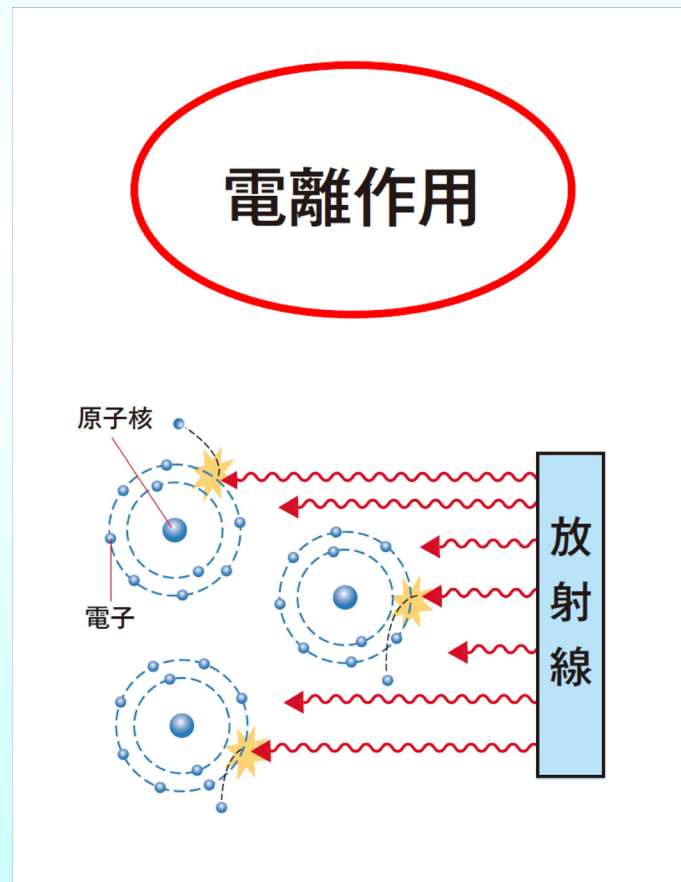
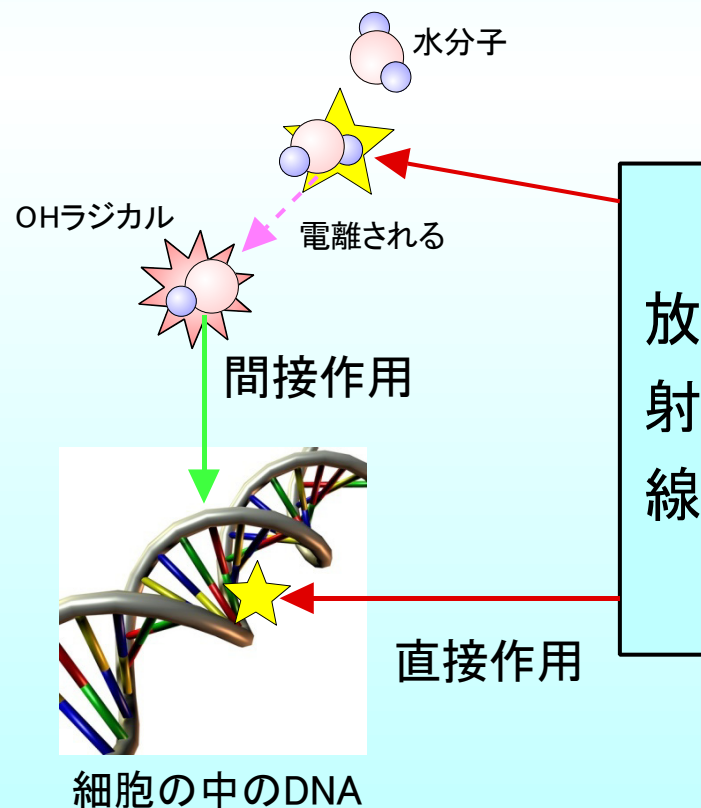


放射線を身体に受けると何が起こるの

放射線は原子の周りの電子を弾き飛ばしてしまい、結合している手を切ってしまう「電離作用」を示します。



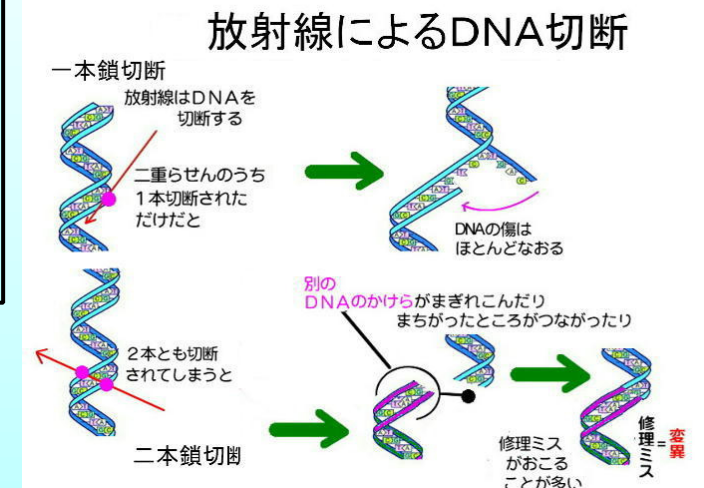
直接DNAを構成する原子を電離して切断するほかに、水を電離して、活性酸素のような化学的に活性なラジカルを作り出します。このラジカルが、間接的にDNAを切断します。



細胞のDNAは放射線以外にも呼吸により発生する活性酸素などで常に攻撃されています。

このため、細胞は切断されたDNAを元通りに修復しています。修復できないほどDNA切断が多い場合には、アポトーシス(自分のDNAを細かく切り刻む現象)によって細胞は自ら死んでしまい影響を後に残しません。

