

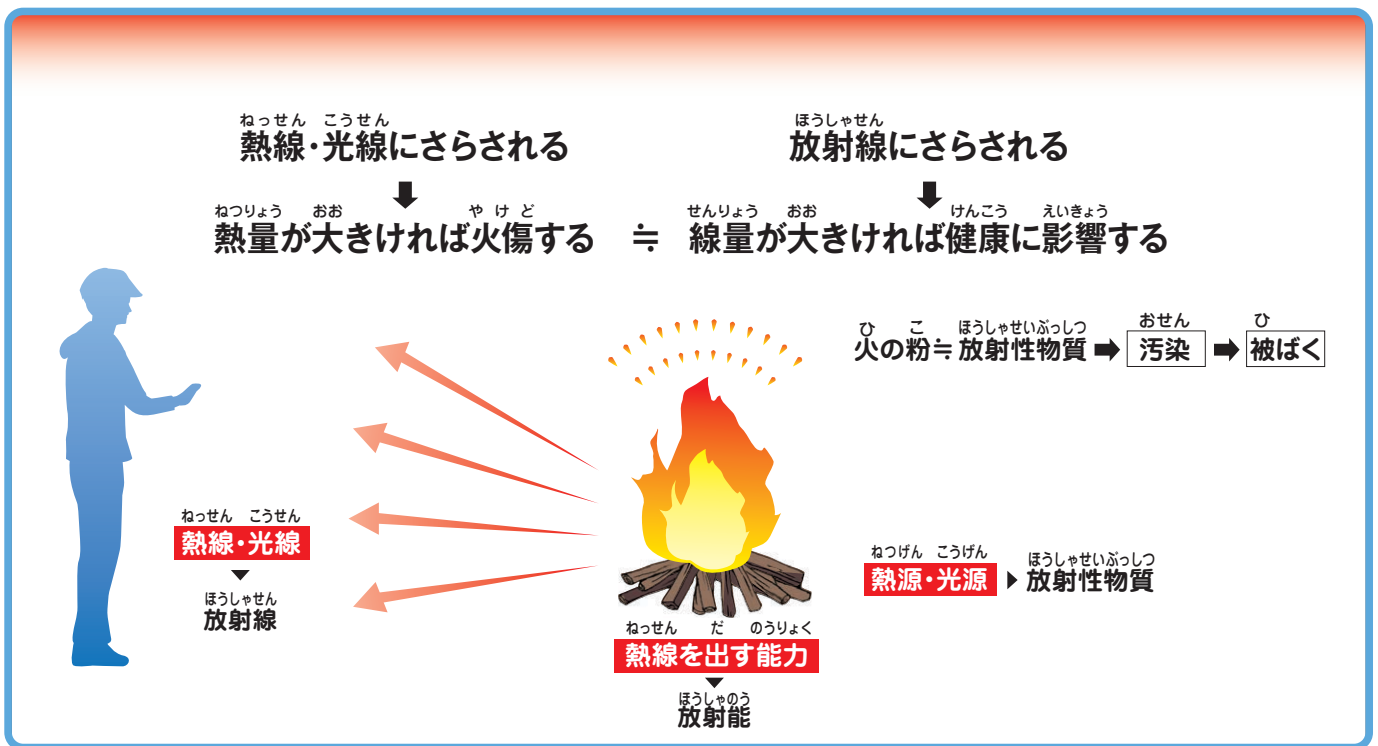
放射線って、なんだろう？



食べ物や空気などからも放射線は出ていて、わたしたちは知らないうちに毎日それを受けています。でも、放射線をたくさん受けると、体に悪い影響があります。

放射線と放射性物質と放射能

放射線というのは、目に見えない光線のようなもの。放射線を出すものを「放射性物質」、放射線を出す力を「放射能」といいます。たき火にたとえると、次のように説明することができます。



