

Q 1 放射線って？ 放射能って？



放射線って？



放射線には、アルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子線があり、それぞれの放射線で物質を、とおりぬける力が違ってきます。

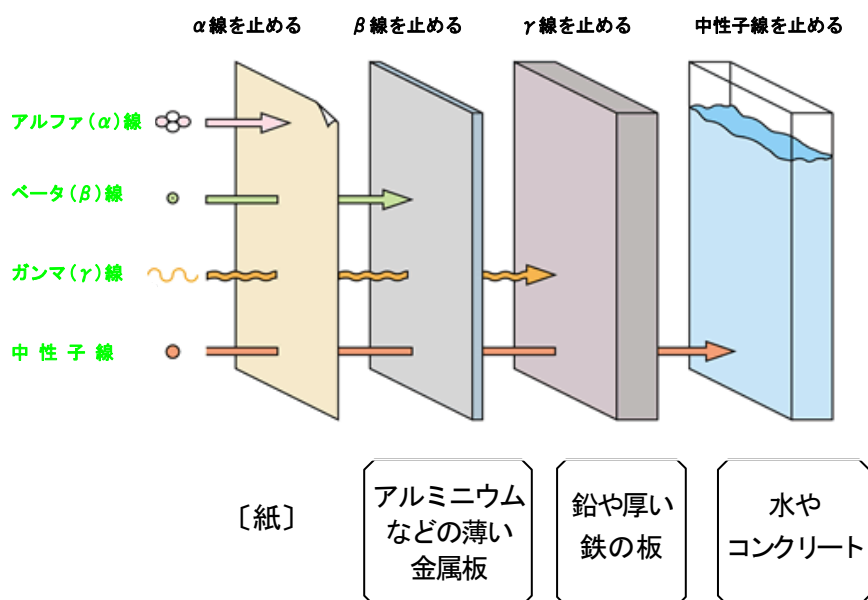
解説

アルファ線は、陽子2個と中性子2個がひとかたまりになった放射線です。物質をとおりぬける力は弱く、薄い紙1枚程度で止めることができます。

ベータ線は、原子核から飛び出した電子です。物質をとおりぬける力は、アルファ線より強いが、アルミニウムなどの薄い金属板で止めることができます。

ガンマ線は、放射線を出す物質がアルファ線やベータ線を出した後、まだ余分なエネルギーが残っている場合に出る放射線で、その正体は電磁波です。物質をとおりぬける力はアルファ線やベータ線に比べて強く、鉛や厚い鉄の板で止めることができます。

