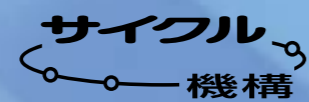
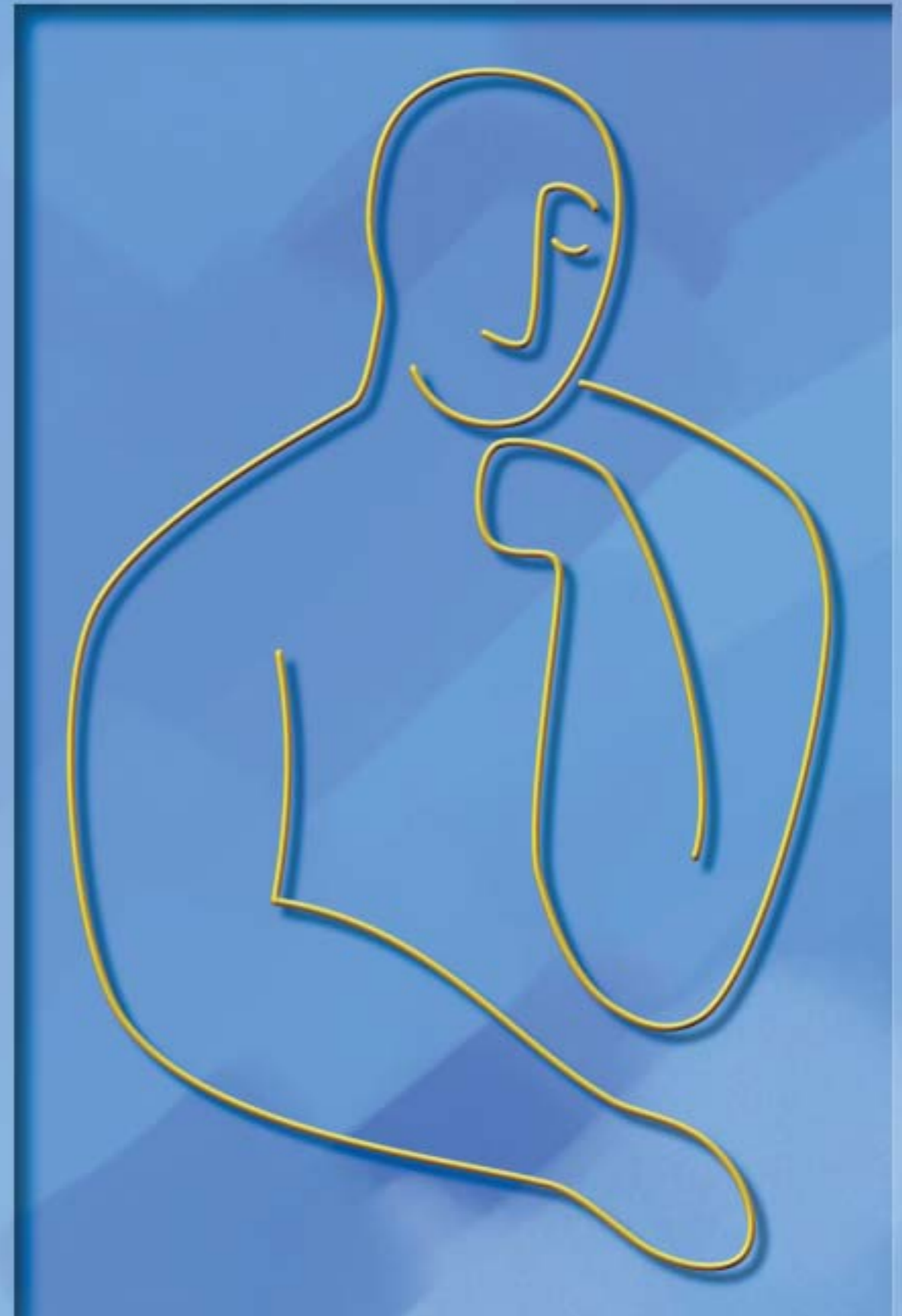


ウランを知るためのABC



核燃料サイクル開発機構
人形峠環境技術センター

〒708-0698 岡山県苫田郡上瀧原村1550番地
TEL.0868-44-2211 FAX.0868-44-2502
<http://www.jnc.go.jp/zningyo>