たき火から離れると光や熱が弱くなるように、放射性物質との距離を置くと放射線も弱まります。

覚えておこう



放射線には、たくさんの種類がある。

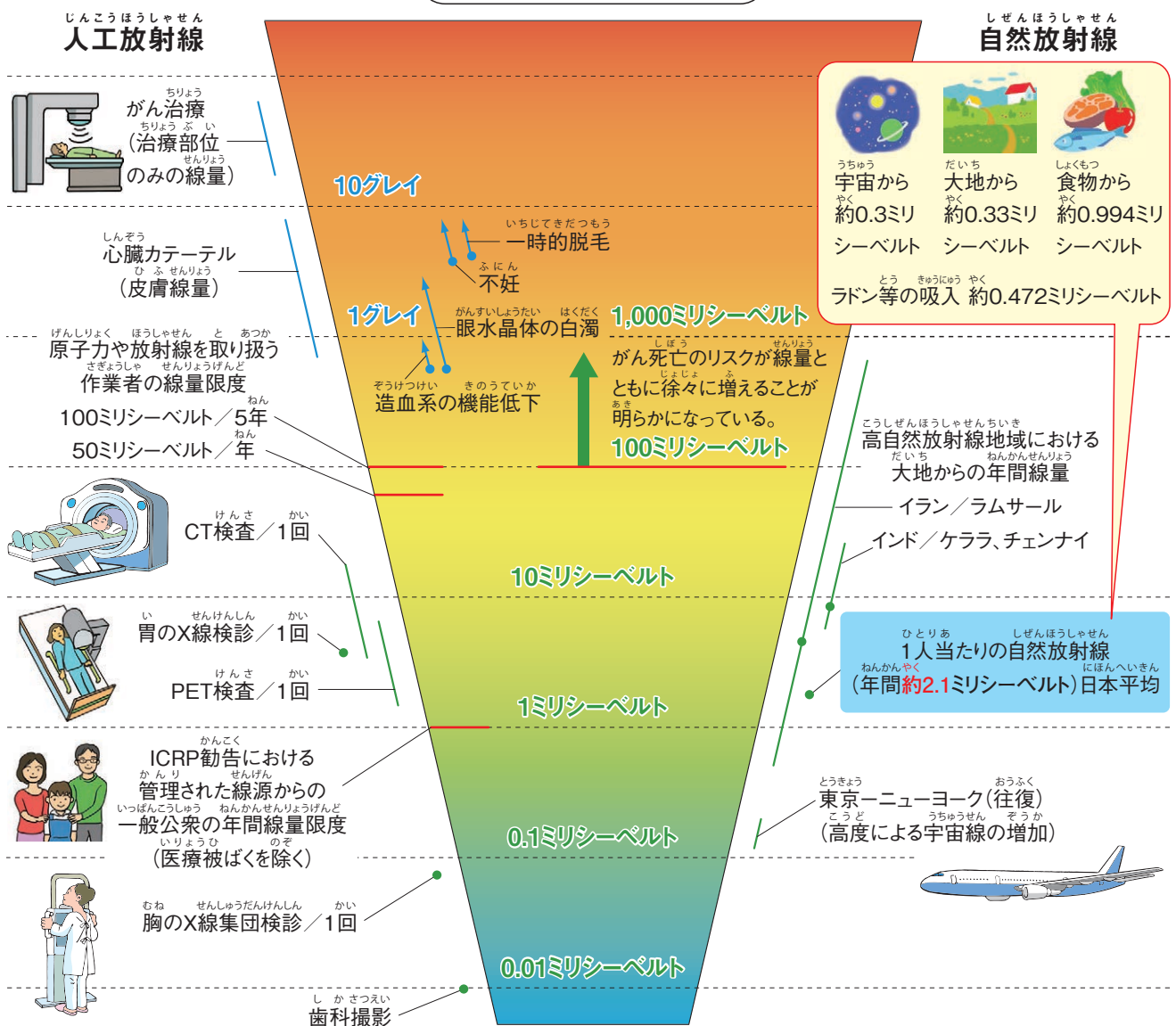
放射線にはアルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子線などがあります。種類によって「ものを通りぬける力」に違いがあり、通りぬける力が強いものは、なまりなどの板がないとストップできません。逆に、弱いものは、紙1枚でも止めることができます。

●身の回りの放射線

放射線は、自然放射線と人工放射線に分けることができます。自然放射線は、大地や食べ物などから出ている放射線で、宇宙からもやってきています。人工放射線は、病院などで使われる放射線です。じつは、わたしたちは毎日の暮らしの中で放射線を受けているのです。

