

2章

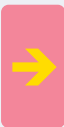
原子力と放射線の 基礎知識

茨城県東海村ではじめてともった原子の火。その東海村で起きたジェー・シー・オー^{りんかい}臨^{りんかい}界事故。そして2011年3月に隣の福島県で起こった東京電力福島第一原子力発電所での大きな事故。たくさんのニュースをみなさんも見たでしょう。でも放射線ってなに^{かくぶんれつ}かわかりましたか？ 核^{かくぶんれつ}分裂ってどんなことかわかりましたか？ 原子力の正しい知識をきちんと身につけてください。



2章 放射線と放射能

放射線と放射能の違いは？



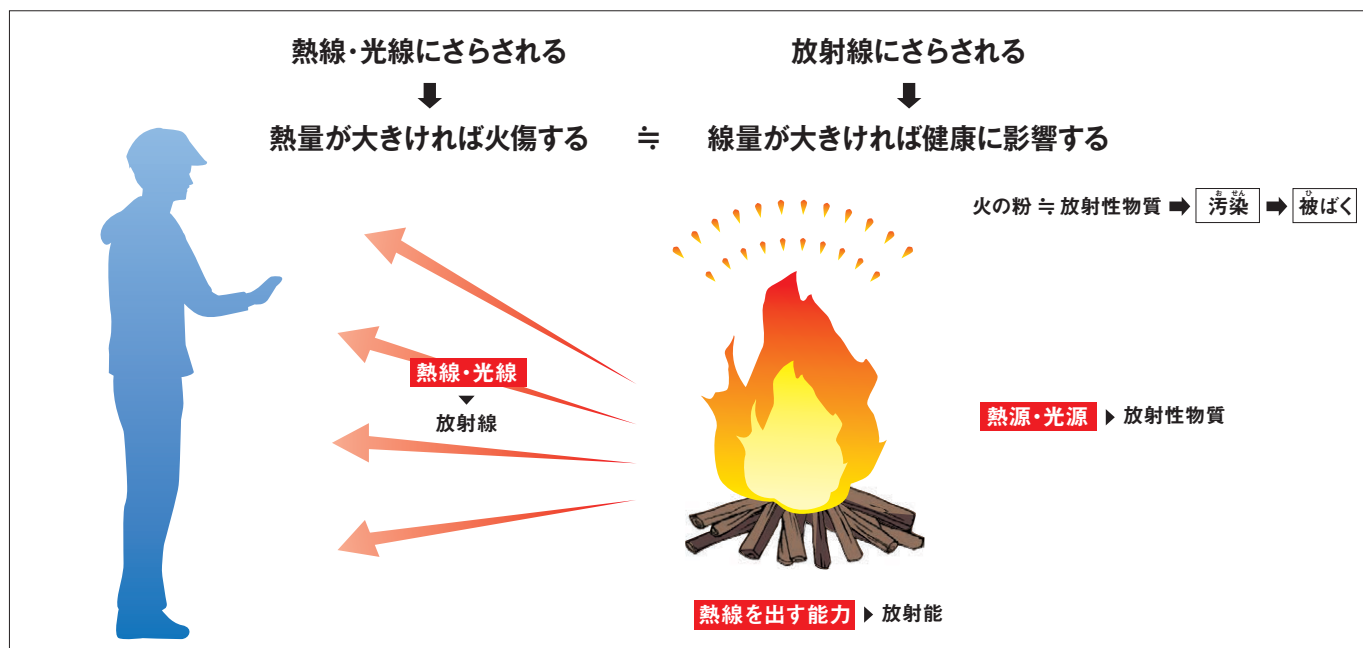
放射線を出す能力のことを「放射能」といい、「放射能」を持つ物質のことを「放射性物質」といいます。

放射線、放射能、放射性物質とは

ウラン鉱石などには、ウランやラジウムなどの「放射性物質」が含まれています。これらの物質からは、透過力（物を通り抜けてしまう力）の強い目に見えない光線のようなもの

が発せられており、これを「放射線」と呼びます。また、放射線を出す能力のことを「放射能」といい、「放射能」を持つ物質のことを「放射性物質」といいます。

放射線と放射性物質の違い：たき火にととると



放射線の種類と透過力（物を通り抜ける力）等

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 (ヘリウムの原子核)	極めて小さい。紙1枚で止まる。皮膚の角質層で止まる。空気中に飛び出してから4cm程度の距離で止まる。	外部被ばくは考えなくてよい。α核種*1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程度のアルミニウムや1cm程度のプラスチックで止まる。空気中に飛び出してから5m程度の距離で止まる。	外部被ばくは皮膚だけが問題。β核種*2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。鉛や鉄など密度の大きな物質で止まる。	透過力が大きく、外部被ばくの主要原因。
中性子線 (n線)	中性子	鉄や鉛などを突き抜けるほど大きい。厚いコンクリートや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、外部被ばくの原因となる。

*1 α線を放出して崩壊する核種 *2 β線を放出して崩壊する核種

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	放射線が物質に当たったとき、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
放射能 (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

