

## 放射線被ばくの影響

田崎晴明

公開：2012年3月3日、最終更新日：2012年3月15日

これ（って、次ページ以降のこと）は、ぼくの web 上の解説「放射線と原子力発電所事故についてのできるだけ短くてわかりやすく正確な解説」（URL は、<http://www.gakushuin.ac.jp/~881791/housha/> だが、Google で「放射線 田崎晴明」とでも検索すれば上位にでる）の付録のプレゼンテーションスライドである。ぼくが講演に用いたもの（の一部）に手を加えて（もともとは Keynote の（←ぼくは「パワーなんとか」は使ったことない！）プレゼンテーションファイルだが）pdf 化したものを公開する。

こういったスライドというのは、あくまで、口頭での詳しい説明や身振り手振りと合わせて、プレゼンテーションに使うためのものであることを忘れないでほしい。スライドだけを読んで内容を正確に理解するのは（もともと分かっていない限り）不可能だ。スライドは、ごく大ざっぱな話を知るため、あるいは、既に内容を理解している人が他人に説明する際の補助手段として利用すべきだと思う（近年、スライドを公開することが「情報発信」になると思っている人が多いようだが、これは文化全体にとってきわめて危険な兆候だとぼくは考えている（みんな馬鹿になる！ ある意味でテレビより質（たち）が悪い））。

このスライドに対応する内容のほとんどは、ぼくの解説「放射線って体に悪いの？」、「被ばくによってガンで死亡するリスクについて」、「内部被ばくのリスク評価について」などで詳しく取り上げてある。正確に理解するためにはそちらをご覧ください（上記解説の目次ページをご覧ください。ほかにも色々あります）。特に、このスライドで他人に説明する人は（もともと知識を持っているのでなければ）必ずもとの解説を熟読して理解してほしい。

このスライドは田崎晴明の著作物だが、プレゼンテーションや勉強会などで自由に利用していただいてかまわない。また、内容の全部、一部を別のプレゼンテーション、資料、著作等で再利用するのも自由である。ただし、クレジットを明記している写真等については再利用の際にもクレジットをそのまま残さなくてはいけない。なお、いつでもスライドの最新版を配布したいので、ファイルの再配布は禁止する。必要な場合は、以下の URL を参照していただきたい。そこに、いつでも最新版を置くようにする。



# 放射線被ばくの 健康への影響



# 外部被ばくの 健康への影響



# 放射線の外部被ばくの影響

大量に一時的に被ばく → すぐに悪影響

0.25 Sv 白血球の減少、

1 Sv 吐き気、10 Sv 多くの人死亡

ゆるやかに被ばく → ずっと後になって悪影響  
(ガンの増加など)

