

# 日常生活で受ける

# 放 射 線



NPO 安心科学アカデミー

## はじめに

われわれのまわりには地球の外から降り注いでくる宇宙線と空気・水・大地・建築物・人体の内部に含まれている放射性物質から出る放射線などがあります。これらの放射線は太古の昔より存在しており、われわれは日々放射線を受けているのです。受けている放射線の量は生活様式によって変わってきます。そこで、皆様が一年間にどのくらいの放射線を受けているかを計算していただくことで、放射線を身近に感じ、理解を深めていただく事を目的に本小冊子を作成致しました。この小冊子を通じて日常意識する事のない放射線について、少しでも学び、理解していただければ幸いに存じます。

平成 21 年 10 月 10 日 辻本 忠



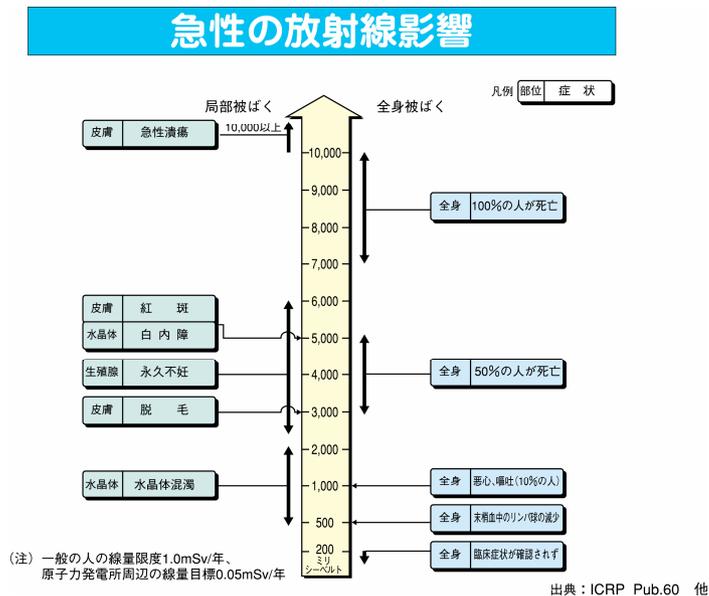
## 目次

第 1 章	放射線による影響	1
第 2 章	主な生活場所における外部被ばく	3
第 3 章	飲食による体内被ばく	5
第 4 章	ラドンによる体内被ばく	7
第 5 章	周辺環境による外部被ばく	9
第 6 章	X線診断と治療による被ばく	11
第 7 章	航空機搭乗による外部被ばく	13
第 8 章	私の線量の試算	15
	用語解説	19

# 1 放射線による影響

放射線が細胞に当たった場合、物理学的な反応は同じですが、生物にとって有益であるのか害であるのか、という違いがあります。たとえば、がん治療で放射線を受けた場合、がん細胞が死んでがんが治癒するので有益ですが、その放射線によって他の正常な細胞が将来がんになる可能性があり、発がんした場合は有害ということになります。このように、放射線の影響は、状況によって益にも害にもなることを知ってください。

しかし、放射線の影響というと、通常は、害を考えます。放射線の被ばく量とすぐに現れる急性症状の関係を図に示しまし



(財) 日本原子力文化振興財団「原子力図面集」より

た。図では、全身に一樣に浴びた場合と、体の一部（部位）に浴びた場合で、影響が違ってくるのがわかります。また、ある量以上浴びると脱毛や白内障といった症状が誰にもでるようになりますが、これを確定的影響といい、その影響の出る最少の量をしきい値といいます。一方、がんや遺伝的な影響は、浴びる放射線の量が増えれば、出現の度合いも増えるので、確率的影響といいます。確率的影響では、しきい値はないと考えています。

放射線が体に当たった時、細胞によって影響の受け方が異なり、細胞分裂の頻度が高い細胞、また長期にわたって分裂する細胞、さらには分化の進んでいない若い細胞ほど、放射線に対する感受性の高いことがわかっています。組織や器官、臓器によって細胞に違いがあるので、代表的な組織などの放射線感受性の違いを表に示しておきました。

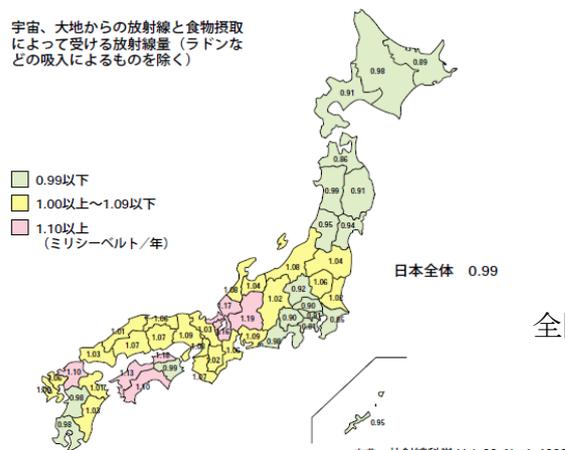
私たちの体には、恒常性機能や異物除去・防御機構、また損傷回復機能、あるいは刺激による活性化など、さまざまな反応があります。そのために、確定的影響が現れず確率的影響も小さい自然放射線程度の線量では、受けた傷（害）よりも逆に刺激（益）があるという考えもあり、この程度の線量の影響は科学的に完全に解明されているわけではありません。

感受性による分類	組織・器官・臓器
大変高い	リンパ組織、造血組織、粘膜、精巣、卵巣
比較的高い	唾液腺、毛のう、汗腺、皮脂腺、皮膚
中程度	肺、腎臓、肝臓、脾臓、副腎
低い	筋肉、骨、神経線維

## 2 主な生活場所における外部被ばく

私たちの暮らしている地球上は、地球が誕生してからずっと放射線にさらされています。これらの起源は、大地と宇宙です。国連科学委員会は、1年間に受ける大地放射線による外部被ばく線量の世界平均を 0.48 mSv、宇宙放射線による外部被ばく線量の世界平均を 0.39 mSv と報告しています。合計で約 1 mSv です。日本では、大地放射線による 1年間の平均外部被ばく線量は 0.38 mSv、宇宙放射線による線量は 0.29 mSv です。