余りにもたくさんの攻撃を受けると、ごくまれに起こるDNA修復誤りによって遺伝子突然変異が起こり、発がんの原因になると考えられています。



放射線の被ばく

酸素呼吸によるエネルギー生成、
紫外線や様々な化学物質

がんを防ぐ体のはたらき

放射線が直接DNA鎖を切ってしまう直接作用もありますが、6-7割程度が活性酸素による間接作用です。



活性酸素などの発生

放射線や紫外線、生きていく上で絶対に必要な酸素呼吸によるエネルギー生産の過程で、化学的な活性の高い、活性酸素などのラジカルが発生します

偏った食事や過労などのストレスにより、体の防御機能が上手く働かなくなってしまう。

ビタミン、ポリフェノール
や酵素などによる還元

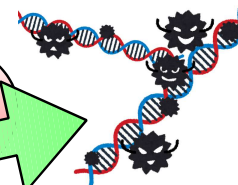
DNA損傷の生成

活性酸素などがDNAと反応すると、二重らせんの鎖を切断してしまいます。

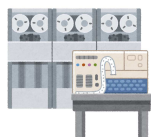


バックアップデータ
からの修復

DNA損傷の修復誤り



野菜や果物に含まれるビタミンやポリフェノールや体内で作られる酵素には、活性酸素を還元し無害にする働きがあります。



修復を断念して死を選ぶ

がん細胞の発生

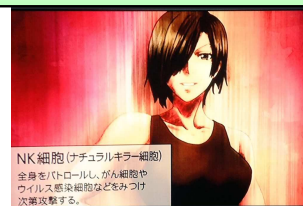
修復ミスが残ると、一部の細胞はがん化してしまいます。毎日数千個のがん細胞が発生しており、長い時間をかけて増殖しがんに成長します。刺激物などによる炎症はがん化を促進します。

DNAはお互いペアとなる分子が1組となり2重のらせん構造を持っているため、片方の鎖が切れてももう片方のデータをコピーすることで修復することができます。また、2本とも切れてしまった場合でもほとんどの場合で修復できる働きがあります。



あまりにもダメージが大きいと、完全に修復しきれなくなり、修復が無理だと判断した細胞は自ら死を選ぶことで、間違った遺伝情報が残らないようにします(アポトーシス)。人の体は37兆個といわれる沢山の細胞で出来ていて、毎日沢山の細胞が死んで、また新しく生まれて機能を維持しています。

免疫細胞による攻撃



NK細胞(ナチュラルキラー細胞)
全身をパトロールし、がん細胞やウイルス感染細胞などをみつけ攻撃する。

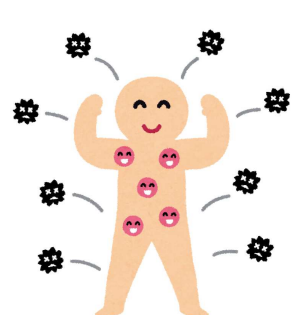
がん細胞

放射線治療



逆に、大量の放射線をごんに集中的に照射することで、がん細胞を殺してしまう治療法があります。

バランスの取れた楽しい食事で
健康な体を保ちましょう!



体の中には病原菌やウイルス、がんを攻撃する様々な免疫細胞がはたらいています。その中の一つナチュラルキラー細胞(NK細胞)はがん細胞を狙い撃ちすることが出来る細胞です。笑うことによって活性化する一方、ストレスに弱いことが知られています。免疫細胞の働きで、体内で発生した変異細胞のほとんどが摘み取られています。

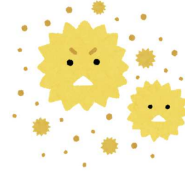
→ 医療のコーナーをチェック!



どうして野菜を食べなくちゃいけないの？

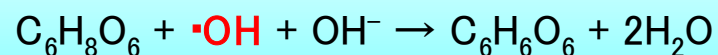
光合成の際の化学反応や紫外線の影響

活性酸素などの発生



植物は光合成により水と二酸化炭素と光のエネルギーからデンプンなどの栄養と酸素を作り出しています。この時の化学反応で、非常に活性の高い活性酸素が沢山作り出されてしまい、そのままでは植物は自分の光合成反応のために死んでしまいます。

ビタミン C (アスコルビン酸) と活性酸素の一種であるヒドロキシルラジカルの反応

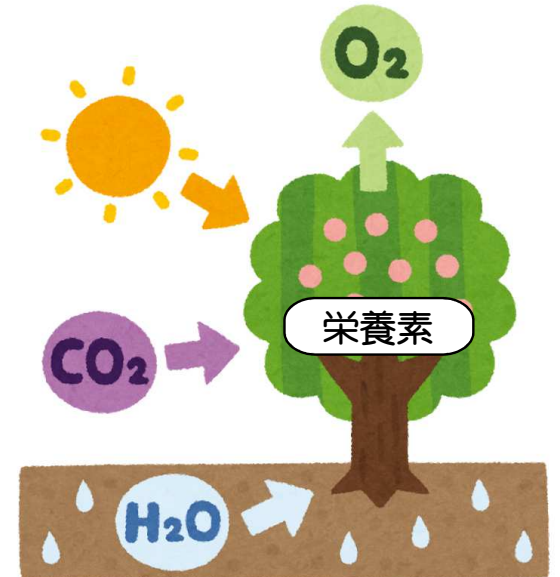


活性酸素 $\cdot\text{OH}$ が還元されて無害な水に変わります

そこで、植物はビタミン類やポリフェノールなど様々な抗酸化物質を自分で作り出すことで、活性酸素を還元して無害にし、自分の体を守っています。また一部の色素は紫外線を吸収して活性酸素の生成を抑制します。

ビタミン類やポリフェノールを自分で作れない動物は、野菜や果物、肉食獣ならばそれを食べた他の動物を生で食べることで自分の体にビタミンなどを取込み、活性酸素から身を守っています。