中性子線は、原子核が壊れた時に出る放射線で、水やコンクリートで止めることができます。



図：2002-2003日本原子力文化振興財団
「原子力」図面集より

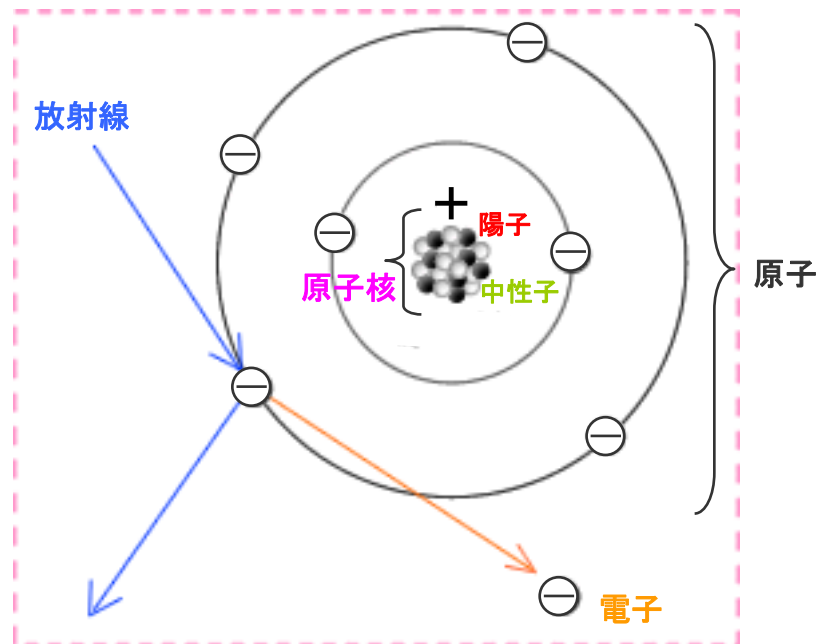


放射線が物質に当たると
どうなるの？



放射線が物質に当たると原子のなかにあ
る電子を弾き飛ばすことがあります。

解説



原子核は陽子と中性子が結合してできています。
放射線が電子をはじきとばすことを電離作用といいます。

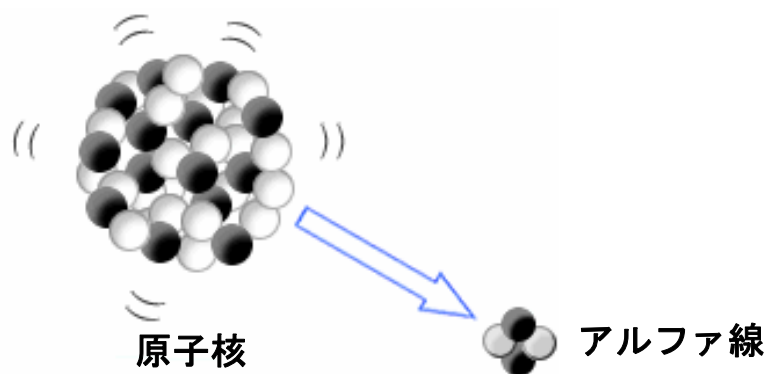


どうして放射線が出るの？

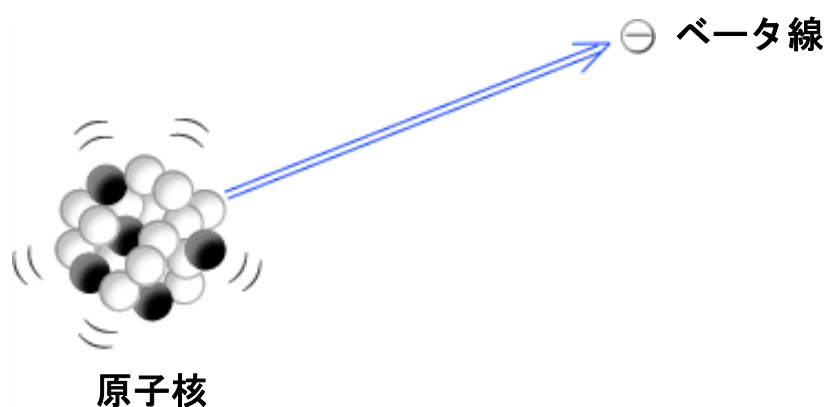
不安定な原子核は、放射線を出して安定な状態になります。



解説



原子核のなかの中性子や陽子の数がとても多いと不安定になることがあり、中性子2個と陽子2個のかたまりを出して安定になります。このかたまりがアルファ線です。



原子核のなかの中性子の数が陽子に比べて多くなり不安定になると、中性子から電子が出て陽子となります。この電子がベータ線です。