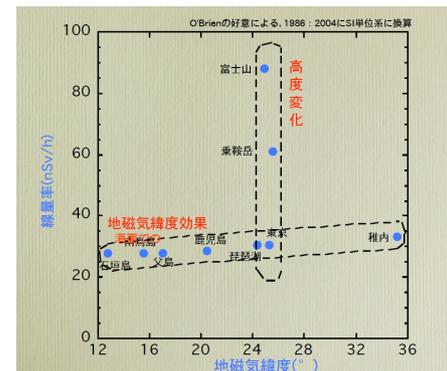
大地には、土壌や岩石に含まれる放射性のカリウム ( $^{40}\text{K}$ )、ウラン ( $^{238}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ )、トリウム ( $^{232}\text{Th}$ )、ウランやトリウムが壊変して生成されたタリウム ( $^{208}\text{Tl}$ )、鉛 ( $^{214}\text{Pb}$ )、ビスマス ( $^{214}\text{Bi}$ ) などが存在し、ガンマ線を放出します。日本の地表ガンマ線の線量分布をみると、西が高く、東が低くなる傾向があります。これは、カリウムやウランなどをたくさん含んでいる花崗岩地帯が、西側に幅広く分布しているからです。



太陽や銀河系からは、地球に絶え間なく宇宙放射線 (陽子など) が降り注いでいます。しかし、その多くは、地球の磁場で跳ね返されます。磁場を通り抜けた宇宙放射線も窒素、酸素などと衝突して、消滅します。しかし、その際に、中性子、ミュー粒子、パイ粒子、トリチウム ( $^3\text{H}$ )、ベリリウム ( $^7\text{Be}$ ) などを生成します。また、地上付近では、ミュー粒子と電子が支配的となります。

宇宙放射線量は、高度によって異なります。たとえば、多くの日本人が暮らしている高度 (0 - 400m) の宇宙放射線量は、富士山頂の 1/3 ほどです。また、北極や南極では、磁場の影響が小さいため、宇宙放射線が入り込みやすく、赤道よりも宇宙放射線量が高くなります。

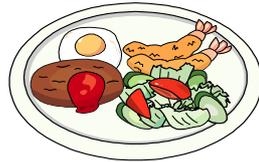
屋内では、大地放射線や宇宙放射線は、建物によってさえぎられます。しかし、建材に天然のウランなどを含むコンクリートなどが使用されているため、屋内の線量は屋外の線量よりも高くなります。木造家屋でもどこかにコンクリートが使用されているせいか、屋外より屋内のほうが高くなりますが、コンクリートの建物よりも 70%程度低くなる傾向がみられます。



宇宙線電離成分による線量率の高度分布



### 3 飲食による体内被ばく



私たちの身の回りにある放射線の内、体の中の放射線源の一つに食品があります。食品には放射性物質が微量に含まれており、それを取り込む（摂取）ことにより、体の中から放射線を受けます(内部被ばくといえます)。

内部被ばくは、放射性物質が体の外に排泄されるまでの間、放射線を受けることになるので、線量の評価はその期間を考慮して算出されます。また、放射性物質の種類や濃度は食品ごとに異なり、さらに摂取量にも差があることから、様々な統計調査の結果を用いて代表的な線量を求めています。

右の表は食品群ごとに線量(実効線量)をまとめたものです。食品を6群に分類し、それぞれの食品群ごとに線量を算出しました。この表から、わが国の場合は魚介類からの線量がやや高いことが分かります。これは、魚介類には自然放射性物質のひとつであるポロニウム ( $^{210}\text{Po}$ ) が比較的多く含まれており、さらに日本人は諸外国と比較して魚介類の消費が多いためだと考えられます。



各食品群の摂取量、放射能濃度、実効線量係数等を用いて計算した実効線量の合計は、0.80 mSv (カリウム ( $^{40}\text{K}$ ) を含むと 0.97 mSv) と算出されました。

自然放射線源のひとつであるカリウム ( $^{40}\text{K}$ ) は、食品にも含まれ食事により摂取しますが、体の中のカリウム量は代謝により一定に保たれます。すなわち、カリウム ( $^{40}\text{K}$ ) を多く含む食材を食べても代謝により体の外に排泄され、結果的に体の中カ

リウム量は一定になります。このため、カリウム ( $^{40}\text{K}$ ) については、食品中の量として評価せず、別に示しました。また、ここに挙げていない放射性物質もありますが、含まれる量が極めて少ないため省略しました。



なお、各食品群の実効線量を評価する際に考慮した放射性物質は、以下のとおりです。

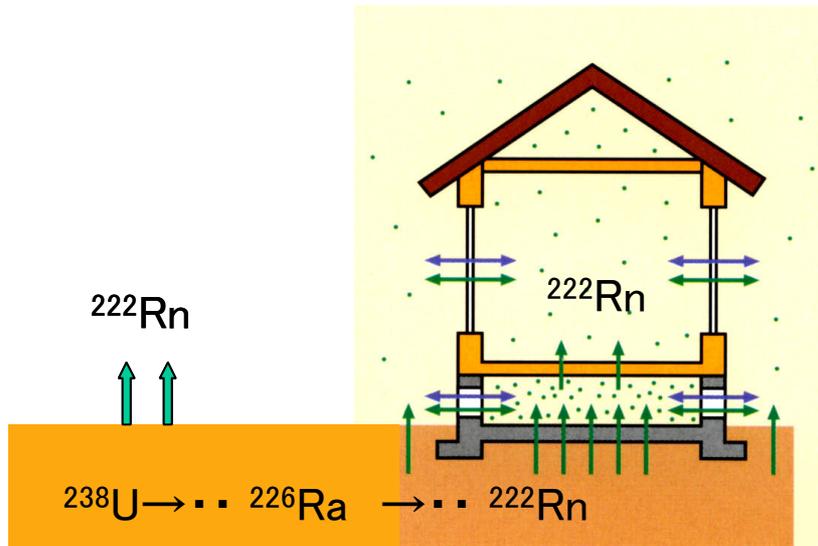
- ①自然放射性物質：ウラン ( $^{238}\text{U}$ ) ,トリウム ( $^{232}\text{Th}$ ) ,ラジウム ( $^{226}\text{Ra}$ ) ,鉛 ( $^{210}\text{Pb}$ ) ,ポロニウム ( $^{210}\text{Po}$ )
- ②人工放射性物質：ストロンチウム ( $^{90}\text{Sr}$ ) ,セシウム ( $^{137}\text{Cs}$ ) ,プルトニウム ( $^{239+240}\text{Pu}$ )