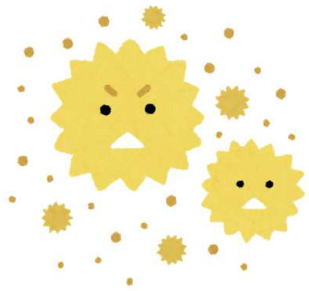
植物が作ってくれたビタミンなどを、
感謝して頂きましょう！



植物による光合成



活性酸素ってなに？

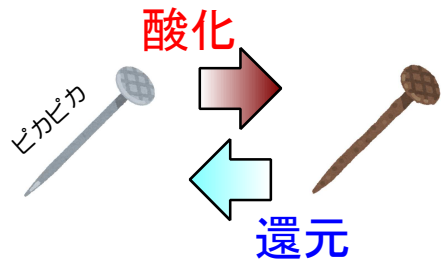


スーパーオキシド、一重項酸素、ヒドロキシラジカルなど。

動物は食べ物から取込んだ栄養分を酸素を使って体を動かすエネルギーにしています(呼吸)。植物は水と二酸化炭素と光のエネルギーからブドウ糖などの栄養分と酸素を作り出しています(光合成)。そのどちらの化学反応でも、様々な物質を酸化させてしまう「活性酸素」という物質が発生します。さらに、紫外線や放射線を浴びたり、タバコや排気ガス、重金属などの化学物質の摂取などにより、体内での活性酸素の発生が増加します。



細胞の中にある器官、ミトコンドリアで酸素を使ってエネルギーを生産する際に、活性酸素が発生します。



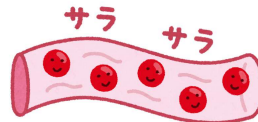
必ずしも「酸化=悪」「還元=体に良い」と言うわけではありません。免疫細胞によっては活性酸素を使って細菌を撃退しています。しかし酸素を使って暮らし居る私たちの体は少しずつ酸化されていくため、出来るだけ活性酸素を打ち消していく必要があります。全てのポリフェノールなどの働きが明らかになったわけではなく、その効果には疑問視されている物もありますし、過剰摂取すると体に良くないとされている物もありますので、安易にサプリなどに頼らず、バランスの取れた食事を心がけましょう。



細胞壁の脂質



しなやかな血管



酸化

間違った情報のDNA



過酸化脂質

動脈硬化、血栓

カチカチ



病気

がん



心疾患



脳卒中



老化

からだを守る抗酸化物質

Vitamin A



緑黄色野菜に多く含まれるβ-カロテンから生成され、皮膚や粘膜を正常に保ちます。

油と一緒に摂取すると吸収率がアップ↑

Vitamin E



植物性油脂やカボチャなどに多く含まれ、過酸化脂質の生成を抑えてくれます。

Vitamin C



非常に抗酸化力が強く、食品の酸化を防ぐために添加物としても入れられています。熱に弱く、また水に溶けやすく尿から排泄されてしまうため毎日摂取が必要です。

ポリフェノール



赤ワインやブルーベリーのアントシアニン、大豆のイソフラボン、緑茶のカテキン、ゴマのセサミンなど様々な物があり、抗酸化作用だけでなく視力回復、血圧低下、アレルギーの改善など様々な効果があると言われています。

抗酸化酵素



外から摂取するビタミンなどとは違い、体の中でタンパク質から作られる酵素にも過酸化水素を無毒化するなどの働きがあります。作るために亜鉛やマンガンなどのミネラルが必要です。

それぞれの役割を持つ免疫細胞達は、体の中に入ってくるさまざまな細菌やウイルス、そしてがん細胞と、毎日戦い続けて、健康な体を守っています。

免疫細胞たちの活躍

はたらく細胞

学校の授業、身体の中のことを教える機会、医療施設での各種説明、及びそれらに類似する場などで、「はたらく細胞」で擬人化された細胞たちや細菌等の画像の一部を無償で利用することが出来ます。

白血球 (好中球)



外部から体内に侵入した細菌やウイルスなどの異物を食べて排除する(食食)。好中球は血液中の白血球の半数以上を占めており、最前線で真っ先に侵入者と戦う自然免疫の細胞。多種類の異物、病原体の分子に反応することができるが、特定の病原体に繰り返し感染しても、自然免疫能が増強することはない。

ナチュラルキラー

NK細胞



全身をパトロールし、がん細胞やウイルス感染細胞などを見つけ次第攻撃する自然免疫細胞。自分のがん細胞を判別することができるためがん細胞への攻撃力が特に強い。笑うことによって生じる神経ペプチドによって活性化する一方で、ストレスによるホルモンで活性が低下する。

マクロファージ



細菌などの異物を捕らえて殺し、抗原や免疫情報を見つけ出す。がん細胞を発見すると、それを食べて確認して、ヘルパーT細胞に伝える。殺傷能力が高く、死んだ細胞や細菌を片付ける役割も有している。

樹状細胞



体内に侵入してきた細菌や、ウイルス感染細胞などの断片を抗原として提示し、他の免疫系の細胞に伝える役割を持つ。その名の通り周囲に突起を伸ばしている。

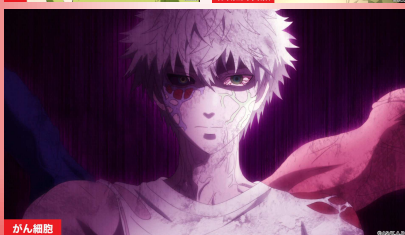
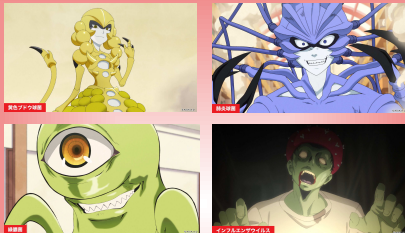
抗原情報の提示

ヘルパーT細胞



外敵侵入の知らせを受け、敵の情報をもとに、的確に攻撃できるように戦略を決める司令官。マクロファージや樹状細胞からもらった抗原情報を基に、キラーT細胞やB細胞をその抗原に合わせて活性化する。

毎日これらの敵と戦っています!