●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)

●たくさんの放射線を受けたあとに、 ずいぶん時間がたって体に出る影響

原子力施設で事故などがあつたときに、ふだん受けている放射線よりたくさんの放射線を体を受けると、体の調子をくずしたり、病気になつたりする心配があります。

放射線を受けたときには、すぐに体に出るもののほかに、ずいぶん時間がたって体に出る影響もあります。ですから、もし事故が起つたときは、放射線を受けないようにして行動することが大切です。

すぐに体に出るもの（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 死んでしまう線量(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

時間がたってから出るもの（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の被ばくを受けた場合、明らかにがんになる頻度が増えます。

- 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 低い線量を長い時間被ばくする場合は、同じ総線量でも短い時間に被ばくする場合よりも影響が小さくなることがわかっています。

放射線をたくさん
受けると危険ということを
忘れてはいけないのね。

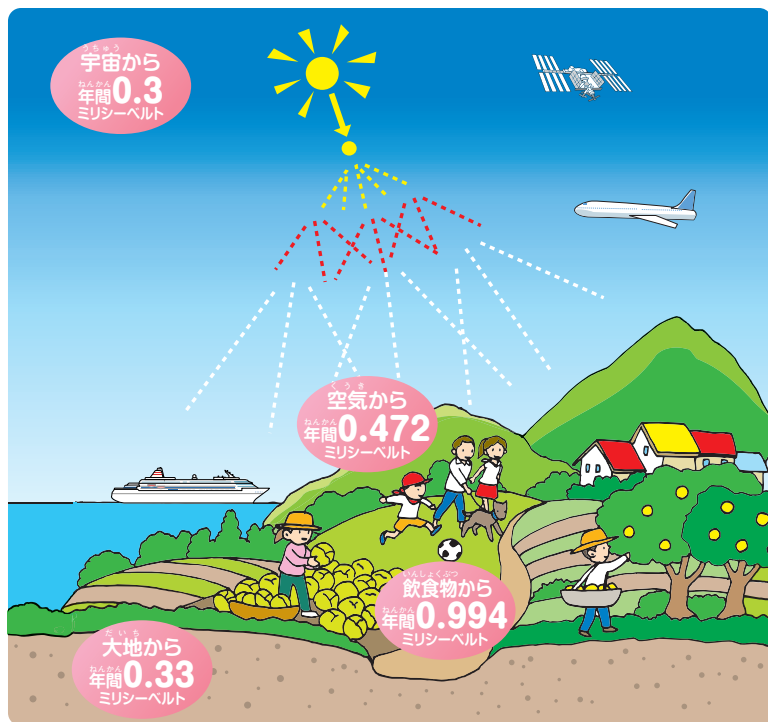


身の回りの放射線って？



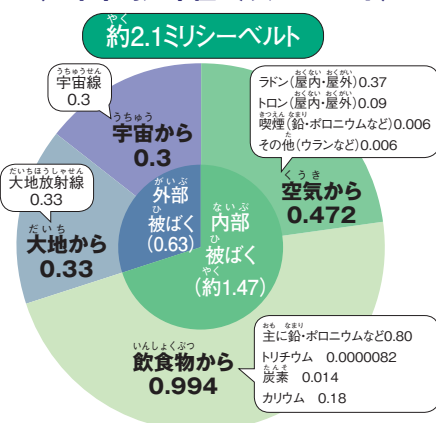
放射性物質は、空気中やふだん口にしてる野菜や肉、魚といった食べ物など身近なところに含まれています。

●自然の中にある放射線



しゅってん もんががくしやう ほうしゃせんとう かん ふくどくほんきやうしやうかいせつしよ ねん がつ いんよう かいへん さくせい
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。

しゅってん げんしほうしゃせん えいぎやう かん こくれんかがくいいんかい
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)

●放射線を目で見るとは？

黒くぬった霧箱のなかを、ひ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ひこうき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出来ます。