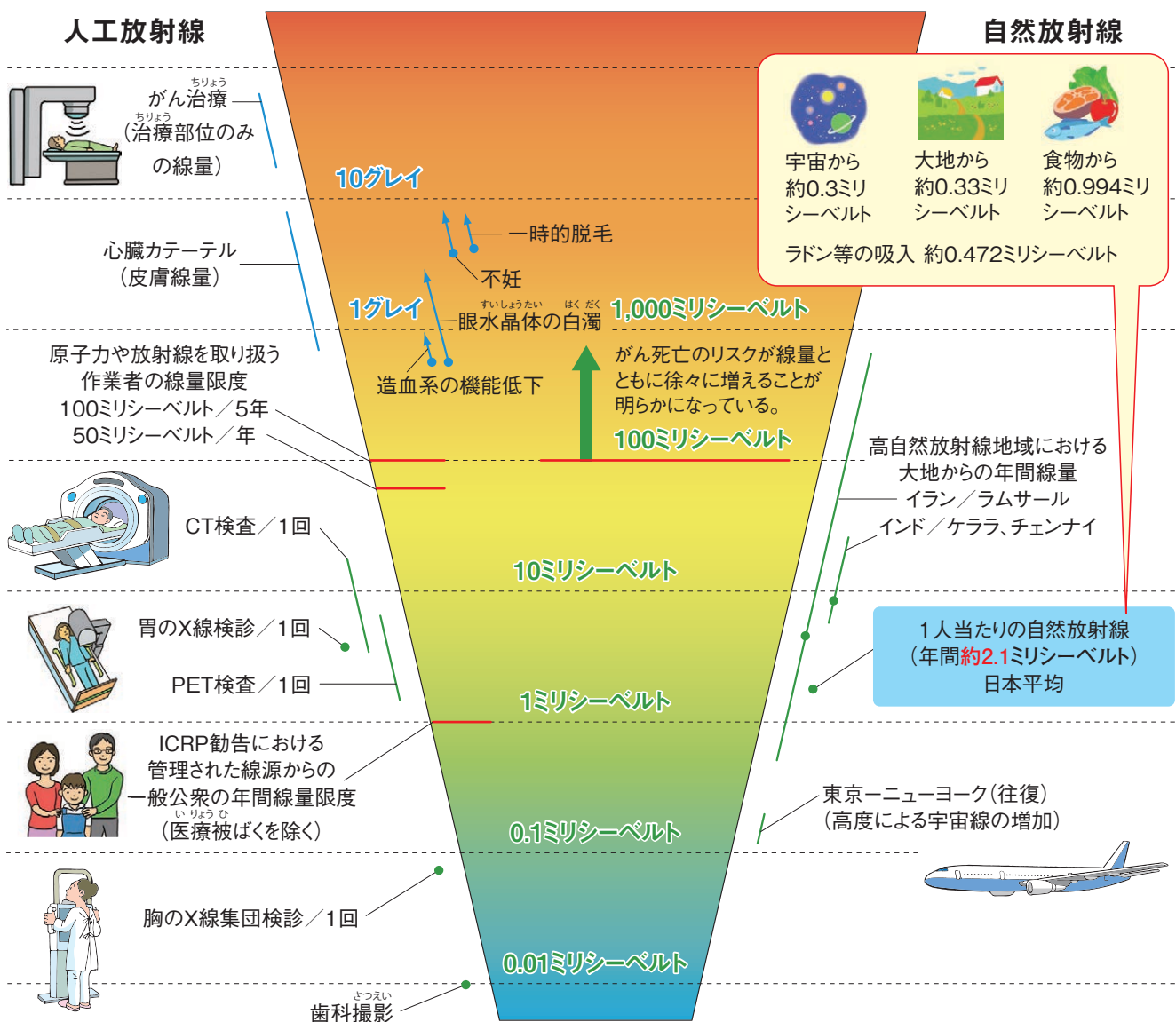
放射線と人体への影響

私たちは、ふだんの生活の中でいろいろな放射線を受けています。自然界にある放射性物質や宇宙から飛んでくる自然放射線、病院などで使う人工放射線などです。ふだん受けているレ

ベルの放射線なら身体に影響はありませんが、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、体に深刻なダメージを与える恐れがあります。

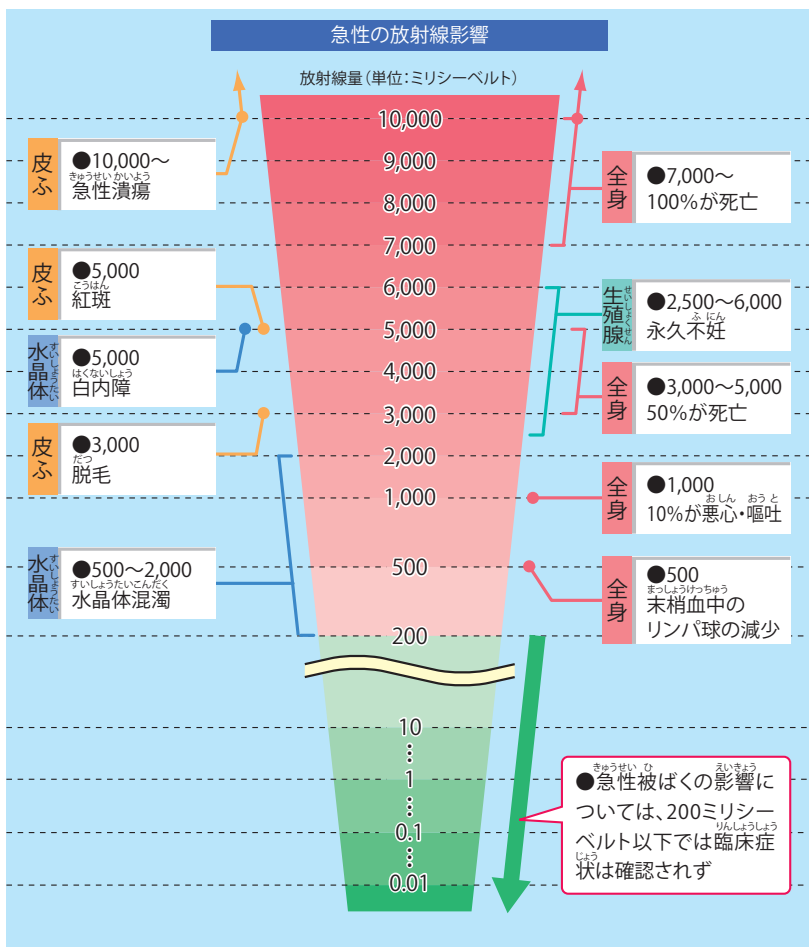
日常生活で受ける放射線の量

放射線被ばくの早見図



出典: (国研)量研放医研HP「放射線被ばくの早見図」UNSCEAR2008年報告書、ICRP2007年勧告、日本放射線技師会医療被ばくガイドライン、新版・生活環境放射線(国民線量の算定)などにより、放医研が作成(2013年5月)(2018年5月改訂版引用改変) (自然放射線)出典:原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)2008年報告書、(公財)原子力安全研究協会「生活環境放射線(国民線量の算定)第3版」(2020年)

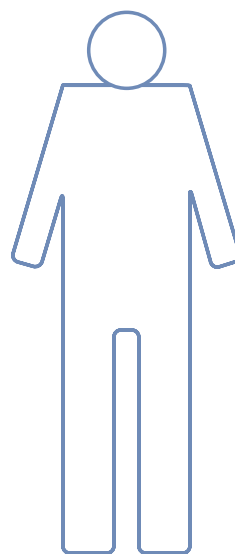
急性の放射線影響



出典:「ICRP Pub 60」ほか

身体のどこに沈着するの?