1. ウランとは

ウランはいつごろ発見されたの？

16世紀頃、チェコスロバキアとドイツの国境にあるエルツ山脈地方で、“Pech-Blend”（現在のピッチブレンドレキセイウラン鉱）と呼ばれる鉱物が顔料やゆう薬として使われていましたが、その正体はよく分かっていませんでした。

それから約200年以上経った1789年、ドイツの化学者M.H.クラプロート(M.H.Klaproth)がこの鉱物から黄色の酸化物を分離させることに成功し、これを新元素と考えて、1781年に新発見され当時話題になっていた惑星Uranus(天王星)にちなんでウラン(Uran)と命名しました。



ウランの発見者 クラプロート(1743~1817年)

ウランってどこにあるの？

ウランは、天然に存在する元素の中でもっとも重い元素で、微量成分として地球内部より表層に多く存在します。岩石(特に花崗岩)1トンの中には数グラム、海水1トンの中には2ミリグラム含まれており、地球全体の海水中には40億トンもの膨大な量が溶けているといわれています。

金属ウランは銀白色の金属光沢を持ち、比重は19.0、融点は1130℃です。



燃えるウランと燃えないウラン

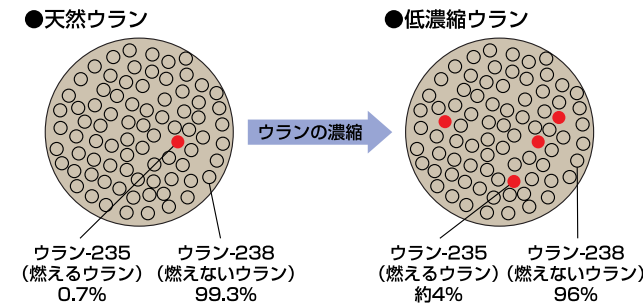
あらゆる物質は、原子という目には見えない小さな粒が集まってできています。原子の中心には陽子と中性子からできた原子核があり、その周りを陽子の数と同じ数の電子が回っています。

ウランの原子には92個の陽子がありますが、中性子は142個のものと143個のもの、それに146個のものがあり、陽子と中性子の数の和によって、それぞれウラン-234、ウラン-235、ウラン-238と呼ばれています。

このうち、**燃える(核分裂する)**のはウラン-235だけで、天然には0.7%しか含まれていません。

ウラン-235の割合を2~4%にまで高めて燃料として使えるようにしたものを濃縮ウランといいます。

ウラン濃縮のイメージ



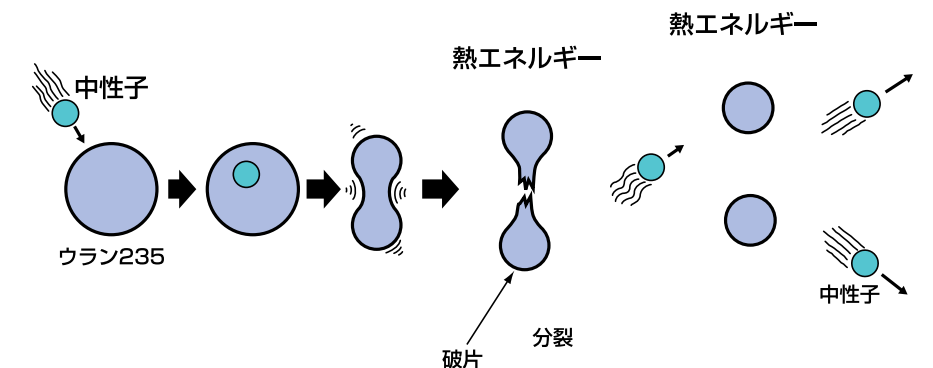
ウランはどうやって燃やすの？ (核分裂のしくみ)

ある程度以上重い原子は、陽子と中性子の結びついた状態が不安定です。そして安定した状態になろうとして、放射線を放出してこわれていきます。特に天然にある原子の中で一番重い原子であるウランの仲間のウラン-235は、非常に不安定な原子です。この性質を利用して以下の方法でウランを燃やします。

1. ウラン-235に中性子を1個ぶつけます。
2. 電気的に中性である中性子は、そのまま電子の軌道を通り抜けてウラン-235の原子核に達します。
3. 元々不安定な状態の原子核に新たに中性子が入ってくるとバランスが完全にくずれます。
4. ウラン-235の原子は大きなエネルギーを出して2つに分裂し、同時に2~3個の中性子を放出します。
5. 放出した中性子がほかのウラン-235に当たると、また同じことをくりかえします。