この霧箱は東海村の原子力科学館にあるので、一度見に行ってみましょう。

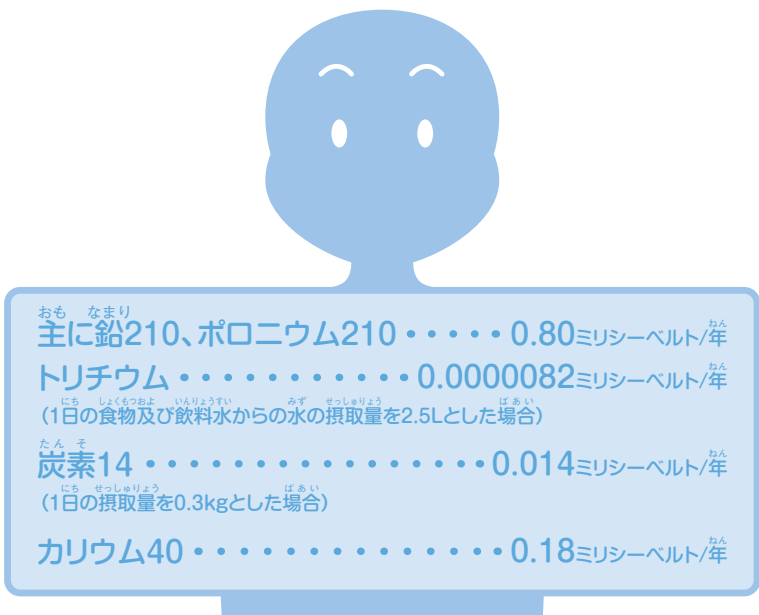


●わたしたちの体の中にある放射性物質

わたしたちの体の中にも、自然界にある放射性物質があります。これらの自然放射性物質は、動植物には欠かせない元素の中にも含まれています。

日本人が空気や地面、食べ物などの自然から1年間に体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。

●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



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)

●世界の中で放射線が高い地域

世界には大地から受ける放射線の量が日本より何倍も高い地域があります。大地からの放射線が多くなるのには、いろいろな原因があります。たとえば、イランのラムサールの場合は、噴き出した温泉によってラジウムという放射性元素がたまっていたことが原因です。



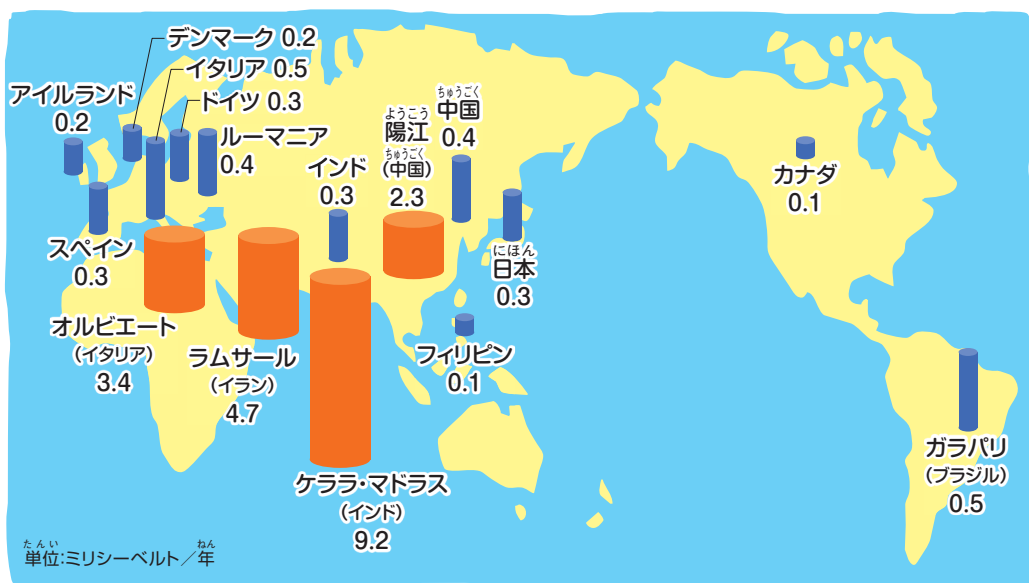
陽江(中国)



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

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

放射線を体に受けると、 どうなるの？

→ これまでの研究や調査でどのくらいの量を受けると人体にどのような影響があり、どのくらいの量までなら心配しなくてよいのかが少しずつわかってきています。

●被ばくについて

わたしたちの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、放射性物質がどこにあるのかによって分けられます。