長寿命の放射性物質(ストロンチウム90、セシウム137など)を含んだ食物等を大量に摂取すると、体内に蓄積され、放射性物質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。



肝臓、腎臓、骨
ウラン238

骨
プルトニウム239
ストロンチウム90
ラジウム226

肺(呼吸により)
ラドン222
肝臓、脾臓
コバルト60
甲状腺
ヨウ素125、131

全身(筋肉、骨)
セシウム137

全身
カリウム40

はんげんき 半減期とは

放射能は細菌・ウイルスと違って、自分で増えていくことはなく、時間の経過とともに減少していく性質があります。種類の違う放射能

を比較するため、減少していく性質を利用した指標として、放射能が半分になるまでの期間=「半減期」が使われています。

核種別の物理学的半減期(例)

核種	半減期
ラドン222	3.8日
ヨウ素131	8.0日
コバルト60	5.3年
ストロンチウム90	28.8年
セシウム134	2.1年
セシウム137	30.1年
ラジウム226	1,600年
プルトニウム239	2.4万年
ウラン238	45億年
カリウム40	12.5億年
炭素14	5,700年
ルビジウム87	492億年
鉛210	22.2年
ポロニウム210	138.4日

出典:(公社)日本アイソトープ協会「アイソトープ手帳(12版)」(2020年)

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、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)
ヨウ素(I)	ヨウ素131の場合 8.0日	乳児…11日 5歳児…23日 成人…80日
セシウム(Cs)	セシウム137の場合 30.1年	乳児…9日 5歳児…38日 成人…110日

身の回りにはある放射線は？

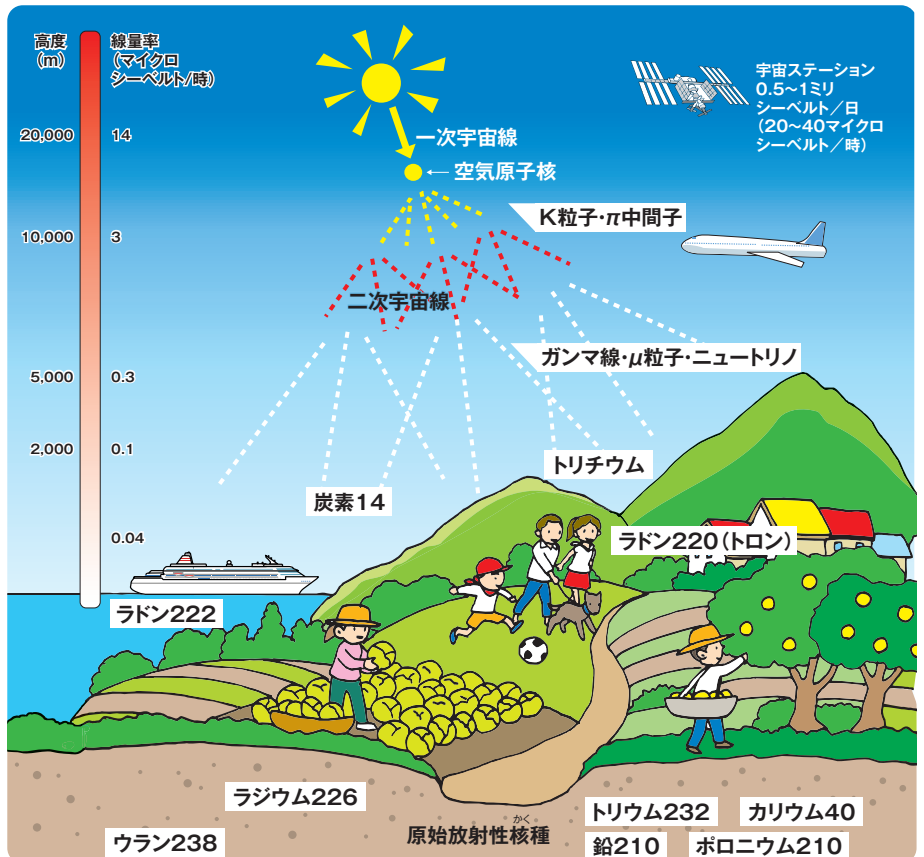
日常生活の中でも、常に宇宙と大気、大地から放射線を受けています。
 → 日本人が空気や地面、食べ物などの自然から1年間に受ける放射線の量は、1人当たり約2.1ミリシーベルトです。

自然放射線について

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年間約0.46ミリシーベルトとなります。

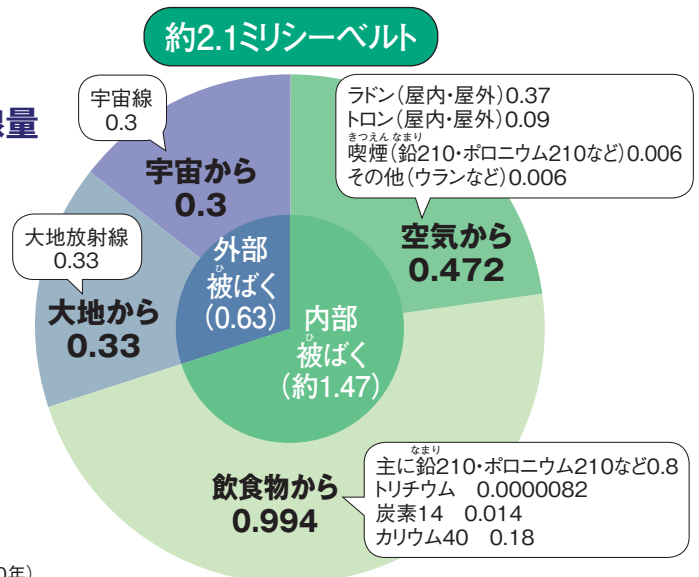
さらに、大地の岩石や土などに放射性物質が含まれているため、大地からも放射線を受けています