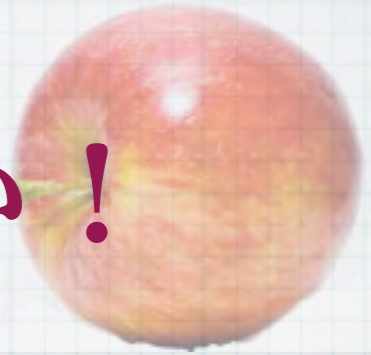
ガン以外の健康影響のことは  
あまり詳しくわかっていない

放射線からのエネルギーの総量は小さい！

1 Sv (体重 1 kg あたり 1 J)

10 cm の高さから飛び降りた程度のエネルギー

**放射線に「常識」は通用しない！**

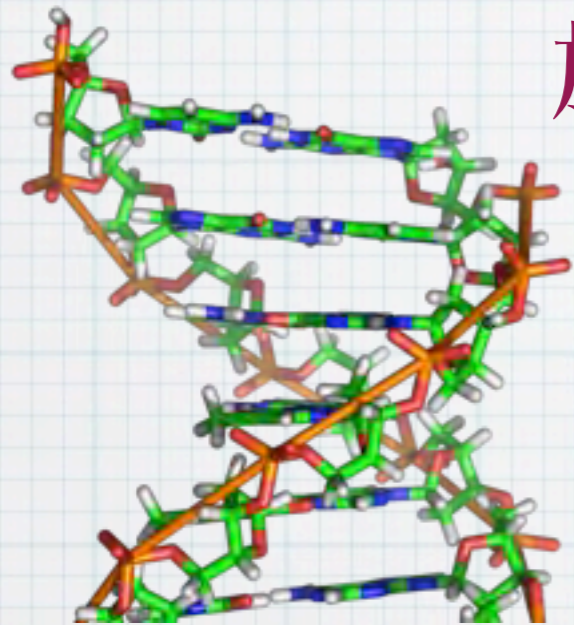




# 放射線が体に影響を与える仕組み

**個々の放射線のエネルギーは高い！**

**DNA = 細胞内にある生命の「設計図」**  
遺伝情報だけでなく日々の生命活動に必要な情報



放射線によって DNA が切断

傷ついた DNA は自動的に修復

修復しきれない場合は細胞死

大量の細胞死は個体への  
短期的なダメージ

DNA が修復できず、細胞死も  
しないと、将来のガンの「種」



# 被ばくでガンはどれだけ増えるか？

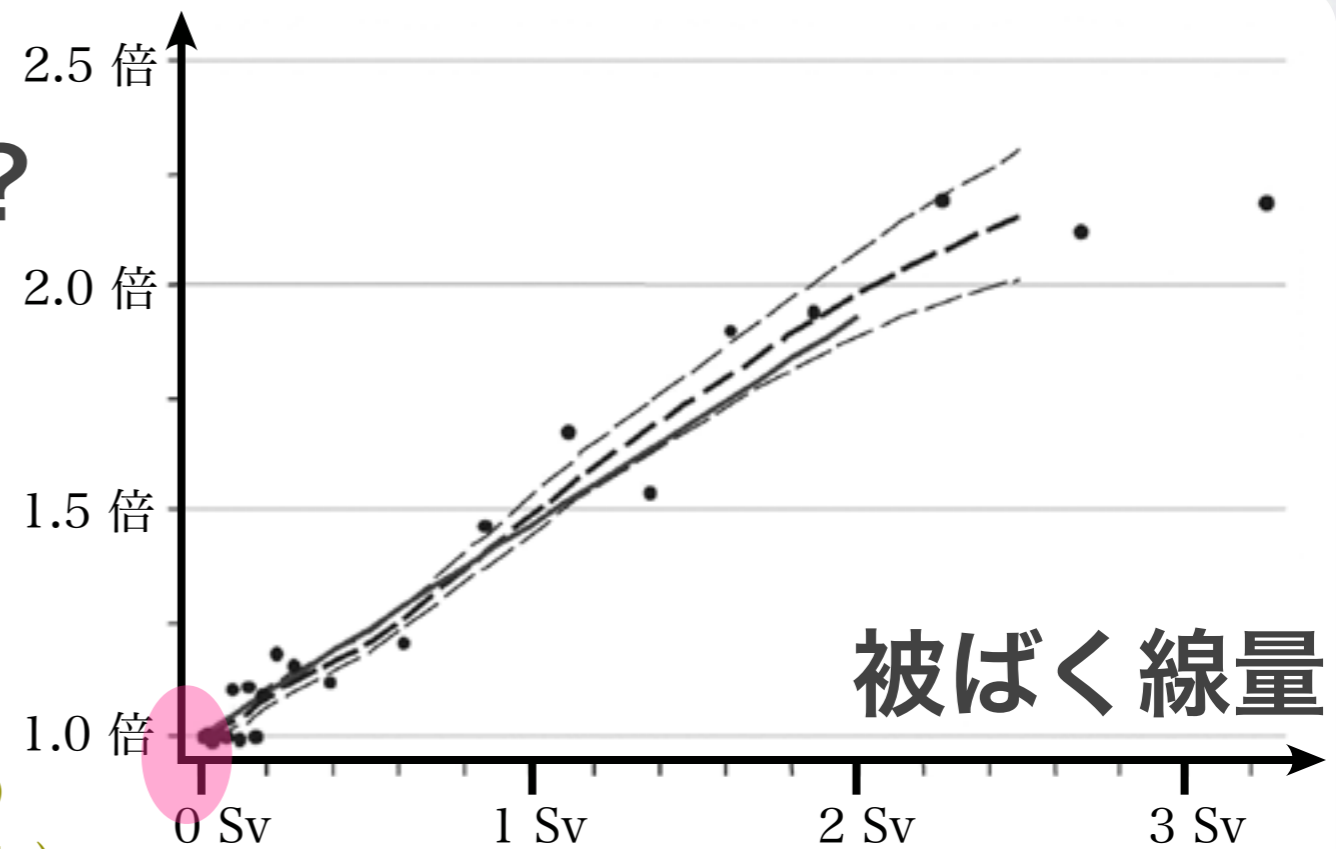
理論や動物実験だけから結論を出すことは（まだ）できない  
実際に被ばくした人の健康状態についてのデータが必要