とくちよう

放射性物質が体の外にあり、
体の外から被ばくした場合

「外部被ばく」

- 放射線に当たっているときだけ被ばくします。
- 放射線のうちベータ線の影響は皮ふに出できます。
- ガンマ線による被ばく線量は、放射線測定器で測定できます。

とくちよう

放射性物質が体の内部に
あり体の中から被ばくした

場合「内部被ばく」

- 体の中に入った放射性物質には、決まった部分にたまって
しまう性質があります。
- 放射性物質がおしっこや汗など、体の外に出されるまでの
間、被ばくが続きます。
- 被ばく線量は直接測れません。



セシウム137は
筋肉や骨、ヨウ素125、
131は甲状腺にたまって
しまいます。



放射線はどのように測るの？



放射線は、目で見たりニオイを感じたりすることはできませんが、測定器を使って測ることができます。

放射線のある物質に当てると、放電したり、光を出したり、写真のように焼きついたりします。レントゲン写真がいい例です。こうした反応を利用して、汚染された物や空気の中の放射線の量を調べるための装置が放射線測定器です。

放射線測定器にはいろいろな種類があり、自分の被ばく量を測ったり、どの場所で放射線の量が高くなっているかを調べるためには欠かすことのできないものです。でも、使う目的に合った機種を選ばないと、正しく測ることはできません。

放射線の量を測る

NaIシンチレーションサーベイメータ



その場所の外部被ばく線量率を測るために使います。測定する時は、地表から1mで複数回測ります。

ポケット線量計



胸などにつけて、人の外部被ばく線量を測るために使います。

食べ物の中の放射能を測る

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。

体の中の放射性物質の量を測る

ホールボディカウンター

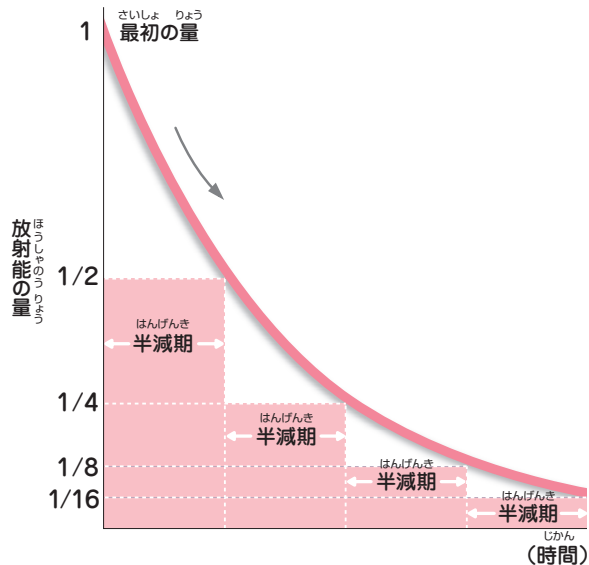


体内に取り込まれた内部被ばく線量を測るために使います。病院などの専門機関に置かれている装置です。

●放射能は、時間がたつにつれて弱まります。

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、時間がたつにつれて弱まっていきます。放射能の量が半分になるまでにかかる時間を半減期といいます。半減期は放射性物質の種類によって違います。

放射能の減り方



短いものなら数秒、
長いもので100億年を
超えるものも
あるんだよ。

核種	半減期
ヨウ素131	8.0日
セシウム134	2.1年
セシウム137	30.1年
プルトニウム239	2.4万年
カリウム40	12.5億年



●放射性物質は移動することがあります。



放射性物質は風や雨によって移動します。たとえば、山にあった放射性物質が、雨によって川に流れ込み、それが海に流れることも考えられます。

また、家の屋根にふった放射性物質が雨に流され、側溝や雨どいにたまることもあります。

考えてみよう



「放射線を出すもの」は、放射性物質と呼ばれますが、これは植物や岩石にも含まれていると思いますか？

含まれている() 含まれていない()

放射線を利用する施設って？



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はじめ、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）、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あります。

原子力エネルギー分野

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・材料などさまざまな科学技術領域で研究開発を行っています。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、さまざまな中性子ビーム実験などが行われています。