出典:文部科学省「放射線等に関する副読本教師用解説書」(2011年10月)などを引用、改編して作成

●自然放射線による1人当たりの年間実効線量 (日本平均/単位:ミリシーベルト)

日本の自然放射線による被ばく線量は年間約2.1ミリシーベルトです。



出典:原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告書、(公財)原子力安全研究協会「生活環境放射線 (国民線量の算定) 第3版」(2020年)

体内・食物中に含まれる放射性物質

わたしたちは食べ物や飲み物、呼吸によって体に取り込んだ自然放射性物質からも放射線を受けています。

例えば、カリウムは自然界に存在するミネラル
体内の主な放射性物質から受ける内部被ばく(経口摂取)線量

主に鉛210、ポロニウム210

……0.80ミリシーベルト/年

トリチウム

(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

(1日の摂取量を0.3kgとした場合)

……0.014ミリシーベルト/年

カリウム40

……0.18ミリシーベルト/年

体内に存在する自然放射性物質・カリウム40について (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。

体内のカリウムの割合は、成人で0.18%、子供で0.2%ですので、体重60kgの成人の体内には約3,445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

カリウム40の平均的な摂取量と体内での平衡状態を考慮して計算すると、日本人の平均的な年間実効線量は約0.18ミリシーベルトになります。

出典:(公財)原子力安全研究協会「生活環境放射線(国民線量の算定)第3版」(2020年)

放射性降下物の動きにも注意を

放射性降下物とは、核実験や原子力事故で生じた爆発で発生した放射性物質を含む塵のことで、爆発で生じた物質は、いったん上空に舞い上がった後、地上に降下します。放射性降下物の粒子は砂粒のようなもので、風によって拡散します。

地表に沈降した放射性物質は、降雨などにより地下水や川へ移動し、時には海へ流れ込みます。植物に栄養素の一部として取り込まれると植物自体が汚染され、汚染された植物を食べた草食動物やこれらを食べる肉食動物も汚染されます。



放射線を目で見るとは?

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りますので、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。



▶放射線の通ったあとが実際に見える

放射線を体を受けると？

→ 人体が放射線にさらされることを「被ばく」といいます。
被ばくは、放射線源がどこにあるのかによって分けられます。

「外部被ばく」と「内部被ばく」

放射線源が身体の外部にあり体外から被ばくする場合を「外部被ばく」、放射線源が身体

の内部にあり体内から被ばくする場合を「内部被ばく」といいます。

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 放射線のうちアルファ線は透過力が弱い(空气中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。
- 3 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。
- 4 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が他の地域と比べて比較的高くなります。
- 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。

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。例えばヨウ素は甲状腺に、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30.1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。
- 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。

被ばく線量と健康への影響について

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～数カ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は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、皮ふの障害

- 2 致死線量(何も医療行為をしなれば)

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)の被ばくをした集団では明らかに発がん頻度が増えます。
- 2 100ミリシーベルトを超える被ばくにより、がん死亡のリスクが線量とともに徐々に増えることが明らかになっています。
- 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ということがわかっています。

放射線を測るには？

放射線は、見たりに勾いで判別することはできませんが、目的に合わせた測定器を利用することで数値にして確かめることができます。

外部被ばく線量を測るための測定器

空間放射線量率の測定



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。

【空間放射線量率の測定方法】

（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、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秒待つて値を読み取る。
- ⑤1点での計測回数は1回。測定値がばらつく場合は複数回測定の平均値を出す。
- ⑥記録する場合には、ノートなどにメモする。

放射性物質による汚染の程度を測定



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。

個人の被ばく線量の測定



ポケット線量計

個人がある一定期間に受けた外部被ばく線量を測る測定器です。

※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。

内部被ばく線量を測るための測定器

体内にある放射性物質の量を測定



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です。

放射性ヨウ素による内部被ばく線量を測定



甲状腺モニタ

ヨウ素は甲状腺に蓄積するため、首の甲状腺のある部分に放射線検出器を当てて、そこから出てくるガンマ線を測ります。

出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一した基礎資料（令和元年度版）」

内部被ばくを防ぐために飲食物の摂取制限を設定

国では、福島第一原子力発電所の事故の直後 月1日からは、よりいっそうの食品の安全と安心を確保するため、長期的な観点から新たな規制基準値を設定しています。

に食品中の放射性物質の暫定規制値を設定し、その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

【基準値のもと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) 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」と勧告しています。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。

食品の汚染割合

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もと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、事故から時間が経過するとともに、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。このため基準値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。

放射性セシウムの基準値

食品群	基準値 (単位: ベクレル/kg)
一般食品	100
乳児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

飲食物中の放射能の測定

ゲルマニウム半導体検出器

食べ物などに含まれる放射性物質の種類ごとの放射能を調べる装置です。(単位:ベクレル)