キラーT細胞



ウイルス感染細胞、がん細胞などの異物を認識・破壊する殺し屋。抗原情報を受け取ったヘルパーT細胞の命令(サイトカインの分泌)によって活性化して出動する。一度出動したあとは、記憶T細胞が残り次回素早く反応する。

B細胞

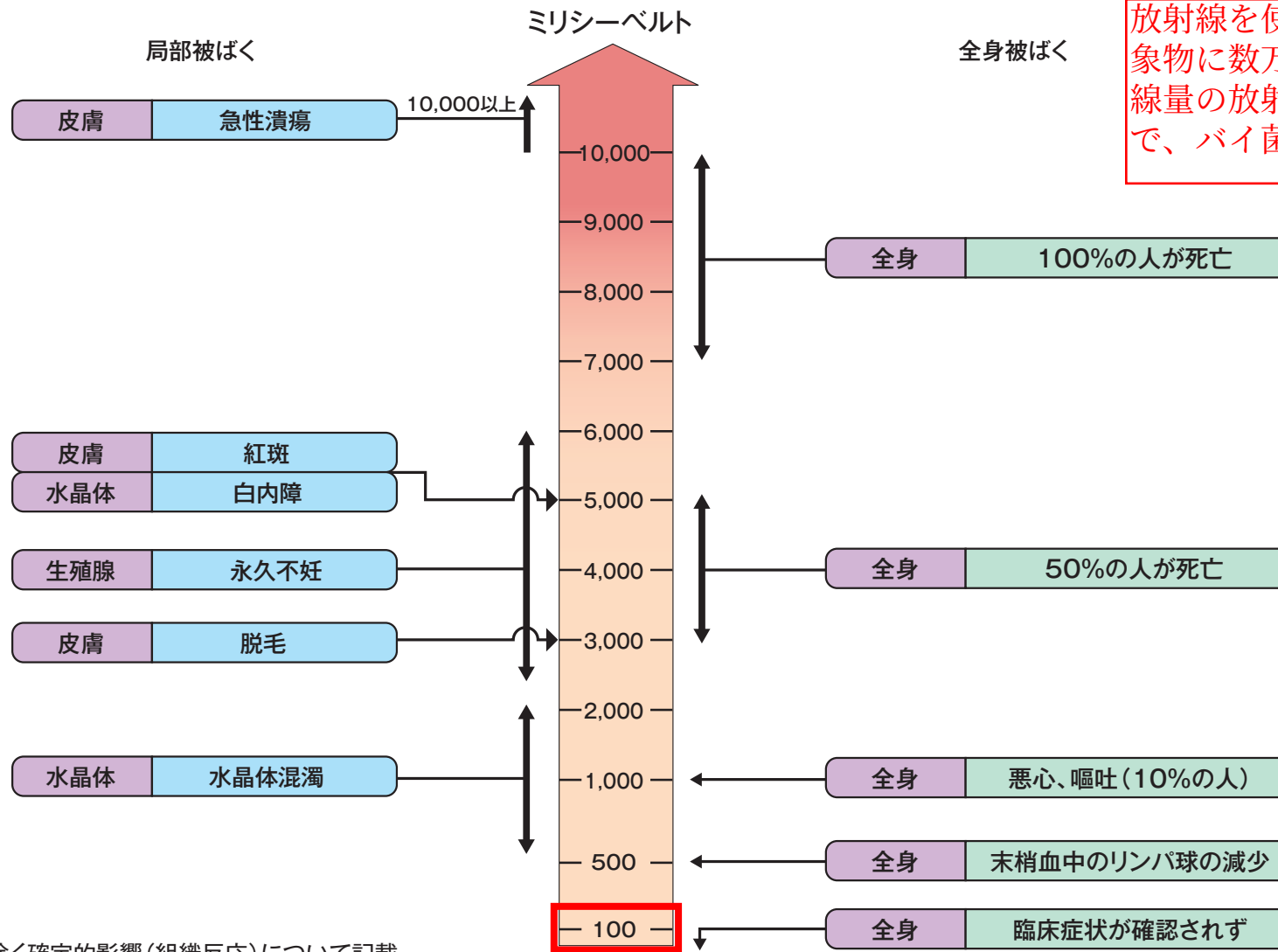


細菌やウイルスなどそれぞれ異なる抗原に対し、抗原特異的な抗体(免疫グロブリン)というオーダーメイドの武器を作って戦うリンパ球の一種。一度抗体を作ると記憶B細胞が残り次回の侵入時に素早く抗体を作ることができる(いわゆる免疫の獲得)。

初めて対応する抗原に対しては、抗原情報の獲得、分析、活性化、抗体の生産までに、2~3日かかってしまいます。一度対応した抗原は記憶されており、次回から素早く反応します。