被ばくによって生涯でガンにかかる割合が何倍になったか？

LSS：広島・長崎 12 万人の被爆者の追跡調査（ただし、原爆投下から 5 年後に開始）

放射線影響研究所

「原爆被爆者における固形ガンリスク」より  
横軸は正確には「重み付けした結腸線量 (Gy)」



ガンにかかる割合の「上乘せ」は被ばく量にほぼ比例

100 mSv = 0.1 Sv 以下の「低線量被ばく」の影響があるかどうかは（この調査では）よくわからない

(10 mSv 程度の被ばくでの影響の報告もある)



# ガンリスクについての「公式の考え」

ICRP

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

Home News Consultations Publications Downloads ICRP Symposia ICRP Activities

広島・長崎の調査を中心に、他の疫学調査、動物実験、生物学的考察などを参照

緩慢な被ばくの場合の影響は急性被ばくの影響のおおよそ半分 (DDREF = 線量・線量率効果係数 = 2)

## ICRP（国際放射線防護委員会）の考え方

1 Sv の緩慢な被ばくで、生涯のあいだにガンで死亡する確率（リスク）が 5% だけ上乗せ

「上乗せ」は被ばく量に比例

「人はもっと弱い」という批判も、  
「人はもっと強い」という批判もある



# ガンリスクについての「公式の考え」

## ICRP（国際放射線防護委員会）の考え方

1 Sv の緩慢な被ばくで、生涯のあいだにガンで死亡する確率（リスク）が 5% だけ上乗せ

「上乗せ」は被ばく量に比例

仮定：被ばくがないときの生涯ガン死亡率 25 %

1 Sv	$25 + 5 = 30 \%$
500 mSv	$25 + 2.5 = 27.5 \%$
100 mSv	$25 + 0.5 = 25.5 \%$

この値も不確定

ほぼ検出不可能な増加

## 被ばくのリスクについて考えるための「目安」



# 「 $25+0.5 = 25.5\%$ 」についてどう考えるか？



抽選機をまわし玉を一つだけ出す

(不謹慎に見えるかもしれないけれど、これは確率的な考え方についての「たとえ」です)

赤：ガンで死亡 白：それ以外の原因で死亡

玉を元に戻して、次の人が抽選  
(ばば抜きとは違う)

抽選機の玉は全部で 200 個

被ばく前 白玉 150 個、赤玉 50 個

被ばく後 白玉 149 個、赤玉 51 個

典型的な二つの立場 (どちらが正しいということはない)