2章 放射線と放射能

世界で放射線レベルが高い地域は？



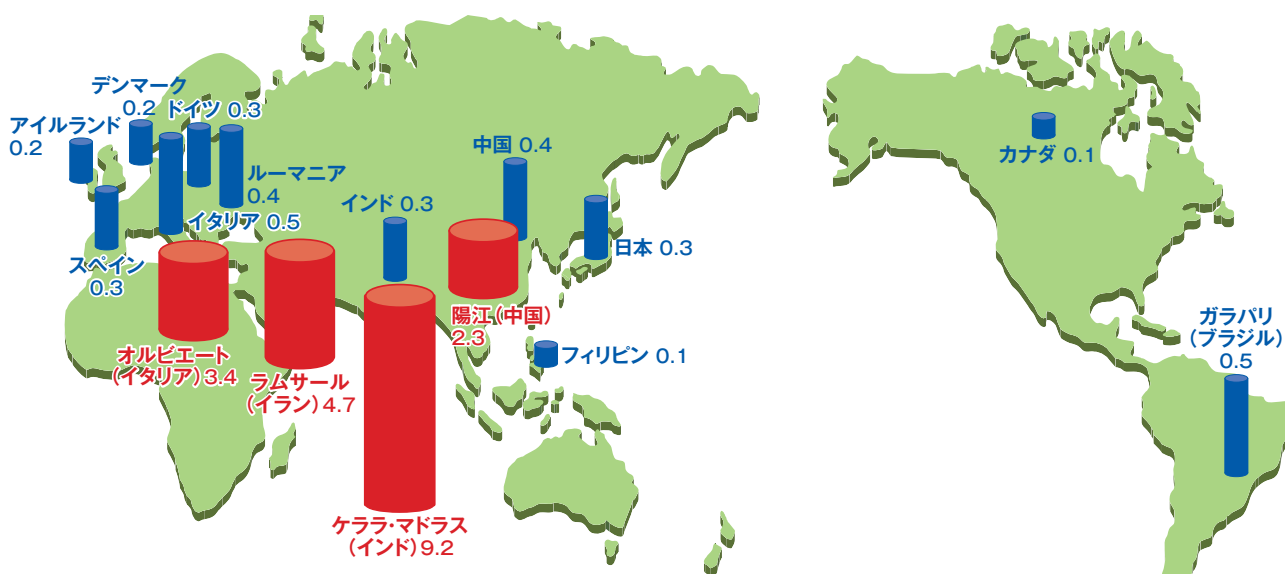
世界には大地から受ける自然放射線の量が日本の数倍以上の地域があります。

陽江(中国)は日本の約8倍！

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。中国広東省の陽江とインド

のケララでは、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:環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和3年度版」(2022年3月)/
国連科学委員会(UNSCEAR)2008年報告書、(公財)原子力安全研究協会
「生活環境放射線(国民線量の算定)第3版」(2020年)をもとに作成



▲陽江(中国)



▲ラムサール(イラン)



▲ケララ(インド)

写真提供:(公財)体質研究会

まとめ

自然放射線量の違いは、砂や温泉の成分など、地域性が深く関わってきます。がんの死亡率や発症率の着しい増加は報告されていません。



2章 放射線の幅広い利用

放射線を利用している施設は？

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。

原子力エネルギー分野



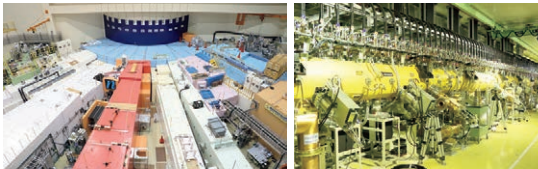
研究炉JRR-3の外観 カプトムシの中性子ラジオグラフィ画像

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所(東海村)



原子力エネルギーを支える基盤技術や安全に関する研究開発とともに、応用分野として、研究炉や加速器からの量子ビーム利用による素粒子、物質・材料といった科学技術領域で研究開発を行っています。それらの施設のうち、1962年に初めて国産研究炉として利用を開始したJRR-3では、設置された設備を用いて、さまざまな中性子ビーム実験、原子力燃料・材料の照射実験、ラジオアイソトープの製造などが実施されています。

最先端科学分野



物質・生命科学実験施設

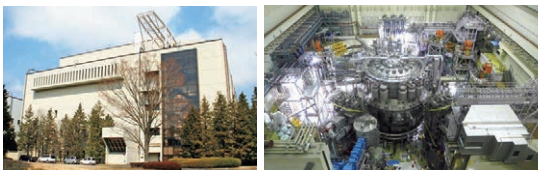
線形加速器

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構/ 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 大強度陽子加速器施設(J-PARC)(東海村)



世界最高レベルのビーム強度の陽子加速器で、最先端の研究を行っている国際的な施設です。生命科学から素粒子物理学までの幅広い研究分野を対象に、多彩な二次粒子を用いた研究手段を国内外の大学や研究所等に提供し、基礎科学から産業応用までの研究開発を進めています。ニュートリノの変身の観測や、K中間子で超原子核を作る実験、さらに「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウの石の分析も行っています。

核融合分野



JT-60実験棟の外観 ©QST 超伝導トカマク型実験装置「JT-60SA」

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 那珂研究所(那珂市)



軽い原子核同士がくっついて(融合)、より重い原子核に変わるのが核融合です。この核融合から発生する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。超伝導装置JT-60SA本体の組立ては2020年3月に完了し、現在は日欧で協力して統合試験を進めています。また、フランスに建設中の核融合実験炉ITERにおいて重要な役割を担っています。

※ITER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(株)東海センターの外観

日本照射サービス株式会社 東海センター(東海村)



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、理化学器材、実験動物飼料等の滅菌、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

国立大学法人筑波大学附属病院 陽子線医学利用研究センター(つくば市)



国内でも数少ない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有しています。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、狙った病巣を集中的に照射することができます。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、副作用を抑えるがん治療として注目されています。

農業分野



©農研機構

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構作物研究部門 放射線育種場(常陸大宮市)



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。

放射線や原子力などを学べる施設は？



県内には、放射線や原子力はもちろん、幅広く科学について、楽しく学べ、体験できる施設があります。



公益社団法人茨城原子力協議会 原子力科学館(東海村)

見て、触れて、じっくり学べる科学館。ガイダンスシアター「アトミックトラベラー 原子のカー」や放射線の飛跡が見える世界最大級の「霧箱」などに加えて、2022年度に「ネイチャータウンー自然界の放射線ー」が完成しました。体験しながら原子力と放射線についての正しい知識が学べます。

☎ 029-282-3111
ホームページ <http://www.ibagen.or.jp/>



日本原子力発電株式会社 東海原子力館 別館(東海村)

バーチャルリアリティによる発電所案内ツアー体験の他、パネル展示等でエネルギーや原子力についてわかりやすく紹介しています。

☎ 029-287-0486
ホームページ <http://www.japc.co.jp/gendenkan/tokai/index.html>



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 大洗わくわく科学館(大洗町)