上記のアルファ線やベータ線が出る時に、電磁波であるガンマ線が出ることもあります。

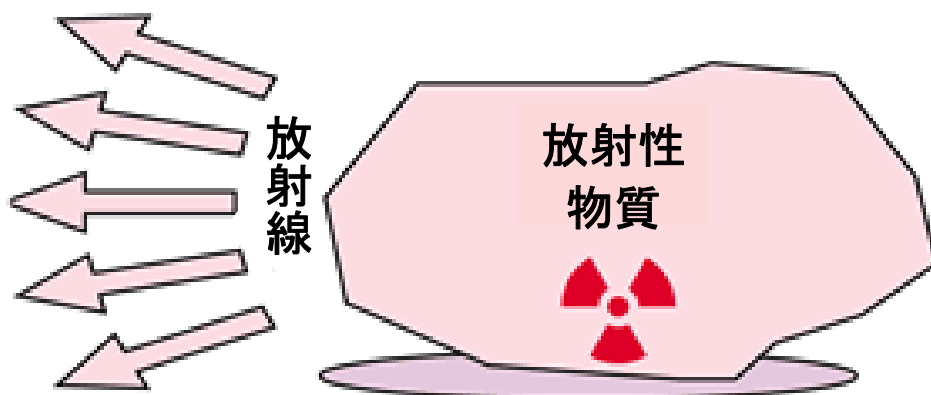


放射能って？

放射能は、アルファ線、ベータ線、
ガンマ線などの放射線を出す能力の
ことをいいます。
放射線を出す物質のことを放射性物
質と呼んでいます。



解説



図：2002-2003日本原子力文化振興財団
「原子力」図面集より

放射能は放射線を出す能力をいいます。
その能力は1秒間にどれだけの放射線を出すかを示すBq[ベクレル]で
表します。

Q 2 目に見えない放射線はどうやって測るの？



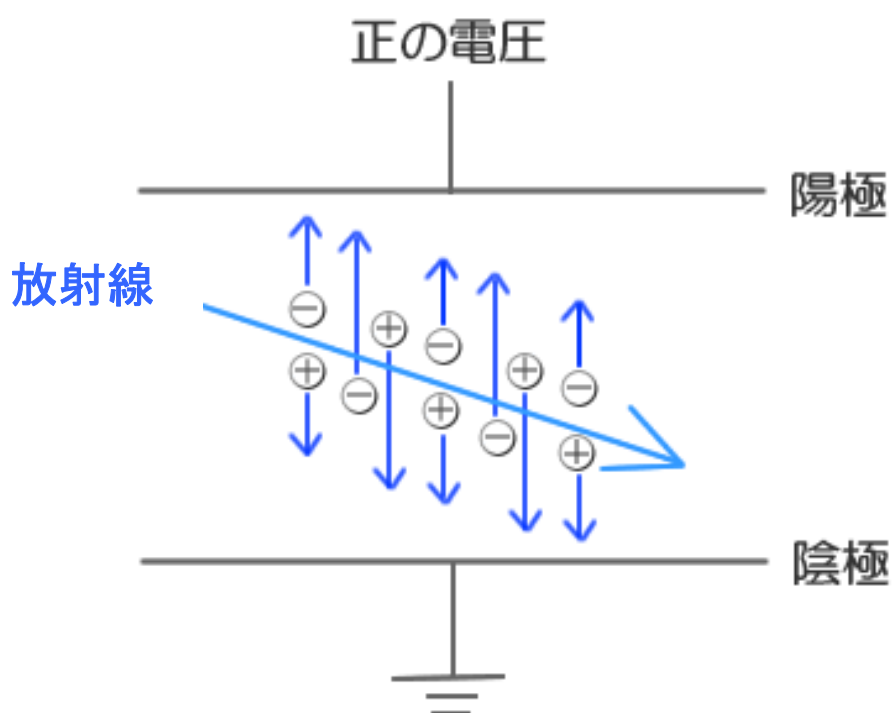
放射線が物質に当たると、電氣的に作用（電離作用）しますが、これを利用して放射線を測ることができます。



解説

電離作用を利用した放射線の検出

電圧をかけた2つの電極の間を放射線がとおると、回りのものがプラスやマイナスの電気を帯びたもの（イオン）に変化します。このイオンを電流に変えると、放射線を検出することができます。