このように、ウランを燃やして大量のエネルギーを発生させることを核分裂といい、核分裂が連続して起こることを連鎖反応といいます。その際、中性子線という放射線が発生します。

1グラムのウラン-235(米粒大)を燃やすと、一般家庭の約3年半分の電力エネルギーを作ることができます。



2. ウラン鉱物とウラン鉱石について

ウラン鉱物の種類には
どんなものがあるの？

ウランを含む鉱物は主成分とするものだけでも約140種類ありますが、主なものとその産地は次のとおりです。

カルノー石 *carnotite*

アメリカ、オーストラリア、コンゴ民主共和国、モロッコ、ロシア

キュライト *curite*

コンゴ民主共和国、フランス、マダガスカル

チュヤムナイト *tyuyamunit*

アメリカ、ロシア

スクロドゥスカイト *sklodowskite*

アメリカ、ブラジル、コンゴ民主共和国

閃ウラン鉱 *uraninite*

アメリカ、カナダ、コンゴ民主共和国、オーストラリア、ドイツ、チェコスロバキア

ダビダイト *davidite*

アメリカ、ノルウェー、オーストラリア、モザンビーク

人形石 *ningyosite*

日本、チェコスロバキア、カナダ

ベッケレライト *becquerelite*

コンゴ民主共和国、アメリカ

コフィンナイト *coffinite*

日本、カナダ、アメリカ

燐灰ウラン石 *autunite*

アメリカ、オーストラリア、フランス、ポルトガル、コンゴ民主共和国、ブラジル、イラン、日本



※鉱物名は、地学辞典（地学団体研究会／1996）を参照



ウラン鉱石って
国内ではどこにある？

これまでに人形峠鉱山や東郷鉱山、東濃鉱山など国内で確認された埋蔵ウラン量は7701t (U₃O₈)です。



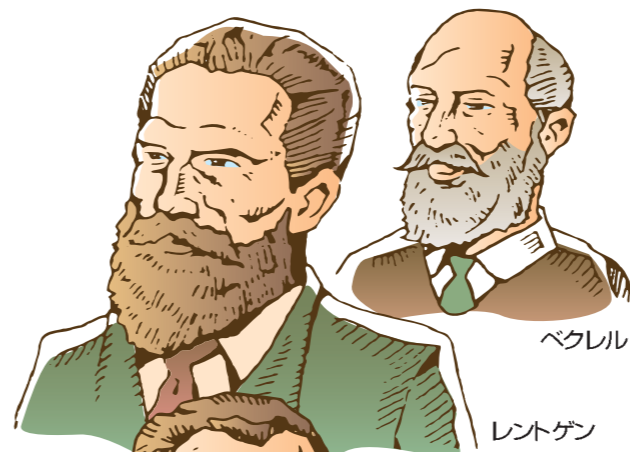
3. 自然の中の放射能

放射線はいつごろ
発見されたの？

1895年11月、真空管の中で電気を放電させる実験を行っていたドイツの科学者レントゲンが、皮膚と肉が透けた骨だけの写真が撮れる不思議な光線を発見しました。博士は人類が初めて発見したこの放射線に、「謎の」という意味でX線と命名します。

その翌年、フランスのベクレルという物理学教授が、たまたまウラン化合物と十字架の文鎮を重しとして載せていた写真乾板を現像したところ、十字架の形がはっきりと写っていました。それによって、ベクレルはウランがX線に似た放射線を出していることを発見したのです。現在、彼の名前は放射能の強さを表す単位として使われています。

その後1898年、このベクレルの成果に関心を持ち研究を続けたキュリー夫妻がウラン鉱物からラジウムを発見し、物質が放射線を出す性質のことを「放射能」と名付けました。