海をテーマに、風や光、水の不思議な現象をわかりやすく体験できます。海の底に眠る鉱物資源を採る遊具などがあります。

☎ 029-267-8989
ホームページ <http://www.jaea.go.jp/09/wakuwaku/>



公益財団法人つくば科学万博記念財団 つくばエキスポセンター(つくば市)

世界最大級のプラネタリウムと体験型展示で、宇宙・海洋・エネルギー・ナノテクノロジーなど科学技術を見て、触れて楽しめる科学館です。

☎ 029-858-1100
ホームページ <https://www.expocenter.or.jp>



写真提供: (公財) つくば科学万博記念財団

茨城県内にある主な原子力 研究・利用・学習施設MAP

※この他の県内の主な原子力関係施設については、
P.44を参照のこと。



研究・利用施設

- ① 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
- ② 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 大洗研究所
- ③ 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 / 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 大強度陽子加速器施設(J-PARC)
- ④ 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構(KEK)
- ⑤ 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 那珂研究所
- ⑥ 国立大学法人筑波大学附属病院 陽子線医学利用研究センター
- ⑦ 日本照射サービス株式会社 東海センター
- ⑧ 国立大学法人東北大学金属材料研究所附属 量子エネルギー材料科学国際研究センター
- ⑨ 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究部門 放射線育種場

学習施設

- ⑩ 公益社団法人茨城原子力協議会 原子力科学館
- ⑪ 日本原子力発電株式会社 東海原子力館 別館
- ⑫ 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 大洗わくわく科学館
- ⑬ 公益財団法人つくば科学万博記念財団 つくばエキスポセンター

2章 原子力を理解するキーワード

核分裂って、なんだろう？

→ ウランの原子核が核分裂して発生するエネルギーが原子力で、「核分裂の連鎖反応」が同じ割合で持続している状態を「臨界」といいます。

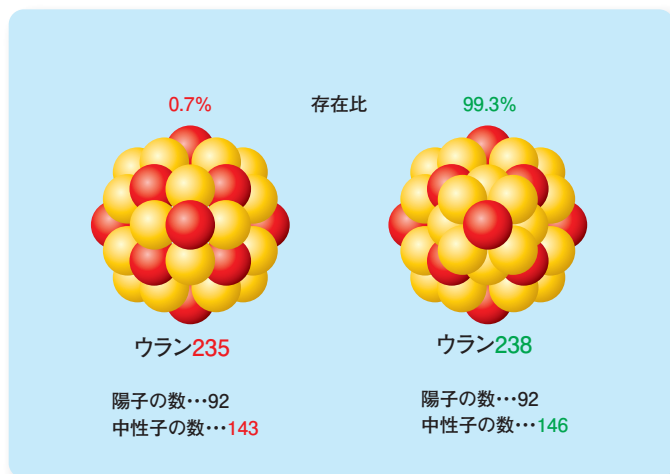
ウランの核分裂でエネルギーが発生

原子力とは、原子の中にある原子核が壊れるときに発生するエネルギーのことです。ウランには、核分裂しやすいウラン235と核分裂しにくいウラン238があり、ウラン235の原子核に中性子がぶつかると、その影響で2つ以上に分裂し、大きなエネルギー

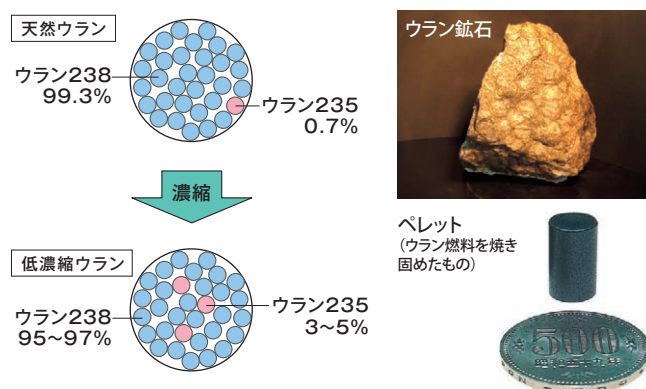
を発生すると同時に放射線を出します。この核分裂を利用したものが原子力発電です。

ウラン235とウラン238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。

ウランの同位体（アイソトープ）



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



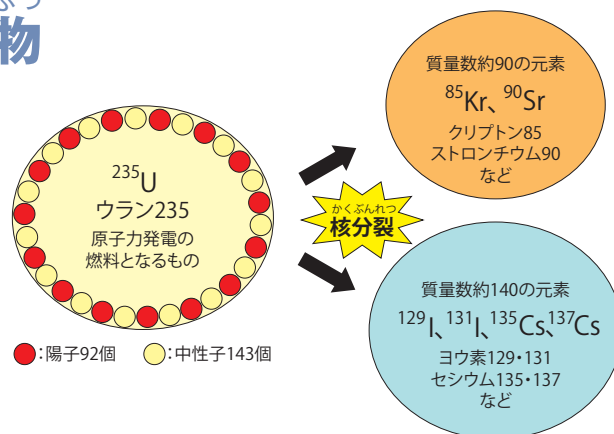
出典：(一財)日本原子力文化財団
「原子力・エネルギー図面集2016」(2016年3月更新)

写真提供：日本原燃(株)

ウランの代表的な核分裂生成物

ウラン235は中性子を吸収すると不安定になり、すぐに2つ以上の原子核に分裂してしまいます。

分裂した後、質量数が約90と約140に近い元素が作られやすく、その代表的なものがストロンチウム、ヨウ素、セシウムなどです。福島原発事故後、よく耳にした名前でしょう。