食品群	実効線量 (mSv)
穀類・いも類・砂糖類・豆類など 	0.022
野菜類・果物類・きのこ類 	0.010
藻類 	0.014
魚類・貝類 	0.64
肉類 	0.0029
乳製品・油脂類・嗜好飲料・調味料など 	0.11
合計	0.80

## 4 ラドンによる体内被ばく

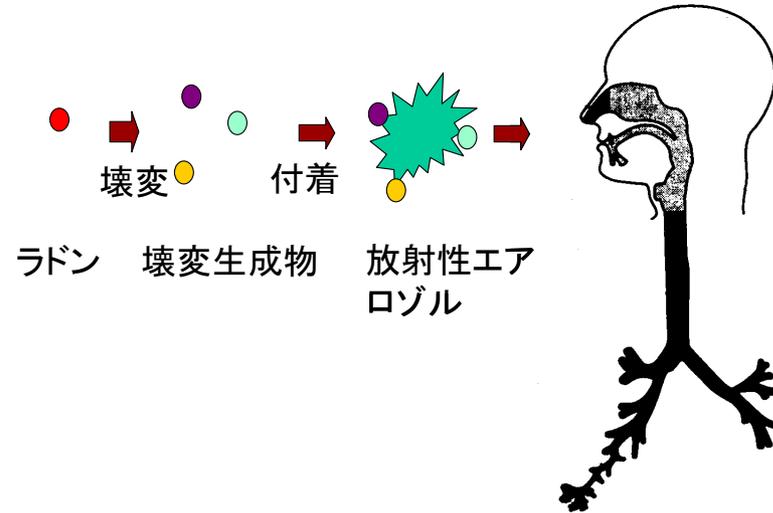
### ラドンとは？

土壌 1kg 中には数 mg のウラン ( $^{238}\text{U}$ ) が存在しています。ウランの壊変生成物のラジウム ( $^{226}\text{Ra}$ ) が壊変するとラドンが生まれます。ラドンは希ガスで半減期が 3.8 日であるので、土壌中から大気中に出てきます。ラドンは床下や壁から家の中に入ってきます。ラドンの壊変生成物も放射性物質です。



### ラドンによる人の被ばくとは？

ラドン壊変生成物が空気中に生成されるとエアロゾルに付着します。そのエアロゾルを吸入することにより肺が被ばくします。大きなエアロゾル粒子は鼻やのどに沈着しやすく、小さな粒子は肺に沈着します。



### 日本人のラドンによる被ばくと世界平均

下の表に示すように、日本の家屋内の平均ラドン濃度は世界平均比比べて低いので、日本人のラドンによる被ばく線量は世界平均の半分以下です。住んでいる家屋によって、屋内平均ラドン濃度は違います。木造家屋では  $12.9 \text{ Bq/m}^3$ 、コンクリート家屋では  $23.1 \text{ Bq/m}^3$  でした。

	屋内平均濃度 ( $\text{Bq/m}^3$ )	屋外平均濃度 ( $\text{Bq/m}^3$ )	平均被曝線量 ( $\text{mSv/y}$ )
日本	15.5	6.1	0.59(0.49)*
世界	40	10	1.26

\*0.59  $\text{mSv/y}$  にはトロン ( $^{220}\text{Rn}$ ) 壊変生成物による被ばく 0.10  $\text{mSv/y}$  が含まれています。

## 5 周辺環境による外部被ばく

私たちの身の回りに自然の放射線があることをこれまで見てきましたが、ここでは原子力発電所の他、病院や大学・研究所、工場といった人工の放射線が用いられている施設からの放射線について説明します。

これらの放射線・原子力施設は、原子炉等規制法や放射線障害防止法といった法令によって規制を受けており、敷地境界の放射線量や放出される排気や排水中の放射性物質の濃度は厳しく管理されています。公衆の線量限度は1 mSv/年ですが、いずれの施設も、単に線量限度を守れば良いとしている訳ではなく、外に放出する放射線や放射性物質の量をできるだけ低減しようと努力しています（最適化の原則あるいはALARAの原則と呼ばれます）。

原子力施設を例に、周辺環境の放射線量の測定について見てみましょう。まず、原子力施設から放出される放射線の量ですが、施設周辺のモニタリングポストに放射線測定器が備えられ、環境放射線を連続的に測定しています。測定値はモニタリングポストに表示されるだけでなく、インターネットでも全国の測定値を見ることができます。値が変動するのは、雨の降りはじめに大気中のラドンの娘核種が雨粒と一緒に地表面に落ちてくることにより放射線量が若干上昇するくらいのもので、施設からの放射線が検出されることはなく、自然のバックグラウンドのレベルにあります。

モニタリングステーションでは空気中の放射性物質を、また、陸と海に分けて様々な環境試料（土壌や農水産物など）を定期的にサンプリングし、周辺環境に放出された放射性物質を測定