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

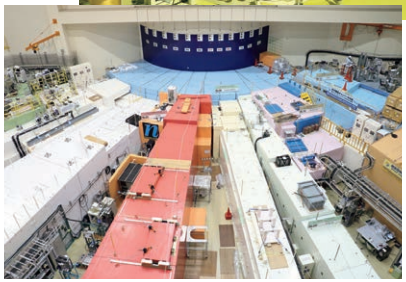


最先端科学分野

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。



物質・生命科学実験施設

かくゆうごうぶん や
核融合分野

こくりつけんきゅうかいはいつほうじん
国立研究開発法人
りょうし か がく き じゆつけんきゅうかいはいつきこう
量子科学技術研究開発機構
な が けんきゅうじよ な が し
那珂研究所 (那珂市)

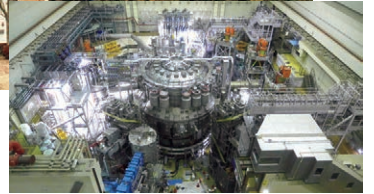


たいよう かがや つつ かくゆうごう
太陽が輝き続けているのは、核融合エネルギーによる
ものです。この核融合エネルギーの実用化をめざして、
かくゆうごう かん けんきゅうかいはいつ そうごうてき おこな
核融合に関する研究開発を総合的に行っています。また、
た、フランスに建設中の核融合実験炉イーターにおいて
も重要な役割を担っています。

※イーターは、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。



JT-60実験棟の外観 ©QST



超伝導トカマク型実験装置「JT-60SA」

いりようぶん や
医療分野

に ほんしやうしや かぶしきがいしや
日本照射サービス株式会社
とうかい とうかいむら
東海センター (東海村)



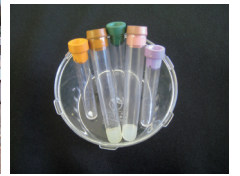
みしやう いりようきき いやくひんようきとう めっきんしより
未使用の医療機器や医薬品容器等の滅菌処理な
ど、照射サービス事業を行うために設立されました。
医療機器をはじめ、食品容器、衛生用品、理化学器材、
実験動物用飼料等の滅菌、殺菌のための照射サービ
ス、また各種工業材料の照射改質処理サービスを、放
射線照射によって行っています。



日本照射サービス(株)東海センターの外観



手術用かん子



真空採血管



こくりつだいがくほうじんつくばだいがくふぞくびやういん
国立大学法人筑波大学附属病院
ようしせんい がくりようけんきゅう
陽子線医学利用研究センター (つくば市)



陽子線医学利用研究センター

ようし すいそ げんしかく
陽子とは、水素の原子核のことで、プラス
の電気を帯びた粒子です。特別な装置を使っ
て、真空中でたくさんの陽子をいっきに加速
すると、体のなかへの透過力が大きくなり、がん
細胞を破壊する力をもつ「陽子線」になりま
す。国内でも数少ない、大学病院内にある陽
子線治療施設です。

のうぎやうぶん や
農業分野

こくりつけんきゅうかいはいつほうじんのうぎやう
国立研究開発法人農業・
しよくひんさんぎやうきじゆつそうごうけんきゅうきこう
食品産業技術総合研究機構
さくもつけんきゅうぶもん ほうしやせんいしじゆじやう ひたちおみやし
作物研究部門 放射線育種場 (常陸大宮市)



ほうしやせん しよくぶつたい しじゆし しやうしや とつぜんへんい しぜんかい たか
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。