Q 3 自然に存在する放射性物質って？人工の放射性物質って？



自然に存在する放射性物質って？

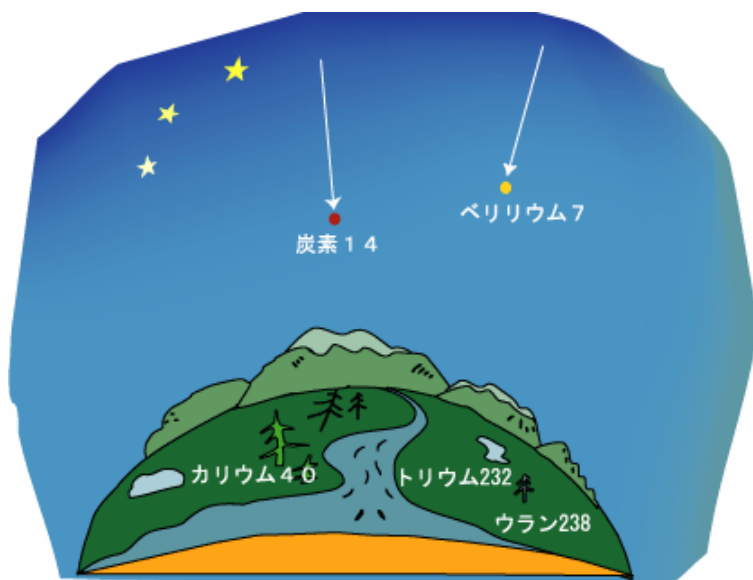


自然の放射性物質には、宇宙線によってできるものと、地球にもともとあるものがあります。

解説

宇宙線によってできる放射性物質

宇宙空間で生まれた高エネルギーの粒子(陽子などで、これを宇宙線と呼んでいます。)が地球に到達し、これらが地球の空気中の窒素や酸素と衝突して、ベリリウム7、炭素14などの放射性物質ができます。



地球にもともと存在する放射性物質

約45億年前に地球が誕生した時から多くの放射性物質がありました。その中で、放射能が半分になるまでの時間(半減期と呼んでいます。)の長いカリウム40、トリウム232、ウラン238などは今も地球に残っています。

参考

ベリリウム7など元素名のあとの数字は、陽子と中性子の数の合計である質量数を示しています。ベリリウム7は陽子4個と中性子3個、炭素14は陽子6個と中性子8個、カリウム40は陽子19個と中性子21個、トリウム232は陽子90個と中性子142個、ウラン238は陽子92個と中性子146個からできています。



人工の放射性
物質って？



我々の身のまわりには、昔の大気圏内の核実験
によって作られた放射性物質や医療、工業、農業
分野などで利用される放射性物質があります。

解説

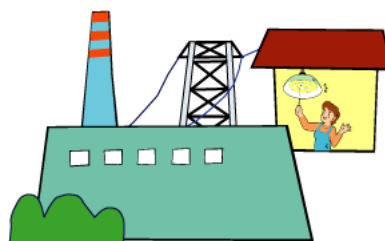
核実験による放射性物質

1980 年まで続けられた大気圏内の核実験により生成された多くの放射性物質が、雨水やちりとともに、地面や海に落ちてきました。(放射性降下物と呼んでいます。)これらのうち、放射能が半分になるまでの時間(半減期と呼んでいます。)が 30 年程度であるストロンチウム 90 やセシウム 137 は、今も我々の身のまわりにわずかですが残っています。



原子力施設による放射性物質

原子力発電所などからも、ごくわずかですが、トリチウム(水素 3)や希ガスであるクリプトン 85 などの放射性物質が放出されています。



医療、工業、農業分野などでの利用例

医療では、がんの診断 (PET 検査) に陽電子を出す炭素 11 やフッ素 18 が、血液の流れの診断にテクネチウム 99m が、甲状腺の病気の治療にヨウ素 131 が利用されています。