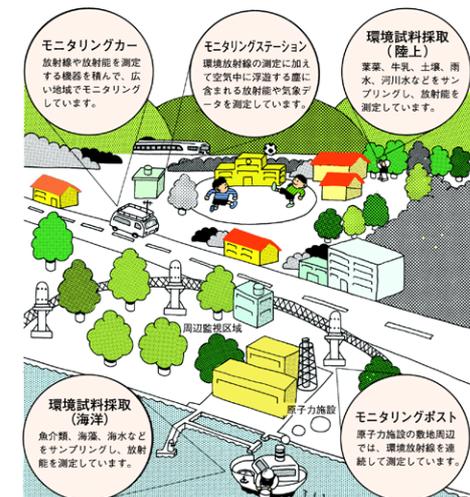
しています。排気中にクリプトン ( $^{85}\text{Kr}$ ) などの希ガスやヨウ素 ( $^{131}\text{I}$ ) が、排水中にトリチウム ( $^3\text{H}$ ) が検出されますが、その量は非常にわずかな量となっています。

施設から放出される放射線と排気・排水中の放射性物質から放射線をあわせて考え、1年間に0.001mSv未満（線量限度の1000分の1未満）と評価されています。

病院では、X線検査だけでなく、核医学検査も近年多く行われるようになって来ました。大学・研究所では、理工学、医学・薬学、生物学・農学などの基礎研究で精密測定や分析のためにラジオアイソトープが用いられる他、大型の加速器もいくつか設置されています。工場などでは、厚さ計、レベル計、密度計といった放射性物質の利用機器が、原材料から製品まで工場の生産ラインの制御に様々な箇所で用いられています。医療機関、研究機関、工場などでも同様に線量限度に対して十分に余裕を持った施設の設計を行い、運用に際しても厳しい放射線管理を行っていることから、施設周辺の放射線量が問題になることは実際にはありません。

右図（原子力図面集  
2009（原文振）から引用）

### 原子力施設周辺の環境放射線モニタリング



## 6 X線診断と治療による被ばく

わが国は国民皆医療保険の制度を有しています。そのため、日常生活の中で、職場や地域での検診・健診から、自覚症状を感じて自らすすんでの受診、そしてまさかの救急搬送に至るまで、歯科や医科の医療機関や在宅医療で放射線診療を受ける機会が多くあります。患者（被検者）の医療被ばくは、その医療が患者にとって役に立つことを前提にしており、その線量は基本的に医療の必要性で決まるものです。

医療での放射線利用は検査や治療をする部位に限局して、すなわち体の一部にのみに X 線を照射する局所被ばくです。



胸部 X線画像



CT 装置



胸部 CT 画像

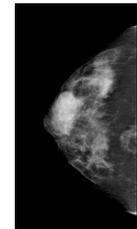
X 線検査は、影絵のように、X 線を一方向から体に照射して反対側に透過してきた X 線をフィルムなどで捉えた画像を観察します。一方、CT 検査は X 線を細い幅に絞って人体の周りを 360 度回転させながら照射して、人体一周の影絵の情報を集めて断層像をつくり観察します。このように X 線は情報キャリアーとして体の中を切らずに見るために使用します。

X 線検査の線量は患者（被験者）の体の大きさや検査の仕方、装置などで幅があります。この手帳では他の放射線被ばくとの

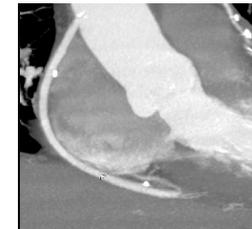
比較の容易さから実効線量（単位：mSv）で目安となる値を表しました。

主な X 線検査の被ばく線量

X線検査	実効線量 (mSv)	CT検査	実効線量 (mSv)
頭蓋骨	0.07	頭部	2
胸部	0.02	胸部	8
腹部	1	腹部	10
骨盤	0.7	骨盤	10
胃腸	1.5		
大腸	7		
四肢、関節	<0.01		
腰椎	1.3		



乳房画像



心臓 CT 画像



胃腸画像

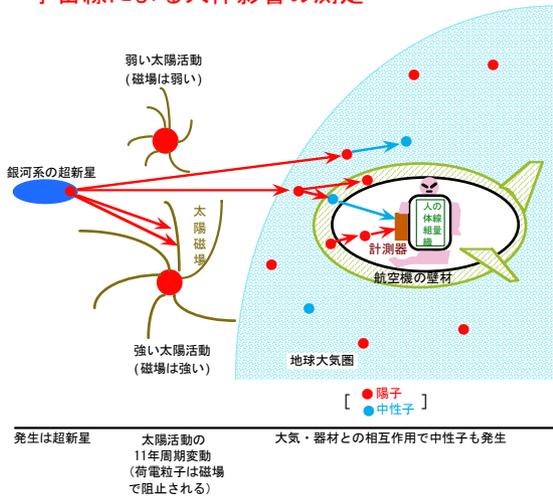
### 放射線治療の被ばく

放射線治療はガンなどの病巣部に X 線などの放射線を照射して治療するものです。体の外から X 線を照射する治療法では、通常、病巣部に 1 回 2 Sv、1 日 1 回、1 週間 5 回の間隔で、計画された総線量に達するまで行ないます。このように放射線はがん細胞を狙い撃ちして、細胞分裂を止める作用を利用して治療します。治療を開始するに当たり、医師はインフォームドコンセントを行ないます。投与する線量や照射方法などの説明を理解することが必要です。

## 7 航空機搭乗による外部被ばく

航空機に搭乗すると宇宙線（電離成分と中性子から成る）被ばくを受けます。宇宙線は高所ほど線量率が大きく、最高高度（着陸直前近く）で最大になります。また太陽磁場が宇宙線をはじく力が弱い時（11年周期で繰り返す）被ばくは大きくなります。