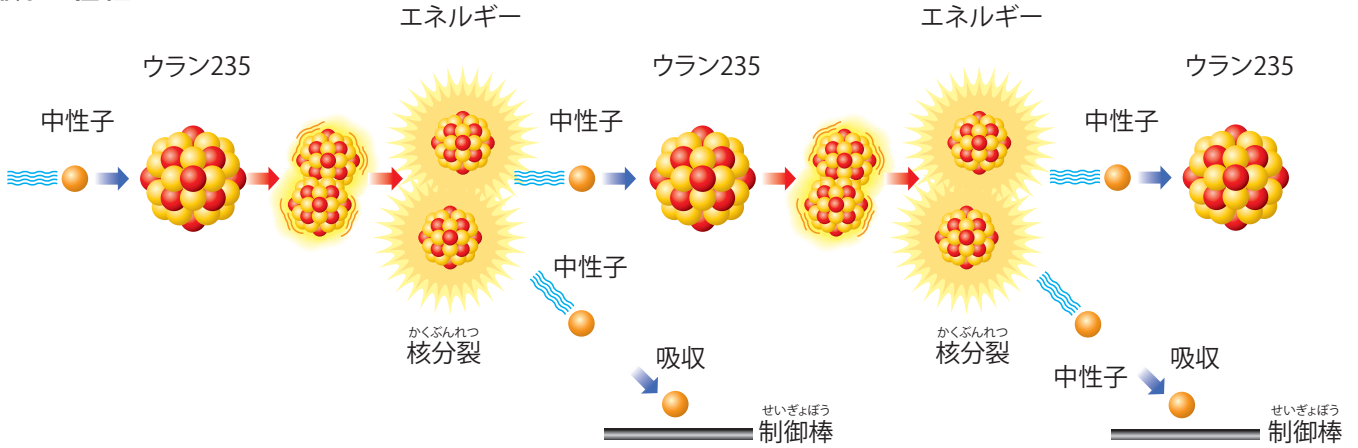


かくぶんれつ れんさ りんかい 核分裂の連鎖反応が臨界

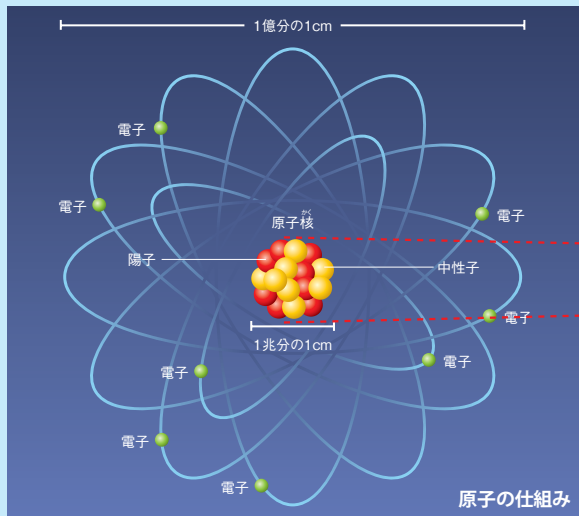
ウラン235が核分裂すると、2、3個の新しい中性子が飛び出し、この中性子が次の核分裂を起こします。このようにして連続的

に核分裂が続いていくことを「核分裂の連鎖反応」といい、この連鎖反応が同じ割合で持続している状態を「臨界」といいます。

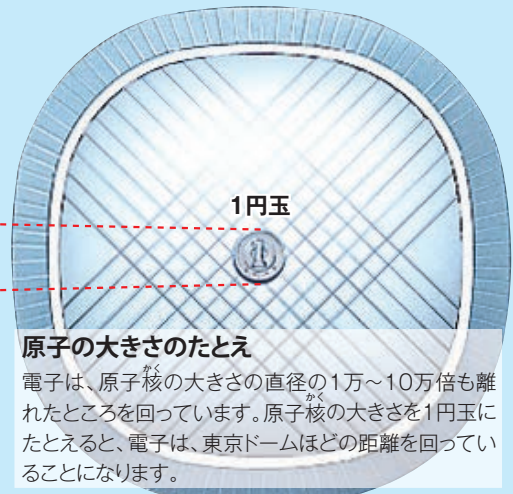
臨界の仕組み



すべてのものは原子でできている



東京ドーム



原子の大きさのたとえ

電子は、原子核の大きさの直径の1万~10万倍も離れたところを回っています。原子核の大きさを1円玉にたとえると、電子は、東京ドームほどの距離を回っていることとなります。

どんな物質も、たくさんの「原子」が集まってできています。原子の直径は1億分の1cmほどで、その原子はさらに、「陽子」と「中性子」からなる「原子核」と、そのまわりを回る「電子」とに分けられます。太陽系の形にたとえられるこの構造は、20世紀初頭にイギリスの物理学者・ラザフォードらの研究により解明されました。