工業では、非破壊検査にイリジウム
192 が、農業では、ジャガイモの発芽防
止にコバルト 60 が利用されています。

Q 4 昔の核実験でできた放射性物質が今も残っているって本当？



はい、わずかですが
残っています。

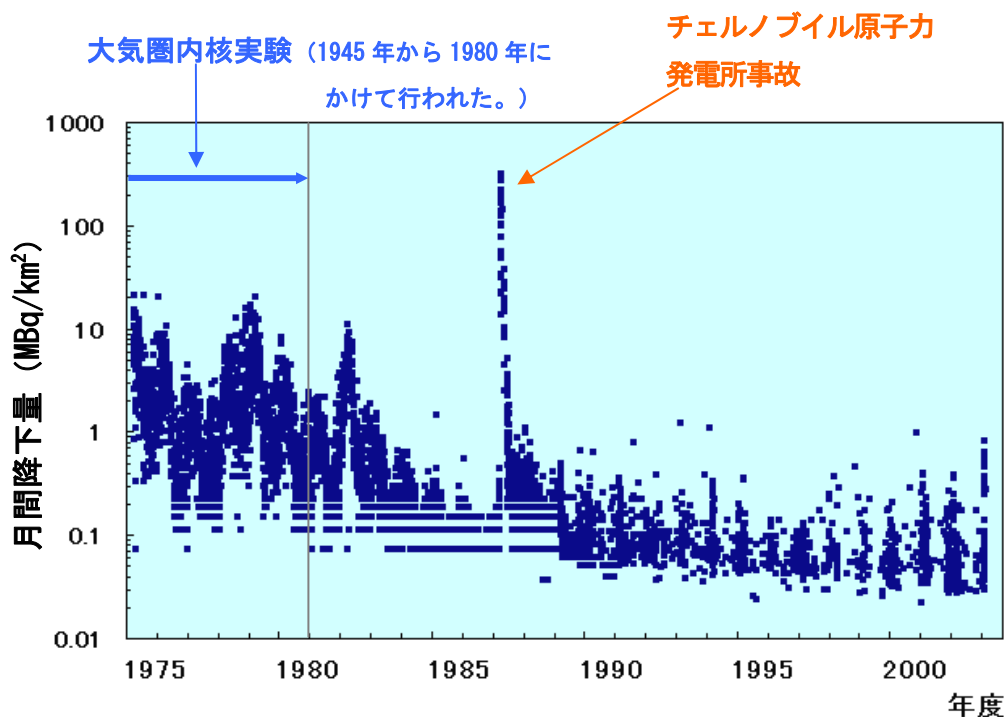


解説

1945年から1980年にかけて大気圏内で行われたウランやプルトニウムの核実験により、多くの人工放射性物質が生成されましたが、その中でも生成量が多く、半分の量になるのに約30年かかるため、ストロンチウム90やセシウム137は現在でも残っています。

大気圏内核実験は1980年に終わりましたが、1986年の**チェルノブイル原子力発電所事故**で一時的にセシウム137の濃度が高くなりました。しかし、その後すぐにもとに戻りました。