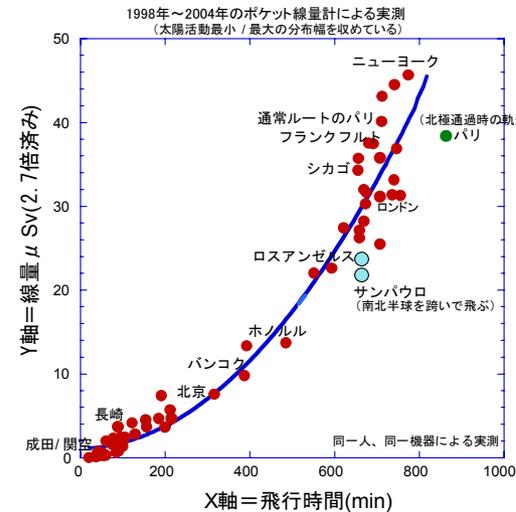
### 宇宙線による人体影響の測定



従って被ばくの大きさは何年何月に搭乗したかに依ります。また宇宙線は地磁気緯度の低い南回りルートの方が弱い。さらにジェット気流が西から東に吹くため、成田→欧州へと気流に逆らって飛ぶと飛行時間が長くなり、被ばく線量が増します。被ばく線量を求めるのは測定か、それともモデル計算か、という問題に対する完全な答えはまだありません。実測から出すには、電離成分は計測できても中性子の扱いがまだ難しいし、モデル計算から出すには、航空機が大圏コースを飛ばない（北極経由など）と扱えません。

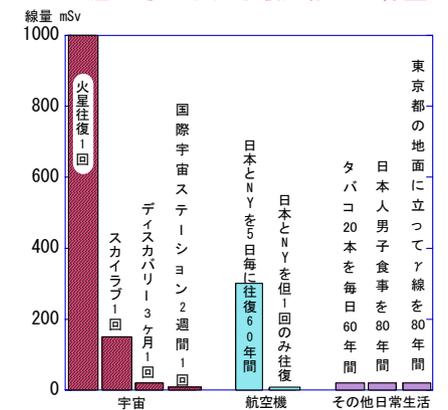
ここではポケット線量計（ミニドース）の実測例を示します。ミニドースは積算線量計なので、計測開始時と計測終了時をメ

### 日本を発着する便の被ばく線量



モします。そして表示された値に計数2.7を掛けると、電離成分と中性子の線量の和 (mSv) が得られます（ヘリウム比例計数管等との比較に基づく）。実測結果の例をまとめると一つの曲線で近似できます。飛行機が西→東（東→西）に飛んでも、いつ飛んでも、地磁気緯度が異なる地域間を飛んでも、あらゆる場合に精度25%で当てはまります。防護のため航空機に乗る前に知るには、Cari-6、EPCARD、JISCARD等のモデル計算がお勧めです。たとえばJISCARDは少し高目になります。職業的に頻繁に乗る場合は、実測でもモデル計算でも生涯の被ばく線量はかなり大きくなります。

### 生涯に考えられる最大被ばく線量



## 8 私の線量の試算

お守り線量計での測定値は、どのようなレベルの値でしょう。また、日常生活で自分がどれぐらいの放射線を浴びているのでしょうか。次に示した御守量子さんの例を参考にして、自分で試算して比べてみましょう。計算は1年間の実効線量の値です。

### 御守量子さんの場合

住まいは神戸市内で、六甲山麓の海拔100mほどの高台にあり、家のすぐ近くには病院があります。住宅は和風建築で、換気は料理や入浴その他でしばしばします。食事は、昆布などの海産物も好きな方で、魚が主の和食が中心ですが、週に2度ほどは肉も料理にしています。普段は、外に出かけることもしばしばあり、テニスや山歩きなどもよくしていますので、外にいる時間は人より多いです。今のところ健康で、毎年1回、胸部と胃のX線検査は受けますが、CT検査は受けません。また、年に1回ほど海外旅行に出かけ、生活を楽しんでいます。

- 関西に住んでいるので、大地からの放射線は 0.12 mSv
- 家の中で浴びる放射線は屋内外の滞在比が 0.8:0.2 でも 0.7:0.3 でも変わらないとして 0.96mSv
- 家が六甲山麓（海拔 100m）なので、宇宙線分は 0.30 mSv

- 病院が近くにありますが、無視できるほどの 0.001 mSv
- 和食（5日/週）は魚、洋食（2日/周）は肉、他は同じ食材として割り切ると、和食で 0.80 mSv、洋食で 0.16 mSv となるので、加重平均して 0.61 mSv。体内のカリウム  $^{40}\text{K}$  はほぼ一定で 0.17 mSv なので、合計 0.78 mSv
- ラドン分は、ラドン濃度は平均値を使い、活動的なので屋内・外の割合は、0.7 : 0.3 ぐらいとして、屋内で 0.53 mSv、屋外で 0.07 mSv だから、合計 0.6 mSv
- 歯医者での X 線は省略して、胸部と胃の検診だけとすると 4.3 mSv
- 今回は欧州に行ったので、関空—パリ往復 24 時間として 0.12mSv

全部を合計すると、年間で 7.2 mSv（次頁の表の右欄に記載）となります。周辺にある施設や病院からの寄与分の 0.001mSv と診断による分の 4.3 mSv を除くと 2.9 mSv となります。

お守り線量計の値 (外部被ばくのみ) (単位はミリシーベルト)	_____ mSv/年 (安心科学アカデミーで記入)
---------------------------------------	-------------------------------

自分で計算した値 (外部・内部被ばく) (単位はミリシーベルト)	7. 2 mSv/年 (表の手順で計算した値を記入)
--	-------------------------------

線量計算のための表

被ばくの区別	場所・状況など	線量 (mSv/年) や乗数	線量
生活場所における外部被ばく	大地放射線(屋外)	関東：0.30、関西：0.59	屋外： 0.12 屋内： 0.96
	屋内外に居る率 屋内：屋外に対し	屋内：0.8、屋外：0.2 和風 5.7 倍、洋風 8 倍	
	宇宙線	海拔ゼロ 0.29、100m ごとに 0.01 増加	0.30
飲食物による内部被ばく	洋食が主	肉中心	0.61 0.17
	和食が主 海産物 (多い) 体内のカリウム	魚中心	
ラドンによる内部被ばく	地域の差 建材の違い 換気 屋内と屋外濃度	関東で低く中国地方で高く、花崗岩地帯も高い コンクリート家屋は木造家屋の 1.8 倍 影響するが、無視 屋内濃度は屋外の 2.5 倍 ここでは、屋内外濃度の違いだけを考慮し、平均値で計算	屋外： 0.07 屋内： 0.53
周辺環境からの外部被ばく	隣に原子力・放射線施設、病院があるような場合	原子力発電所近辺：0.01 放射線施設：0.001 病院：0.001	0.001

