射能…… 24
放射線障害…… 26
外部被ばく…… 27
内部被ばく…… 28
飲食物の摂取制限…… 29
自然に存在する放射線…… 30
体の中にある自然放射性物質…… 31
世界の放射線レベルの高い地域…… 32
放射線の多様な利用・開発 …… 33
原子力発電のしくみ…… 35

**3 原子力の安全・防災対策**

原子力事故…… 37
平常時の放射線監視体制…… 42
福島第一原発事故の影響…… 45
福島第一原発事故後の対応…… 47
原子力の安全防災対策…… 49
事故が起きた時のために…… 51

茨城県内の原子力関係施設…… 53


「原子力とエネルギーブック」の本編は、これからの日本のエネルギーについてどのようにしていくべきかを考えてもらうため、原子力の基礎知識や現在のエネルギー事情などを学んでいただける内容となっています。

2011 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所事故により、皆さんの放射線への関心は、現在も高いものと思われます。

ご家庭の方にも、一緒にご覧になっていただき、正確な情報に基づいた行動ができるようにしましょう。

# 高校生のための
# 原子力とエネルギーブック
## （2013 年度版）


発行日：平成26年1月
発行：茨城県
茨城県生活環境部防災・危機管理局原子力安全対策課
〒310-8555　水戸市笠原町978-6
Tel.（029）301-2922　Fax.（029）301-6002
企画・編集：茨城県原子力に関する副教材等作成検討委員会
印刷：凸版印刷株式会社


氏　名