1974年からの我が国における雨水・ちり中のセシウム137の経年変化を下の図に示します。



我が国における雨水・ちり中のセシウム137の経年変化



ストロンチウム 90 やセシウム 137
は私たちの体に影響しないの？

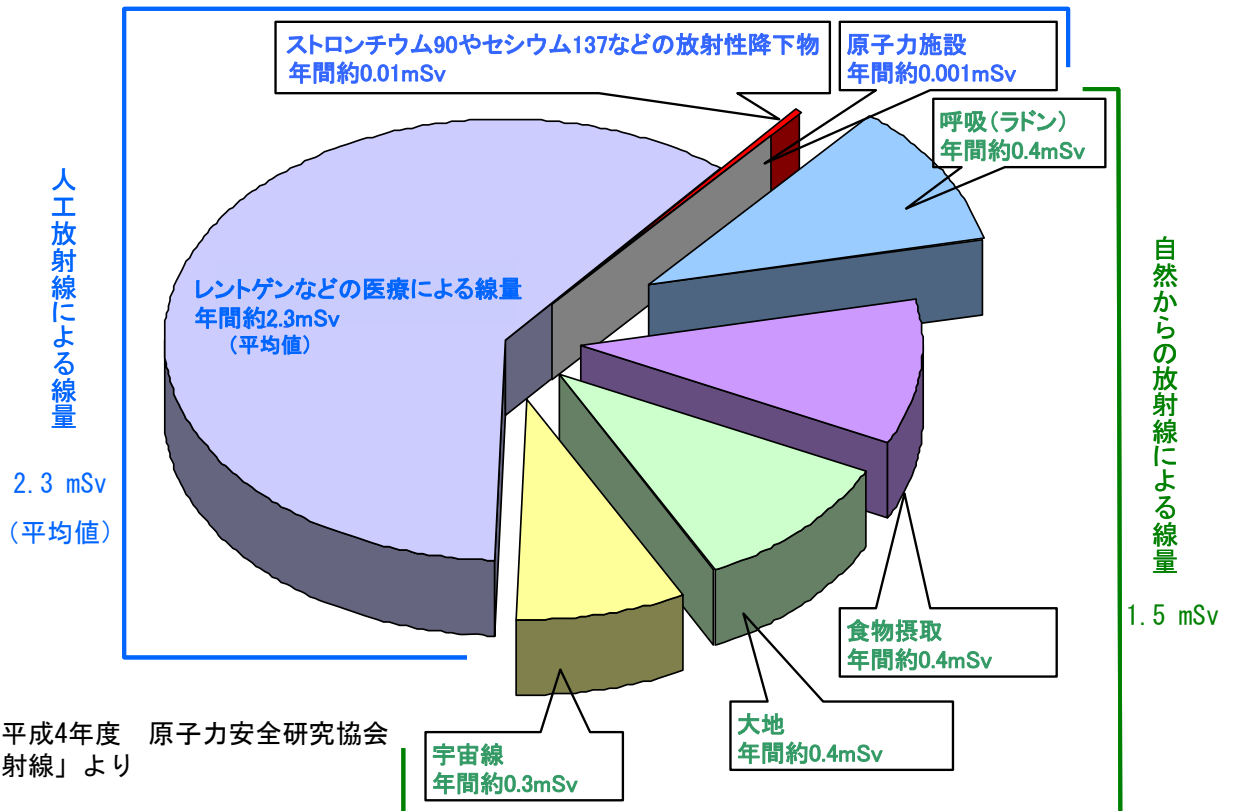
我々の身のまわりの放射線の線量に比べて、
ストロンチウム 90 やセシウム 137 からの線
量はわずかです。



解説

我が国においては、1人当たりもともと自然に存在する放射線から1年間に1.5 mSv^{*)}、医療などの人工放射線から1年間に2.3 mSv（平均値）を受けています。ストロンチウム90 やセシウム137 などの放射性降下物からは、1年間でわずかに0.01 mSv です。

^{*)}mSv（ミリシーベルト）：人への放射線の影響を示す単位です。



Q 5 ストロンチウム 90 やセシウム 137 はどうやって測るの？



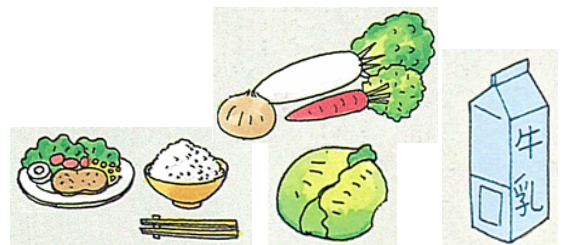
海水や日常食など身のまわりのものから、
目的のストロンチウムやセシウムだけにして、
放射能を測ります。



解説



海水



日常食

野菜

牛乳



化学処理して目的の
ストロンチウムや
セシウムだけにする



電気炉で灰にする

放射能を測定しやすい
形にする



測定器で放射能
を測る



Q5 雨水や日常食のストロンチウム 90 やセシウム 137 はどうすれば測れるの？



ほとんどの放射性物質は壊変したときにガンマ線を放出します。ガンマ線は単一のエネルギーを持っていて、それぞれの物質から放出されるエネルギーは、決まっているので、ガンマ線を測れば、雨水や日常食に含まれる放射性物質が何であるか、また、どの程度含まれるかを知ることができます。