医療による被ばく	胸部 X 線診断	1 回で 0.3	4.3
	胃腸検査診断	1 回で 4	
	X 線 CT 診断	1 回で 1	
	歯科診断	1 回で 0.2	
航空機搭乗による外部被ばく	航路 (関西国際空港ーパリ)	高度 10,000m の上空を 10,000km 1 回飛行：0.04	0.12
合計線量	すべて合算		7.2
	周辺と医療による分は除外すると		2.9

(注) 線量欄の青数字は、御守量子さんの例を書き入れたものです。

- (注) 1. ラドンによる実効線量＝線量換算計数×ラドン濃度×平衡係数×年間の所在時間；線量換算計数  $9 \times 10^{-6}$  (mSv/y)/(Bq/m<sup>3</sup>)、日本の平均屋内濃度 15.5 Bq/m<sup>3</sup>、同屋外濃度 6.1 Bq/m<sup>3</sup>、平衡係数 0.6、年間の時間 8760 時間(ただし、屋内外にいる時間の割り振りは、屋内：屋外＝0.8：0.2 としますが、変えても構いません)
2. 原子力発電所の敷地境界での線量は、0.05 mSv/年の目標値で認可されており、放射線施設や病院の境界では 1 mSv/年以下になるように許可されていますが、実際は大変低い値です。

## 用語の説明

本冊子に出てくる主な用語を解説しました。言葉使いについては、たとえば「放射線を浴びる」と同じ内容を表すときに、しばしば「放射線にさらされる」や「放射線を受ける」などと云われますので、統一していません。同様に、「天然」放射能と「自然」放射能も同じ意味で両語を使用しています。

### 厚さ計／レベル計／密度計

放射線が物質を透過したとき、その物質の組成や密度によって透過量が変わります。この性質を利用して、厚さ計（例えば、紙の厚さを管理）、レベル計（例えば、液面の保持）、密度計（例えば、素材の品質管理）などの計器類があります。

### ALARA の原則

最適化を行う上で、技術的、社会的、経済的な面も考慮に入れて、被ばくを合理的により低くしようとする原則のことで、施設の利用開始後も続けられます。

### インフォームド コンセント

診療をするときに医療者側から診療の内容について、正確にわかりやすく伝え、それを被検者側が納得したことを確認することです。

### ウラン

天然には  $^{234}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$  および  $^{238}\text{U}$  の同位体が存在します。このうち、99.275%が  $^{238}\text{U}$  です。 $^{238}\text{U}$  は、放射性壊変により、トリウム ( $^{234}\text{Th}$ )、ラジウム ( $^{226}\text{Ra}$ )、ラドン ( $^{222}\text{Rn}$ )、ポロニウム ( $^{218}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Po}$ ) 鉛 ( $^{214}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ ) ビスマス ( $^{214}\text{Bi}$ 、 $^{210}\text{Bi}$ ) などを経て、最後には放射性でない安定な鉛 ( $^{206}\text{Pb}$ ) になります。

### エアロゾル

大気中には直径1マイクロメートル以下の微粒子が  $1\text{ cm}^3$  中に  $10^2\sim 10^5$  個

浮かんでいます。このエアロゾルにラドン壊変生成物が付着すると、自然放射性エアロゾルとなります。

### 外部被ばく

放射線を放出する物質（放射線源）が体の外にあり、そこから人が放射線にさらされることです。

### 壊変（放射性壊変）

同じ元素（原子番号が同じ）でも質量数が異なる（中性子の数が異なる）ものを同位元素といますが、放射性同位元素は、放射線を出して別の元素またはより安定な同位元素（安定同位体）になろうとします。このように放射線を出して状態を変化することを壊変といいます。

### 核医学検査

ラジオアイソトープ（RI）を体内に投与して、その体内での挙動や沈着の状況を調べて、組織や臓器の検査をすることです。

### 確定的影響

放射線を浴びた時、あるレベル以上の量では必ず誰でも影響の出る影響のことで、たとえば、白内障などがあります。

### 確率的影響

浴びる放射線の量には関係なく、影響が出るか出ないかは、確率によって決まる影響を言います。ただし、浴びる量によって現れる頻度が変わります。がんはこの例です。宝くじに例えると、当たるか当たらないかは全く運です（確率で決まります）が、たくさん買うと当たる可能性が増えます。これと同じです。確率的影響には、しきい値はありません。

### 加速器

電荷を持った粒子を電場や磁場などによって加速する装置のことで、リニアックやサイクロトロンなどいろいろな種類の装置があり、医療、研究、工業など多方面で使われています。

### カリウム

カリウムは、人体に不可欠な電解質です。そして、食品、土壌、岩石などにも多く含まれています。そのほとんどは、質量数 39 の安定なカリウム（安定同位元素）ですが、0.012%と大変少ない量の放射線を放出する質量数 40 のカリウム（放射性同位元素）が含まれています。

### ガンマ線

放射性壊変（崩壊）によって発生する非常に波長の短い（ $\sim 10^{-12}$  m）電磁波のことです。

### クリプトン

クリプトンは、原子番号が 36 の希ガスです。放射性クリプトンは原子炉でできます。

### 原子炉規制法

正式名は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」で、これらにかかわるウランの精錬から加工、原子炉の設置、運転、廃棄に至るすべてを規制する法律です。