ベクレル

レントゲン



キュリー夫妻

自然の中にも
放射線があるって本当？

放射線は、地球ができたときから自然界に存在しています。

この自然界からの放射線を自然放射線といい、宇宙からの放射線、大地からの放射線、それに食物などからの放射線の3つに分類できます。

【1】宇宙からの放射線

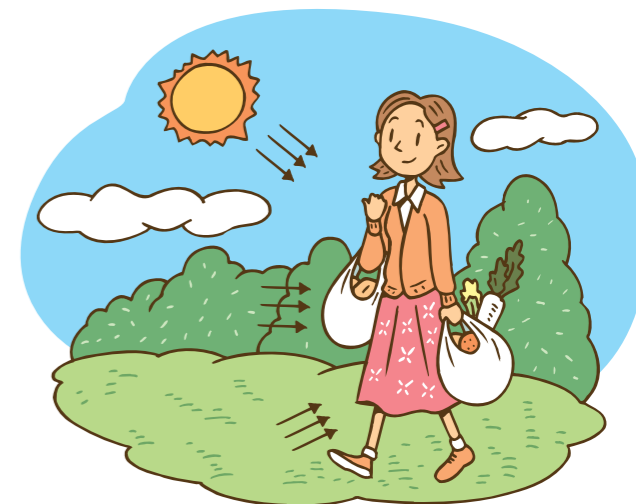
自然界にある放射線の中には、太陽や超新星といった宇宙から降り注ぐ一次宇宙線と、一次宇宙線が大気に入ったときに生じる高エネルギーの中間子、電子線、ガンマ線などの二次宇宙線があります。この一次、二次を合わせて宇宙線といいます。

【2】大地からの放射線

大地を構成している岩石や土壌には、カリウム-40、ウラン、トリウム、またウランやトリウムが放射線を出して変化したラジウムやラドンといった自然放射性物質が含まれています。人がこれらから受ける放射線の量は、場所によって土壌に含まれている鉱物が少しずつ異なるため、地域ごとで異なります。

【3】食物からの放射線

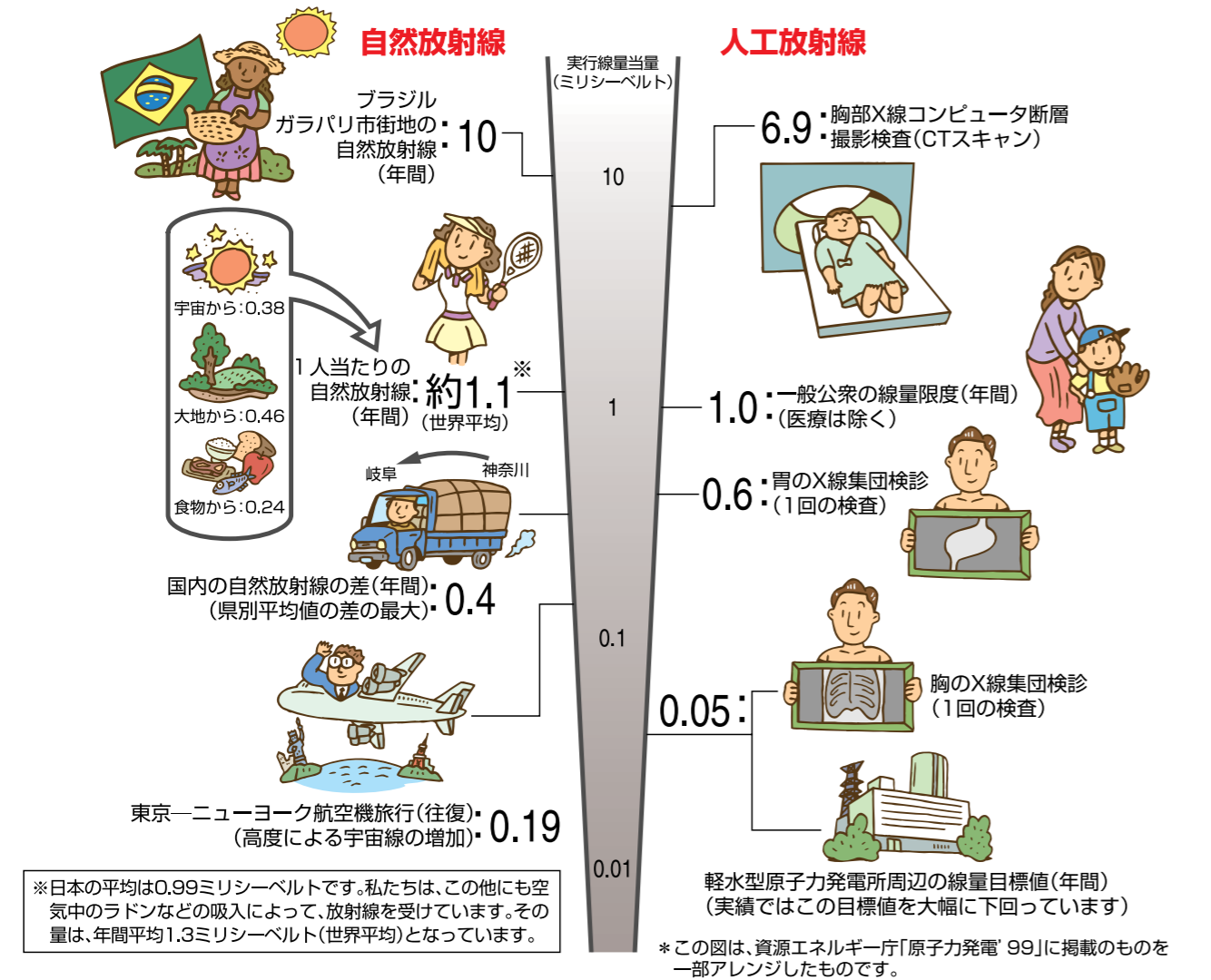
身体にとって必要な元素であるカリウムは、放射性のカリウム-40を含んでいます。また、空気中にはラドンなどの自然放射性物質が含まれています。私たちは、食物の摂取や呼吸で取り込んだ放射性物質によって、体内からも放射線を受けているのです。