しかし、ストロンチウム 90 の壊変では、ガンマ線がまったく放出されないで、ベータ線のみが放出されます。ベータ線はガンマ線と違って、単一のエネルギーではなく、連続したエネルギーを持っているため、どの放射性物質から放出されているかを定めることはできません。このため、雨水については水分を蒸発して、日常食については加熱し灰にして、容量を小さくしたのち、塩酸などの試薬を使ってストロンチウムだけに分離する必要があります。ストロンチウムだけになった後に、ストロンチウム 90 のベータ線(実際には、ストロンチウム 90 の壊変生成物であるイットリウム 90 のベータ線のエネルギーの方が大きい)ため、このベータ線を測定しています。)を、[GM 計数管を備えたベータ線測定装置](#)で測ると、どの程度含まれるかがわかります。

セシウム 137 は壊変すると、ガンマ線とベータ線を放出します。雨水や日常食の容量を小さくしたのち、[ゲルマニウム半導体検出器を備えたガンマ線測定装置](#)で、セシウム 137 から放出されるガンマ線(エネルギーは 661.6keV: キロエレクトロンボルト)を測ると、どの程度含まれるかがわかります。

また、ストロンチウム 90 と同じく、容量を小さくしたのち、セシウムだけに分離し、そのベータ線を測ることで、どの程度含まれるかがわかります。

この方法はガンマ線を測る場合に比べると、より低いところまで、どの程度含まれるかがわかります。

どの程度含まれるかを、放射能濃度として示しています。その単位は、分数の分子に 1 秒あたりに崩壊する原子核の数(Bq[ベクレル]で表します。)を、分母に雨水の場合は面積当たりで採取しているので km^2 を、日常食の場合は一人分の一日あたりを意味する人×日を用いています。



GM計数管を備えたベータ線測定装置

[↑ もどる](#)



ゲルマニウム半導体検出器を
備えたガンマ線測定装置

[↑ もどる](#)



Q7 1)一般環境の放射能調査は、どのような試料を対象に、どの機関が行っているの？

2)原子力施設の事故時などの放射能調査は、どのような体制で行っているの？



1)一般環境の放射能調査は、文部科学省を中心に関係省庁や独立行政法人などで実施しています。

文部科学省では、全国47都道府県の協力を得て、雨水、土壌、精米、野菜、牛乳や日常食などの環境試料について、ストロンチウム90やセシウム137などの分析を行っています。

関係省庁などは、それぞれの特徴ある専門分野での調査を実施しています。例えば、環境省は離島における空間放射線量率を、防衛庁は高空の大気浮遊じんを、水産庁は海産生物を、気象庁は大気浮遊じんや海水を、海上保安庁は海底土などを調査しています。

これらの調査結果は、昭和34年(1959年)から毎年開催されている[文部科学省主催の環境放射能調査研究成果発表会](#)において[環境放射能調査研究成果論文抄録集](#)として配布されています。また、本ホームページ「日本の環境放射能と放射線」の「環境放射線データベース」でも見ることができます。さらに、そのデータを用いて経年変化などの作図をすることもできます。

これとは別に、米国の原子力艦が横須賀港、佐世保港、沖縄の金武中城港への寄港に係る調査として、文部科学省が水産庁、海上保安庁、横須賀市、佐世保市や沖縄県の協力を得て、空間放射線量率や海水中の放射線計数率を測定するとともに、出港時の海水と海底土などを採取し、分析を行っています。

これらの結果も、「日本の環境放射能と放射線」の「環境放射線データベース」において、見ることができます。

2)国内の原子力施設において異常事態が発生した場合は、地方公共団体が緊急時のモニタリングを実施し、文部科学省などが緊急時のモニタリングを支援することになっています。