### 恒常性機能

生物は、生まれながらにして正常な状態を維持しようとする働きを持っており、それを恒常性機能といいます。それは体内の様々なホルモンによってなされています。

### 国連科学委員会

正式な名称は、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR : United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation）といいます。各国の自然および人工放射線レベルの情報提供・収集を行ない、放射線による発がんおよび遺伝的影響のリスクの推定を行っています。

### 最適化の原則

放射線防護の三原則（正当化、最適化、線量限度）の一つ。原子力や放射線の利用の策定に当たっては、別に述べる ALARA（as low as reasonably achievable）の原則により行われます。

### ジェット気流

成層圏高度にある強い気流のことで、地球の自転に基づきます。ジェット気流は、北極のまわりを、反時計まわりに回転しており、時折南北に振れて、気候に影響を与えます。日本から欧州に飛ぶ航空機はこれに逆らいながら飛ぶため、飛行時間が余計にかかり、被ばく線量も増えます。日本から北米に飛ぶ場合は、風にあと押しされるため、これと逆になります。

### しきい値

これ以上では影響が現れ、これ以下では影響が現れないという境界の値を言います。確定的影響ではしきい値がありますが、症状によって、また個人によって違いがあります。

### 実効線量

実効線量（単位は、シーベルト；Sv）とは、放射線の種類やエネルギー、組織や臓器の放射線に対する感受性を考慮した被ばく量です。実効線量には、内部被ばくと外部被ばくがあり、放射線の被ばく管理（健康影響の評価）に用いられる値です。

### 実効線量係数

摂取した放射性物質の量（ベクレル；Bq）を実効線量（シーベルト；Sv）に換算する係数のことをいいます。

### Sv（シーベルト）

放射線にさらされた時に人体への影響を表す単位のことです。実効線量（全身の被ばく量を表します）と等価線量（各組織の被ばく量を表します）に用いられます。

### ストロンチウム

ストロンチウム（ $^{90}\text{Sr}$ ）は、原子番号が 38 の元素で、質量数が 90 の人工の放射性物質のひとつです。化学的な性質が似ている元素に、マグネシウムやカルシウムがあります。

### 積算線量計

計測期間中の全線量率を積算して示す機器のことです。小型かつ軽量なので、計測は比較的楽に行なえます。TLD（熱蛍光線量計）や、ガラス線量計等があります。欠点は、計測中に一瞬でも高線量率の箇所があると、それも積算して記録してしまい区別できないことです。長所は加熱することで何度でも再使用可能になり、また応答のエネルギー依存性もほぼフラットです。少しだけ方向依存性があります。

### セシウム

セシウム ( $^{137}\text{Cs}$ ) は、原子番号が 55 の元素で、質量数が 137 の人工の放射性物質のひとつです。化学的な性質が似ている元素に、ナトリウムやカリウムがあります。

### 線量（放射線量）

線量とは、物質や人体の組織・臓器が放射線を浴び、その結果として影響を受けた放射線の量を示します。線量には、吸収線量、等価線量、実効線量などがありますが、狭義には全身で受けた放射線の量のこと（実効線量）を示します。本冊子では実効線量と理解して差し支えないでしょう。

### 線量限度

放射線防護の基本三原則（正当化、最適化、線量限度）の一つ。個人に関する被ばくは、これを超えてはならないとする限度で、法令で作業者と一般公衆に分けて決められています。

### 大圏コース

航空機の飛ぶコースで、地球儀で離陸地と着陸地の間に糸を張った場合の、最短距離に当たる場合です。実際にはそういう理想的な飛行コースとは行かず、国境や状況によって少しずれます。被ばく線量をモデル計算で求める際は、この大圏コースを仮定しています。アンカレッジ経由で欧州に飛ぶ時はその例で、モデルに馴染まない飛行コースと言えます。

### 太陽磁場

太陽自体が作りだしている磁場のことで、その磁力線は太陽から放物線状

に吹き出す形をしています。宇宙線のような荷電粒子は磁力線を横断し難い性質があるため、この太陽磁場が強い時は、銀河からやって来る宇宙線を妨げてしまい、結果的に地球周辺の宇宙線が弱くなります。これは 11 年周期で繰り返されています。

### 地球磁場

北極を S 極、南極を N 極として、地球の中心に磁石を置いたように地球上に生じる磁場のこと。実際には、自転軸は磁場の極（磁極）に対して少し傾いているので、地理上の北極と南極とは一致しません。磁力線は赤道付近では平行に、極に近づくにつれほぼ垂直になっています。

### 地磁気緯度

地球は磁石であり、棒磁石で近似する事ができます。それに基づいて引いたのが地磁気緯度です。地理緯度と少しだけ（約  $15^\circ$  程度）ずれています。東京は地理的には北緯  $35^\circ$  近くにありますが、地磁気的には北緯  $23^\circ$  近くです（地理的に同緯度にある米国ワシントンの地磁気緯度は  $50^\circ$  近くになります）。そして被ばく線量は、地磁気緯度が高いほど大きくなります。

### 中性子

原子核を構成する要素のひとつで、質量数は 1、電荷は 0 です。原子核は、水素 ( $^1\text{H}$ ) を除き、陽子と中性子で構成されています。

### 電離成分

線量の値は、陽子起源かも知れないし、あるいは重粒子イオン起源かも知れません。これらの粒子をまとめて電離成分と呼びます。電離成分でない場合は中性子を指しますが、これも最終的には電離成分となってから人体影響等をもたらします。したがって、これによる線量の評価は放射線防護にとって極めて重要です。

### トリウム

天然に存在するトリウムには、いくつかの放射性同位体がありますが、主な核種は  $^{232}\text{Th}$  です。 $^{232}\text{Th}$  は放射性壊変により、ラジウム ( $^{224}\text{Ra}$ )、トロン

(<sup>220</sup>Rn)、ポロニウム (<sup>216</sup>Po、<sup>212</sup>Po)、鉛 (<sup>212</sup>Pb)、ビスマス (<sup>212</sup>Bi)、タリウム (<sup>208</sup>Tl) などを経て、放射性でない安定な鉛 (<sup>208</sup>Pb) になります。