私たちと放射線

私たちは1年間に平均して約1.1ミリシーベルト(宇宙から0.38ミリシーベルト、大地から0.46ミリシーベルト、食物などを通して体内から0.24ミリシーベルト)の自然放射線を受けています(※シーベルトは放射線が人体に及ぼす影響を表す単位)。ブラジルやインドの一部地域では、年間10ミリシーベルトを超えるところもあります。

また、人工的に作り出された放射線や放射性元素は医療や産業など各方面で平和的に利用されています。なお、自然放射線と人工放射線では、放射線を受けた影響に違いはありません。



土壤に含まれる放射性物質

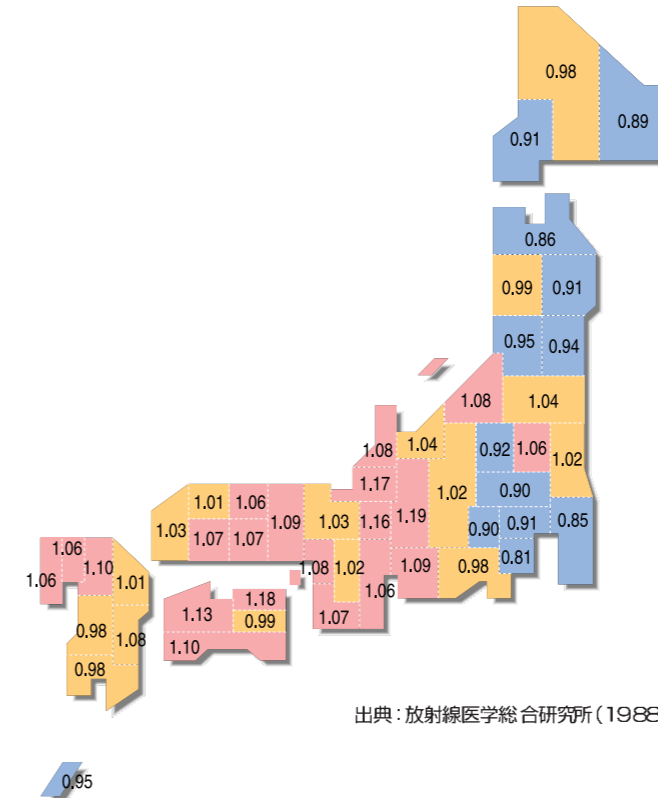
放射性物質は自然の土壤の中にも含まれています。ウラン(U-238)とラジウム(Ra-226)を例にとると、その濃度は表のようになります。また、**磷酸肥料**にもウランが含まれています。

	U-238 (Bq/g)	Ra-226 (Bq/g)
日本の花崗岩類	0.013~0.23	0.018~0.087
日本の土壤	0.005~0.030	0.033
日本のマンガン鉱床の一例	0.21~100	0.21~100 ^{*1}
日本のリン鉱床の一例	1.6~14	1.6~14 ^{*1}
磷酸肥料	2.3	