放射線を一度に受けたときの症状

凡例 部位 症 状



放射線を使った滅菌では、対象物に数万グレイもの物凄い線量の放射線を照射することで、バイ菌を殺しています。

(注1) がんや遺伝性影響を除く確定的影響(組織反応)について記載

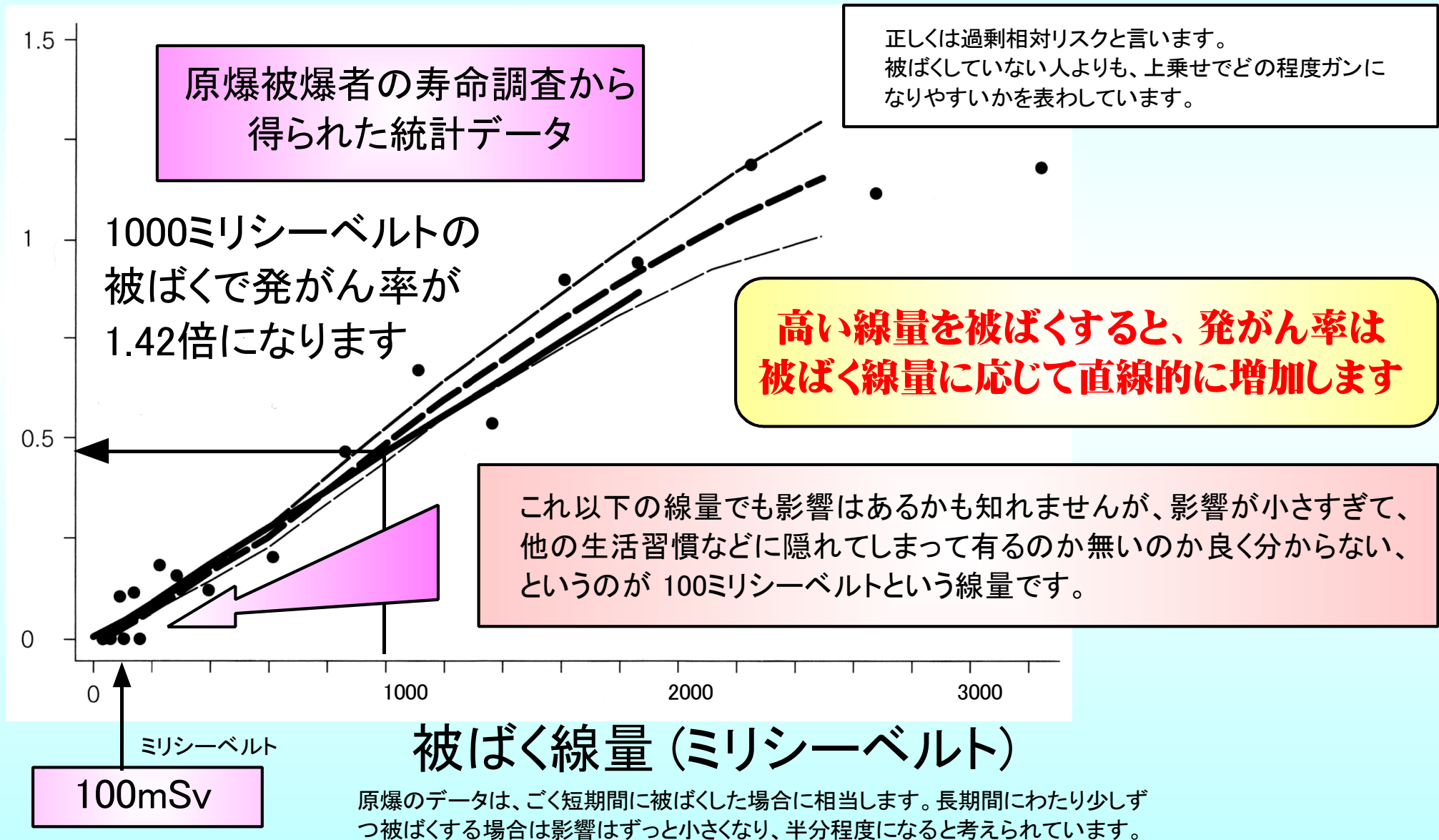
(注2) 一般の人の線量限度1.0 mSv/年、原子力発電所周辺の線量目標0.05 mSv/年