まとめ

かくぶんれつ核分裂は大きなエネルギーを発生するとともに、放射線を出します。



2章 原子力発電の仕組み

原子力を使ってどのように発電するの？

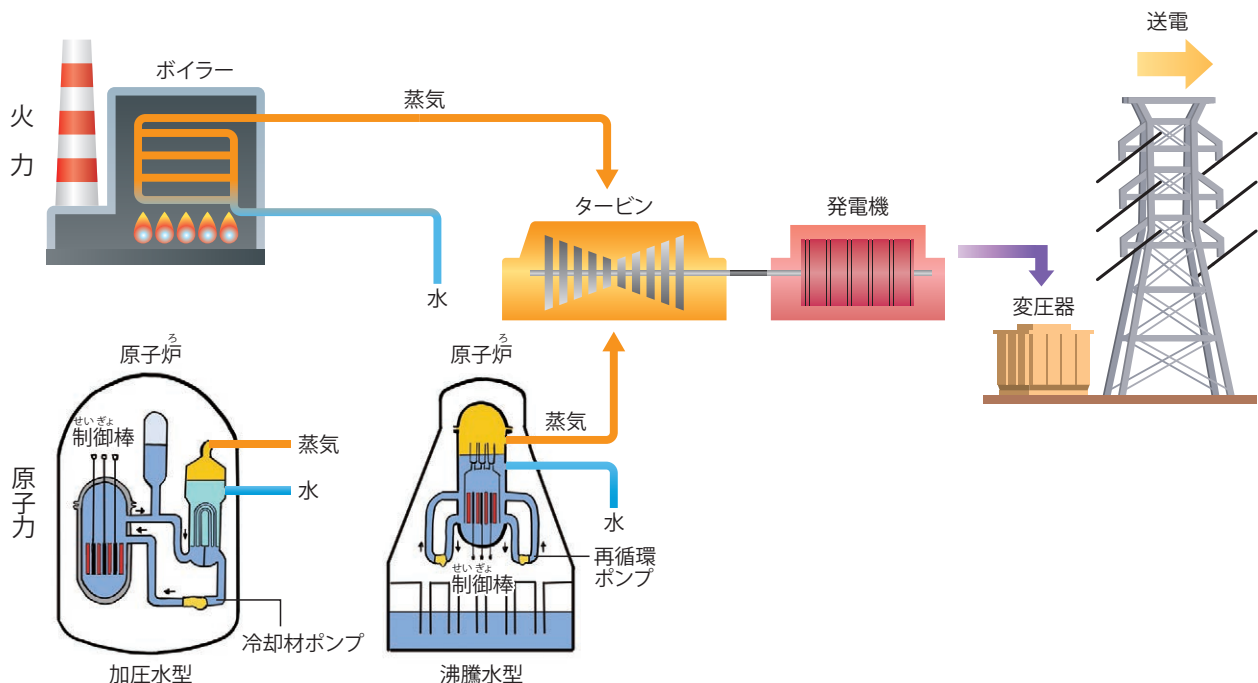
→ 原子力のエネルギーは発電にも利用されています。

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。

原子力発電と火力発電の仕組み



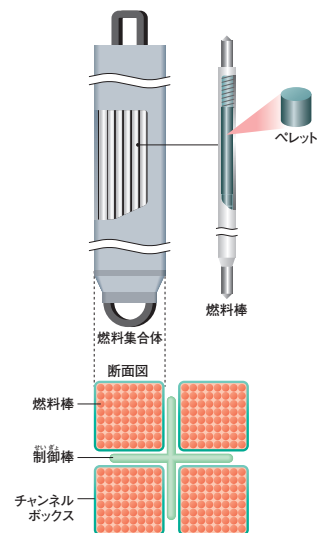
発電の燃料はウラン

原子力発電に使われる燃料のことを「核燃料」または「原子燃料」といいます。天然ウラン中のウラン235を核分裂しやすいように濃縮し、粉末にしたものを陶器のように焼き固め(ペレット)、さらに合金の被覆管に入れたものを「燃料棒」といい、これを何本も束ねた「燃料集合体」を原子炉の中で使用します。

原子炉の中では、核分裂の連鎖反応である臨界状態を進行させています。そして、この臨界状態を調節するために「制御棒」が使われます。

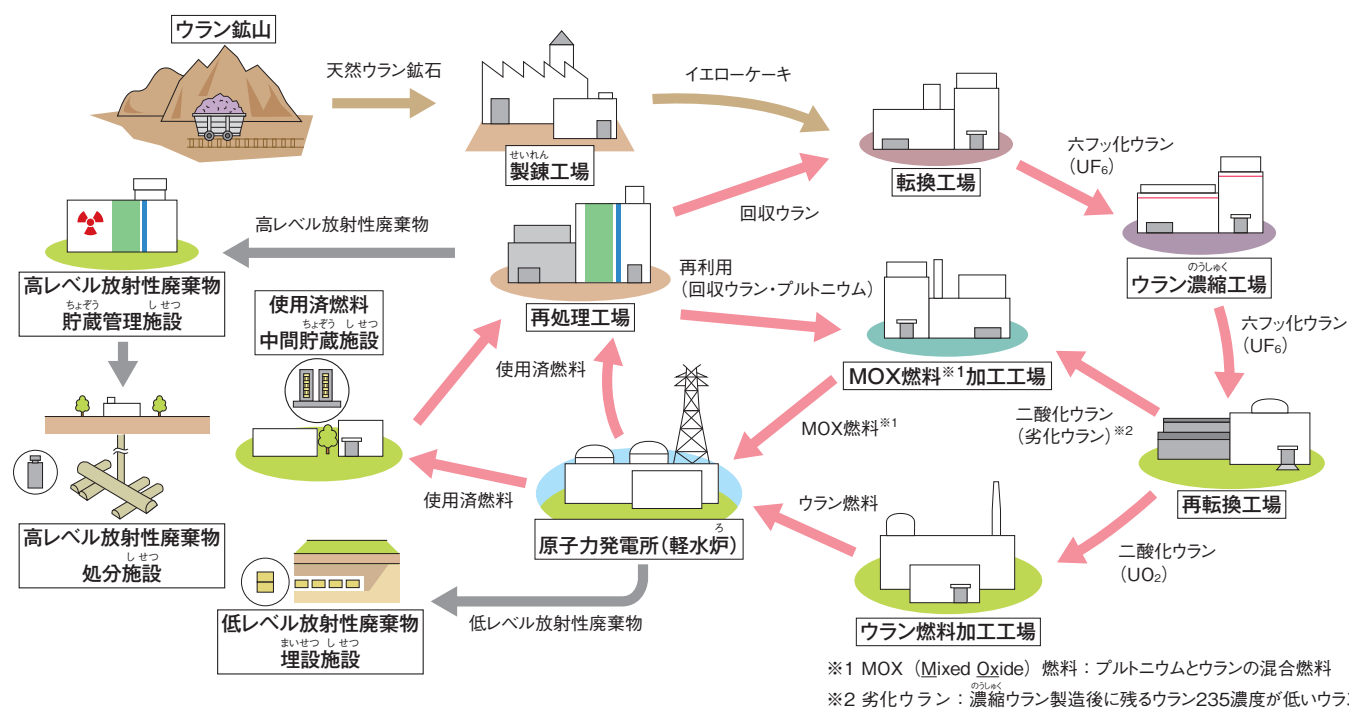
原子炉にはいろいろな種類がありますが、制御棒を使って核分裂の量を調節するという、基本的な運転方法はどれも同じです。

燃料集合体と燃料棒



※「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。

核燃料サイクル(燃料の流れ)



日本では、使用済燃料の中のウランやプルトニウムを取り出し(再処理)、この取り出した物質を混ぜ合わせて「MOX燃料」と呼ばれる燃料に加工して、もう一度発電に利用する

という取り組みを行っています。この燃料をリサイクルして利用する一連の流れを「核燃料サイクル」といいます。

出典：(一財)日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」(2016年3月更新)をもとに作成