さらに、国外で発生した原子力関係の事故などに関する我が国への影響調査などは、内閣に設置されている「放射能対策連絡会議」において対応することになっています。



第45回環境放射能調査研究成果発表会

[↑ もどる](#)



環境放射能調査研究成果論文抄録集

[↑ もどる](#)



- Q6 1)自然に存在する放射性物質ラドンって？**
2)ラドンはどうしたら測れるの？
3)我が国のラドン濃度はどうなの？



1)ラドンは自然に存在する気体の放射性物質で、地面や建材などから空気中に拡散しています。このため、密閉した家の内などに溜ることがありますが、窓を開けるなど換気を行うことで屋外に排出されます。

ラドンは一般にラドン 222 のことを意味しています。半減期が約 3.8 日でアルファ線を放出して壊変する放射性物質です。ラドンのほかにも、自然に存在する放射性物質があり、私たちは毎日の生活でそれらから放射線を受けています。

国連科学委員会(UNSCEAR)の 2000 年版の報告書によると、自然に存在する放射性物質から受ける被ばくは、世界の平均値として、年間 2.4mSv であり、その約半分はラドンによるものと記載されています。

ラドンは呼吸により人体に取り込まれ、アルファ線を放出しながら壊変していきます。ウランの地下鉱山で働く人など、ラドン濃度がたいへん高い環境で、大量のラドンを吸入した場合は、ラドンが放射線を出した後にできる物質が、気管支や肺に沈着し、それらから出る放射線により、肺がんを引き起こす可能性があると言われています。

国際放射線防護委員会(ICRP)は、ラドンに関する放射線防護の基礎的な考え方や対策基準を示しています。それによると、屋内ラドン濃度の対策基準(何らかの措置を施す必要のあるラドン濃度)として、 $200\text{Bq}/\text{m}^3 \sim 600\text{Bq}/\text{m}^3$ (年実効線量として $3\text{mSv} \sim 10\text{mSv}$ に相当)の範囲を勧告しています。この勧告は、欧州、北米において法律や勧告などとして取り入れられています。

放射線審議会の平成 15 年 10 月付けの報告書「自然放射性物質の規制免除について」において、「住居等におけるラドンについては、介入対象として対策レベルを今後検討することとなっているため、今回の検討対象から除く。」とあり、また、「ラドンについては、一般住居及び職場に関する調査の展開を待って、対策レベルを検討することが適切である。」と記載されています。

2)ラドン濃度の調査は世界的には、1980 年代から欧米の各国を中心に国や地方自治体により進められてきました。それらの結果は、UNSCEAR の報告書等に記載されており、世界の屋内の平均ラドン濃度は $40\text{Bq}/\text{m}^3$ と報告されています。

我が国においても、昭和 60 年(1985 年)より、屋内外や職場環境について実施されています。ラドン濃度の測定は、欧米と同じ仕組みの[ラドン測定器](#)を用いて行われました。測定場所に置いた測定器に空気中のラドンが入り、中に置いてあるフィルムに、ラドンやその壊変生成物から放出されるアルファ線が当たると、傷がつきます。このフィルムを化学処理して、傷の個数を数え、放射能濃度に換算します。

3) 我が国のラドン濃度調査は、昭和 60 年から始まり、平成 14 年までに、住居、職場や屋外で実施されました。これらの調査によると、住居のラドン濃度は、 3.1 Bq/m^3 ¹⁾ から 208 Bq/m^3 の範囲にあり、平均値は 15.5 Bq/m^3 でした。UNSCEAR 2000 年報告書によると、世界の住居のラドン濃度の最大値は 8 万 5 千 Bq/m^3 で、平均値は 40 Bq/m^3 となっています。我が国のラドン濃度が低いのは、家屋構造が異なっていることや風通しの良い木造家屋が多いためと考えられています。

1) Bq/m^3 (ベクレル/立方メートル) : 空気中の単位体積あたりのラドンの放射能を表す単位です。



UFO型



Radosys製

パッシブ型ラドン・トロン弁別測定器

[↑ もどる](#)