染色体の転座などのミクロな変化は観察されています

発がんへの影響はどのぐらいなの？

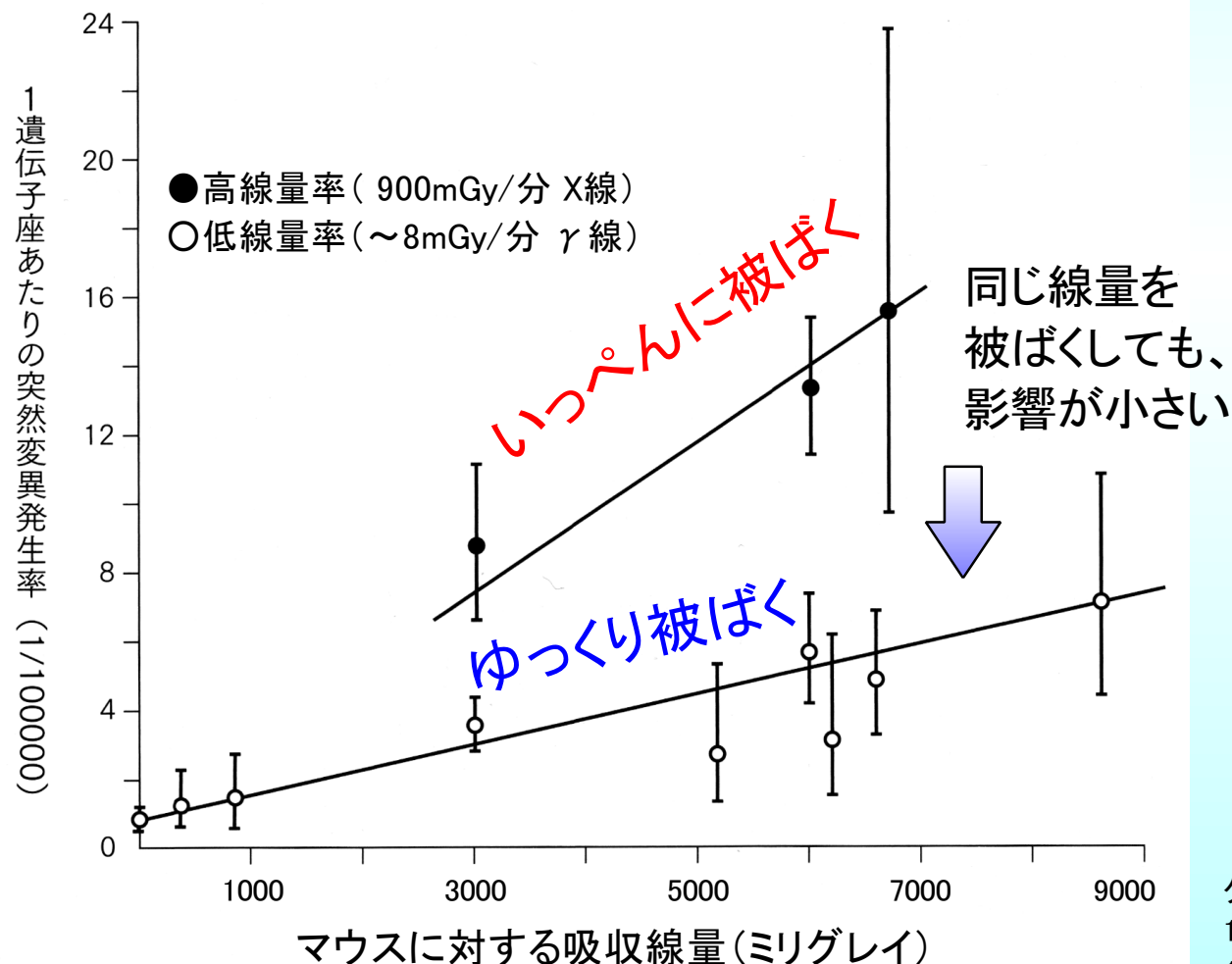
30歳の時に被ばくした人が、70歳になったときの上乗せのリスク

固形ガン発症の上乗せのリスク



長期間の被ばくの方が健康に影響が有るの？

合計で同じ線量を被ばくするなら、
時間あたりの線量が小さい方が影響は少ない！



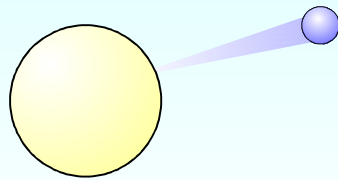
細胞にはDNAを
修復する力が
あります

1950年代に行われた、700万匹にも及ぶマウスを用いた、「メガマウスプロジェクト」からのデータです。
これほど大規模な実験は現在では国家レベルでも不可能です。

グレイは物質に吸収される放射線のエネルギーです。
100ミリグレイのX線やガンマ線を人間が吸収した場合、100ミリシーベルトと同じ数値になります。

放射性物質の種類による違い

同じ1ベクレルでも放射性物質の種類によって人体に与える影響（シーベルト）は全く異なります。



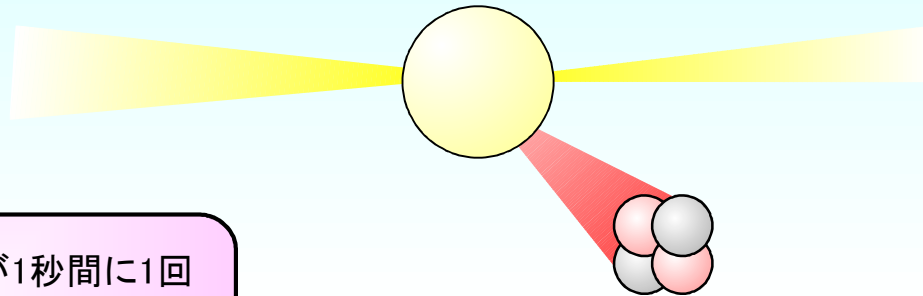
1ベクレルとは、ある原子が1秒間に1回別の原子に変化する、という量で、原子の種類によって出てくる放射線の種類(α 、 β 、 γ)、エネルギー、本数がそれぞれ違います。

100ベクレルを肺に吸入したときの被ばく線量

プルトニウム-239	3.2 ミリシーベルト
セシウム-137	一万分の 6.7 ミリシーベルト
トリチウム(H-3)	百万分の 4.1 ミリシーベルト

同じベクレルの放射能でも体に与える影響は全く異なります!

プルトニウム-239: 5.1MeV の α 線、半減期 2.4万年、肺や肝臓などに沈着
セシウム-137: 0.51MeV の β 線と 662keV の γ 線、半減期 30年、カリウムなどとともに体外に排出
トリチウム(H-3): 18.6keV の β 線、半減期 12.3年、水と共に体外に排出

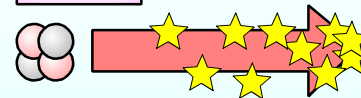


α 線

ヘリウムの原子核が正体

狭い範囲に一気にエネルギーを放出する

集中的に細胞のDNAを傷つける



β 線

高速で飛ぶ電子

所々にぽつぽつとエネルギーを落とす
実際にはまっすぐ進まず跳ね返されながらジグザグに進む

γ 線

波長の短い光の仲間

途中ほとんど素通り

所々で電子を弾き出す



内部被ばくはずっと体内で放射線を出しているけど大丈夫？

クイズ: 1kg あたりセシウム-137 を 100 Bq 含む米を、一食あたり1合(精米で150g、炊きあがりでは330g)、一日三食、365日食べつづけたとして、そのあと50年間で被ばくする線量はどの程度になるでしょう？

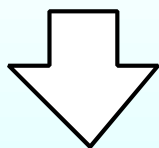
答え: 0.21ミリシーベルト

現在一般食品中の放射能濃度の基準値は、放射性セシウムで 100ベクレル/kg となっており、この設定は基準値の上限値の場合となっています。現在も福島県産の米については全量検査が続けられていますがほぼ全てのサンプルで検出できないぐらい放射能は少なくなっています。ですので、今回のクイズは有り得ないぐらい高い濃度の食品だけをずっと摂取し続けた場合、と言う極端な例だとお考え下さい。