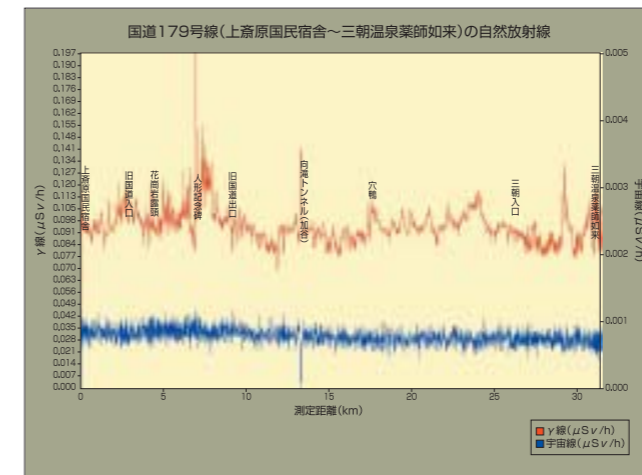
*1) U-238との放射平衡と想定
Bq: ベクレル(放射能の強さを表す単位です)
出典: 核燃料サイクル開発機構「人形峠環境技術センターにおける鉱山跡の措置に関する基本計画(2002)」

日本全国どこでも同じ自然放射線量なの?

日本の自然放射線量の平均は0.99ミリシーベルトですが、地域によって大きく異なります。おおまかにいって、花崗岩地帯の多い関西地方は高く、関東地方は低いという西高東低の傾向を示しています。

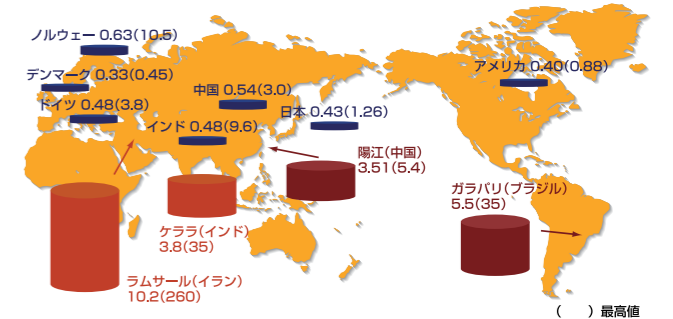


場所によっても違う自然放射線レベル
ある一定の地域を詳しく見ると、場所ごとに自然放射線レベルが違うのがわかります。以下のグラフは、人形峠を通過している国道179号線で調べたものです。



日本の20倍以上も自然放射線を受けている地域もある?!

大地から受ける放射線量の地域による違いは、日本国内だけでなく、世界各地で見られる現象です。空間の放射線量を表す単位はmGy(ミリグレイ)で表しますが、イランのラムサール市などは平均値で実に日本の約24倍もの自然放射線量を受けていることになります。



ラドンと温泉

三朝温泉は世界屈指のラジウム泉で、多量のラドン含有量を誇り、周りには人形峠鉱山、東郷鉱山、倉吉鉱山といった日本有数のウラン鉱山があります。国内ではほかに、山梨県の増富ラジウム鉱山が、世界ではオーストリアのバードガスタインやイタリアのラッコアメノなどが有名です。

ラドンは自然の空気中に含まれている自然放射性物質で、古くからリュウマチや痛風、高血圧、胃腸病などさまざまな病気に効くといわれてきましたが、その理由はまだはっきり分かっていません。

	Ra-226 (Bq/cm ³)	Rn-222 (Bq/L)
外国の温泉	1.7×10 ⁻³ ~7.85×10 ⁻²	3.59×10 ⁻³ ~1.82×10 ⁰
国内の温泉	3.4×10 ⁻⁵ ~1.39×10 ⁻²	4×10 ⁻³ ~1.61×10 ⁰
外国の鉱山	3.7×10 ⁻³ ~5.33×10 ⁻²	
国内の鉱山	1×10 ⁻⁵ ~4.44×10 ⁻³	
放射能泉の基準(温泉法)	3.65×10 ⁻³ 以上	1.1×10 ⁰ 以上
温泉の基準(温泉法)	3.65×10 ⁻⁴ 以上	7.4×10 ⁻¹ 以上
参 三朝温泉	3.7×10 ⁻⁶ ~5.6×10 ⁻⁴	8.44×10 ⁻² ~5.12×10 ⁰
考 有馬温泉	7.4×10 ⁻⁵ ~4.44×10 ⁻³	4×10 ⁻² ~30×10 ⁰

出典: 核燃料サイクル開発機構「人形峠環境技術センターにおける鉱山跡の措置に関する基本計画(2002)」