ゴールド
にじゅうせい
二十世紀

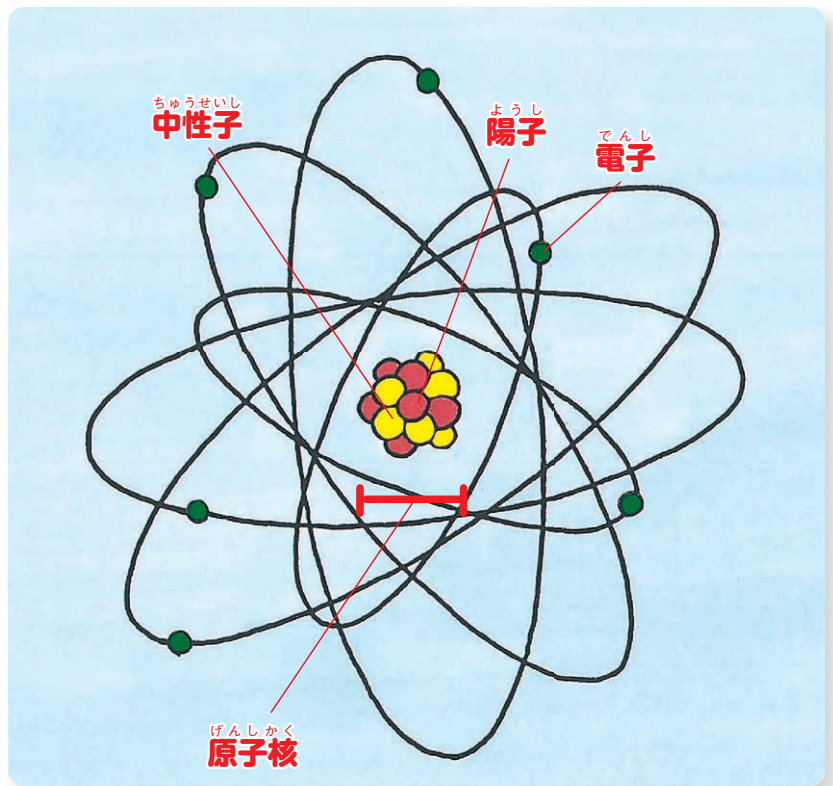
のうけんきこう
農研機構

原子って、なんだろう？

→ 「原子」とは、目では見られないとても小さな小さなつぶのことをいいます。
地球にあるすべてのものは、食べ物も洋服も水も空気もぜんぶ、
じつは、この原子というつぶが集まってできているのです。

●原子の中のようす

原子は、1cmの1億分の1の大きさで、「原子核」という中心のかたまりと、そのまわりを回っている「電子」からできています。このことは、イギリス人の科学者のラザフォードが発見。その後さらに研究が進んで、原子核ももっと小さなつぶが集まってできていること、原子核の中にもこわれやすい種類があることなどがわかりました。