欧米に飛行機で旅行すると、宇宙線の増加により0.2ミリシーベルト程度被ばくします。

「内部被ばく」による影響



- ・どんな放射線の種類か(α 、 β 、 γ)
- ・どのぐらいのエネルギーか
- ・物理的な半減期
- ・排出されやすさ(生物学的半減期)
- ・どんな臓器に蓄積されやすいか
- ・蓄積される臓器の感受性

**全部考慮して
評価しています**

その後 50年間にわたる影響を、取込んだ時点でいっぺんに被ばくしたとして被ばく線量(シーベルト)の計算をします。

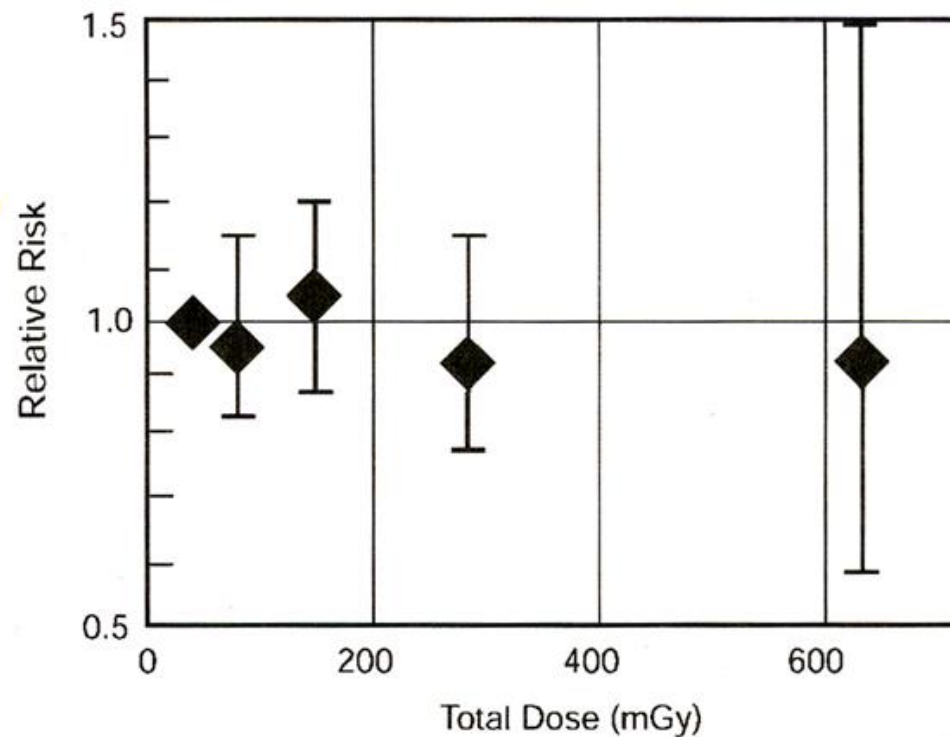
このようにして求められた**内部被ばくの線量**と、**外部被ばくの線量**とは、**同じリスク**になります。

実際には、**同じ量**を**少しずつ長い期間にゆっくり**被ばくするのと、**いっぺん**に被ばくするのでは、DNA修復のメカニズムがあるため、**ゆっくりの方が影響は小さくなります**。