### トリチウム

水素には3つの同位体が存在します。このうち、原子核は陽子1つと中性子2つから構成されており、質量数が3の放射性同位体のことをトリチウムといいます。三重水素ともいいます。

### トロン

トロンは、トリウム (<sup>232</sup>Th) 系列のラジウム (<sup>224</sup>Ra) が壊変して生成される希ガスのラドン (<sup>220</sup>Rn) です。半減期が55.6秒と短く、ラドン (<sup>222</sup>Rn) と大気中での挙動が異なります。

### 内部被ばく

放射性物質を吸入や食物を食べることで、放射線源が体内に取り込まれた場合に、体の器官や組織が放射線にさらされることです。

### パイ粒子

1934年湯川秀樹博士によって、その存在が予言された素粒子の一種です。1947年に宇宙線の中から発見されました。現在は、悪性腫瘍の治療などに用いられています。

### バックグラウンド (バックグラウンド放射線)

着目している放射線以外の放射線をいいますが、通常は、生活環境のどこにでもある自然放射線を指します。

### 半減期

放射性核種が壊変して元の量の半分になるまでの時間を半減期といいます。

### プルトニウム

プルトニウムは、原子番号が94の元素で、人工の放射性物質です。

### ヘリウム比例計数管

放射線を計測する器具のひとつ。管の中にヘリウム・ガス (<sup>3</sup>He、様々な物質が考案されています) が詰まっており、外部から中性子の入射があると、

その中性子がこのガスと衝突して、電離成分が産まれます。この電離成分を計測して、中性子量を間接的に推定しようとするのがこのヘリウム比例計数管です。エネルギー依存性が強いので、上限値を伸ばすのが課題です。宇宙飛行体や航空機内の中性子測定に使われます。

### 放射性同位体 (放射性同位元素)

同位体とは、元素を構成する陽子数は同じ (化学的性質は同じ) で、中性子数が違う (質量が変わる) ものです。これには、安定な同位体と不安定な同位体があり、不安定なものは放射線を出して壊変しますが、これを放射性同位体といいます。

### 放射性物質

放射線を出す物質 (元素) のことをいいます。

### 放射線

放射線とは、大きなエネルギーをもって飛び回っている粒子や電磁波 (光子) を言います。通常、断らなければ、放射線は「電離放射線」を意味します。電離放射線とは、粒子や光子が原子にぶつかったとき、その原子の電子を弾き飛ばすことによって原子を電離し、弾き飛ばされた電子が周辺の原子をさらに電離するような大きなエネルギーをもった粒子や光子です。エックス線、アルファ線、ベータ線、ガンマ線等のことです。

### 放射線感受性

細胞や臓器によって放射線に対する感受性が変わることです。ヒトの細胞・組織の感受性の違いは本文に書かれています。

### 放射線管理

原子炉や放射線利用に際して、作業者と一般公衆を含めた人への被ばくを害のないように、合理的に管理する分野または業務のことです。

### 放射線障害防止法

正式名は、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」で、原子力基本法に従って、放射性同位元素の使用、販売、賃貸、廃棄、それに

よる汚染物をはじめ、放射線の発生装置の使用などの取り扱いを規制する法律で、放射線による障害の防止と公共の安全を目的としています。

### 放射能／放射能濃度

放射能とは、放射性物質が放射線を出す能力のことを示し、放射能濃度とは、単位量当たりの放射能の量（例えば、Bq/kg、Bq/l など）を示します。

### ポロニウム

ポロニウム ( $^{210}\text{Po}$ ) は、原子番号が 84 の元素で、質量数が 210 の自然の放射性物質です。

### ミュー粒子

1937 年に宇宙線の中から発見されました。電子と同じレプトンとよばれる素粒子（物質を構成する最小の単位）の一種です。素粒子物理学や原子核物理学などの研究で幅広く利用されています。ミューオンとも呼ばれています。

### モニタリングポスト／モニタリングステーション

原子力発電所や再処理工場、放射線を利用する施設などの敷地内あるいは敷地外に、施設からの放射線や放射性物質を監視するために測定器が設置されている簡易な施設のことです。

### ラジウム

ウラン( $^{238}\text{U}$ )の放射性壊変により生成される  $^{226}\text{Ra}$  を通常ラジウムといい、1898 年にキュリー夫妻により発見されました。

### ラジオアイソトープ

放射性同位元素のことで、放射性壊変をおこして、別の元素に変わります。

### ラドン壊変生成物

ラドン( $^{222}\text{Rn}$ )は放射性壊変により、ポロニウム ( $^{218}\text{Po}$ )、鉛 ( $^{214}\text{Pb}$ )、ビスマス( $^{214}\text{Bi}$ )、ポロニウム ( $^{214}\text{Po}$ )、鉛 ( $^{210}\text{Pb}$ )、ビスマス( $^{210}\text{Bi}$ )、ポロニウム ( $^{210}\text{Po}$ ) を経て、安定な鉛 ( $^{206}\text{Pb}$ ) になります。 $^{210}\text{Pb}$  は半減期が 22.3 年と比較的長いので、 $^{218}\text{Po}$ 、 $^{214}\text{Pb}$ 、 $^{214}\text{Bi}$ 、 $^{214}\text{Po}$  を短寿命ラドン壊変生成物と呼びます。

#### 日常生活で受ける放射線

監 修 辻本 忠 (財) 電子科学研究所  
編集委員  
委員長 下 道国 元 藤田保健衛生大学  
飯田孝夫 元 名古屋大学  
真田哲也 (財) 日本分析センター  
杉浦紳之 近畿大学  
藤高和信 元 放射線医学総合研究所  
横山須美 藤田保健衛生大学  
山口和也 大阪大学  
発行年月日 平成 21 年 10 月 10 日  
発 行 者 NPO 安心科学アカデミー  
〒541-0057  
大阪市中央区北久宝寺町 2-3-6  
(財) 電子科学研究所内