原子核は
わたしが発見
しました。



ラザフォード

原子の中はちょうど
太陽のまわりを星が
回っているみたいだ
ニヤー。

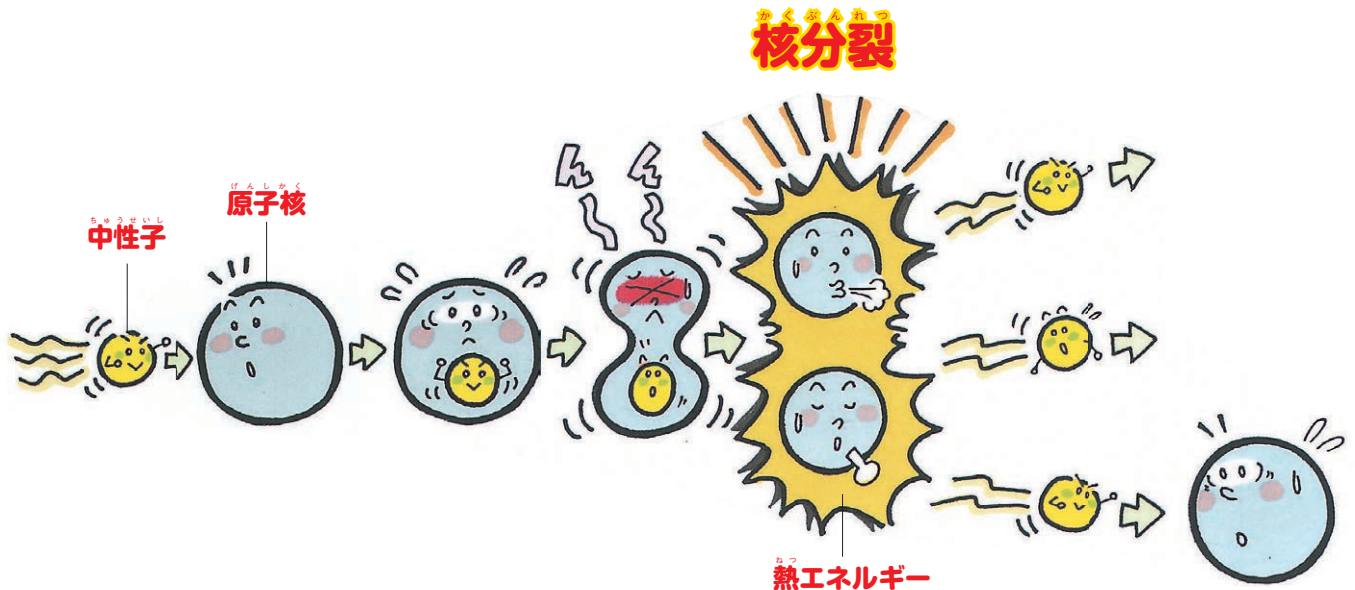


●原子力のエネルギーをつくる核分裂

ウランなどの原子核は、中性子という小さなつぶが当たると、こわれて2つ以上になります。このことを「核分裂」といいます。

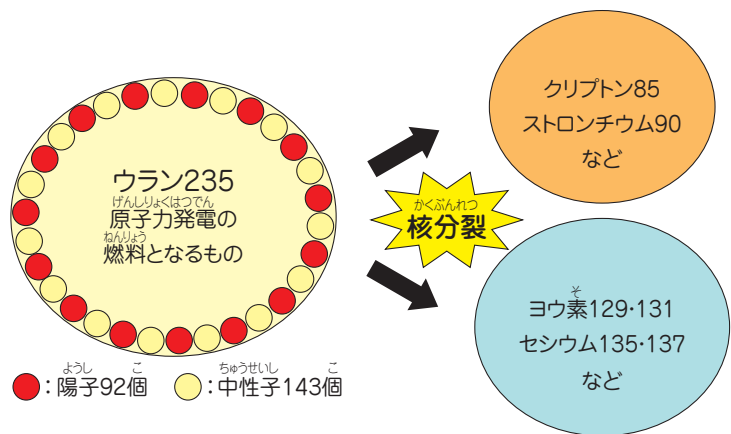
核分裂がおこると、新しく2、3個の中性子が生まれます。これが別の原子核にぶつかって、つぎつぎと核分裂がおこります。この現象のことを「核分裂の連鎖反応」といい、この現象が安定してずっとつづくことを「臨界」といいます。そして、核分裂がおこるたび、とても大きな熱エネルギーが生まれるのです。

これが「原子力」で、発電所などで使われています。



●ウランの代表的な核分裂生成物

原子力発電の燃料となるウラン235は中性子を吸収すると不安定になり、すぐに2つ以上に分裂してしまいます。分裂してできる代表的なものはストロンチウム、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。元素名の後につけられる数字は、陽子と中性子を合わせた数を表しています。例えば、ウランにはウラン235とウラン238があり、ウラン235が原子力発電の燃料として利用されています。



かんがえてみよう



28ページにある原子核の大きさを1円玉の大きさとしたとき、そのまわりを回っている電子の距離と近いものは次のうちどれでしょう。

- ①直径20cmのお皿 ②1周400メートルの校庭 ③東京ドーム

●原子力発電

たくさんある原子のなかでも原子力発電に使われているのは、ウランの原子です。これは核分裂しやすく、とても大きなエネルギーを生み出します。原子力発電所では、このエネルギーでたくさんの水をふっとうさせ、その蒸気を使って電気をつくっています。

原子力発電の燃料

ウランを焼き固めたものが、原子力発電の燃料となるペレットです。ペレットは少ない量でも大きなエネルギーをつくることができます。



ウラン鉱石



ペレット(ウラン燃料を焼き固めたもの)

写真提供: 日本原燃(株)

●熱エネルギーを取り出すしくみ

原子炉でウランを核分裂させて、熱エネルギーを取り出します。原子炉のなかには、ウランのペレットが詰まった燃料棒を束にした燃料集合体、核分裂を調節する制御棒、そしてたくさんの水が入っています。この水をふっとうさせて、タービンに蒸気を送り、電気をつくります。

原子炉