高自然放射線地域でのがん罹患率

インドケララ州高自然放射線地域

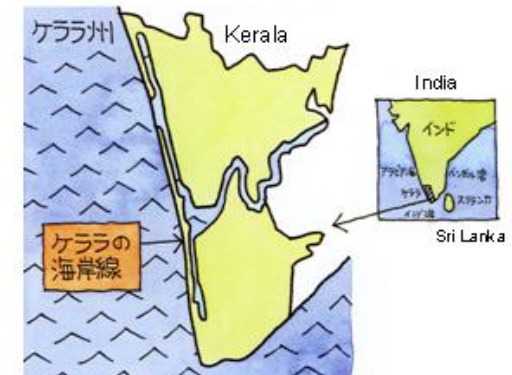
全がん(白血病を除く)の相対リスク



推定累積線量

地域住民の発がんリスクは
高くない

トリウムを含む黒い砂浜で暮らす漁民

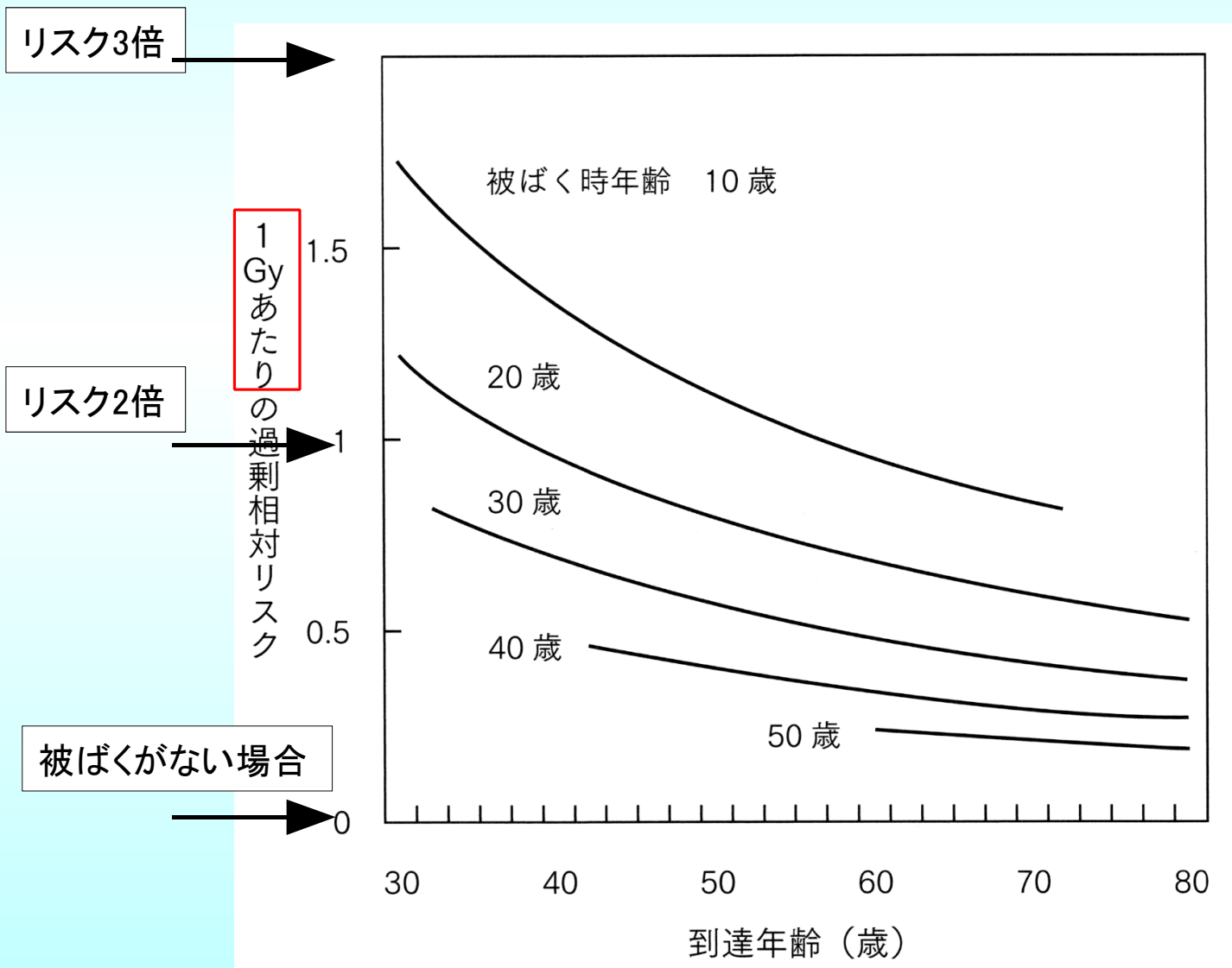


(「世界の大地放射線」 放射線照射利用促進協議会)

(Nair, R. R. K. et al., *Health Phys.*, 96, 55-66, 2009)

子供は被ばくの影響が大きいんじゃないの？

原爆被爆者の被ばく時年齢による
全固形ガンによる死亡リスクの比較 *白血病は除外



1000mGy 被ばくした場合のガンによる過剰相対死亡リスクを、被ばく時の年齢、およびその後生存していった場合の各年齢で整理したグラフ。

被ばく時に若いほどその後の影響は大きく、また若い時点ほど相対的なリスクは大きい。

ただし、被ばくがない場合のそもそものリスクは年齢が上がるほど大きくなるため、絶対的なリスクは高齢者ほど上昇している。

生活の中でどれくらい被ばくしているの？

歯科レントゲン撮影1回:
10 μ Sv

0.01mSv
(10 μ Sv)



胸部レントゲン撮影1回:
50 μ Sv



0.1mSv
(100 μ Sv)

胃がん検診1回:
600 μ Sv



ICRP 1990/2007年勧告
一般公衆への追加線量限度
年間 1mSv

CTスキャン1回:
数mSv



1mSv



国内線の飛行機1回:
3 μ Sv程度

国際的な免除レベル:
10 μ Sv/年

無視可能個人線量とも呼ばれ、
これ以下となる発生源の管理を
免除するという考え方。クルック
ス管からの被ばく線量はこの値
以下とする事を目標としている。

自然放射線による
1ヶ月の 外部被ばく線量:
50 μ Sv(全国平均)
(0.07 μ Sv/h 程度)



国際線の飛行機での
欧米への旅行1回:
100-200 μ Sv



日本人が特有に持って
いる20Bqのポロニウム
210 による年間被ばく
線量: 800 μ Sv

イランのラムサール地
方やインドのケララ地方
などでの大地からの年
間被ばく線量:
~10mSv

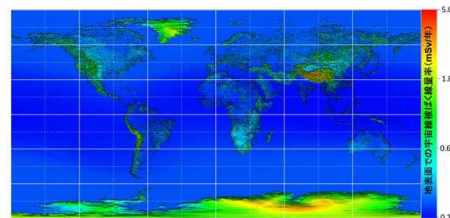
排水濃度限度
(60,000 Bq/L) の
トリチウムを含む水を
1L 飲んだときの
預託線量: 1.1 μ Sv



*トリチウムの
実効線量係数(経口):
1.8 $\times 10^{-8}$ mSv/Bq

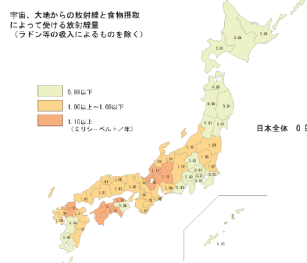
ランタンのマントル* を
1時間体に貼付ける:
全身 1 μ Sv (γ 線)
皮膚 10 μ Sv (β 線 + γ 線)

*トリウム使用のサウスフィールド ハイパワー-DXマントル



年間の宇宙線量の世界平均と
日本平均の差:
50 μ Sv(日本の方が小さい)

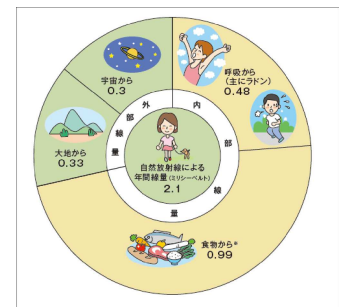
全国自然放射線量



年間の平均外部線量が最も
高い岐阜県と最も低い神奈
川県の差: 380 μ Sv



世界平均と日本平均で
のラドンによる年間被
ばく量の差:
800 μ Sv
(日本の方が小さい)



自然放射線による
年間の被ばく線量
日本平均 2.1mSv
世界平均 2.4mSv