赤玉が増えた影響はほとんどわからない

それでも赤玉を引く確率は上がった

誰が「余分な赤玉」を引いたかはわからない、人数が少な  
ければ、誰も引かないということもありうる

赤玉が増えた (かもしれない) というだけで十分に不快だ  
あなたの引いた赤玉はほぼ確実に「もとの赤玉」だろう

「余分な赤玉」だという可能性もある



# 内部被ばくについて の考え方



# 内部被ばくの実効線量

内部被ばく（体内に入った放射性物質による被ばく）の複雑な体への影響を、シーベルトに換算し、**実効線量**という一つの量で表わす（そして、外部被ばくの実効線量と合計）

**例**

10万 Bq のセシウム 137  
(経口摂取) による内部被ばく

≡

1.3 mSv の  
外部被ばく

健康影響

様々な核種についての実効線量係数の表 (ICRP publ. 72) より

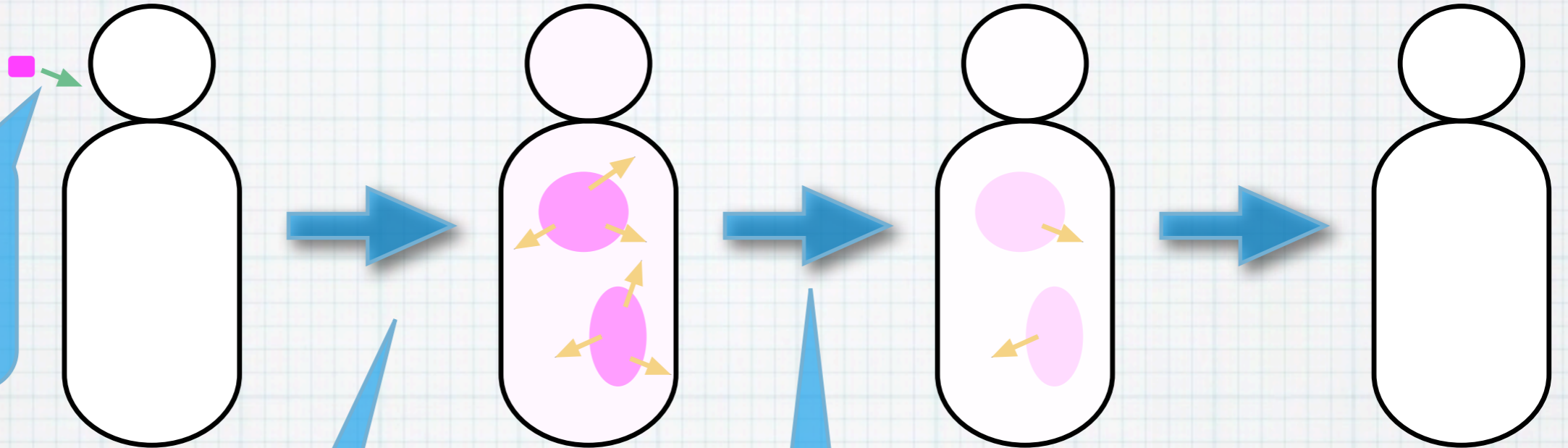
年齢	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
<b>Cs 134</b>	2.6E-08	1.6E-08	1.3E-08	1.4E-08	1.9E-08	1.9E-08
<b>Cs 137</b>	2.1E-08	1.2E-08	9.6E-09	1.0E-08	1.3E-08	1.3E-08

1 Bq の経口摂取に対する実効線量 (Sv)



# 実効線量の求め方

ある量の放射性物質を摂取



放射性物質は体内でどう動きどう分布するか（動態モデル）

放射性物質は、なくなる（排出、崩壊）までにどれだけの影響を体を与えるか（放射線の種類、組織の敏感さを考慮）

**実効線量**

外部被ばくの影響の見積もりより不確かだが、「目安」として有用  
ガンの危険の見積もりの信頼性は、物質によって異なる（セシウムはかなり信頼できる）



子供の被ばく



# 子供の被ばくは別格に考える

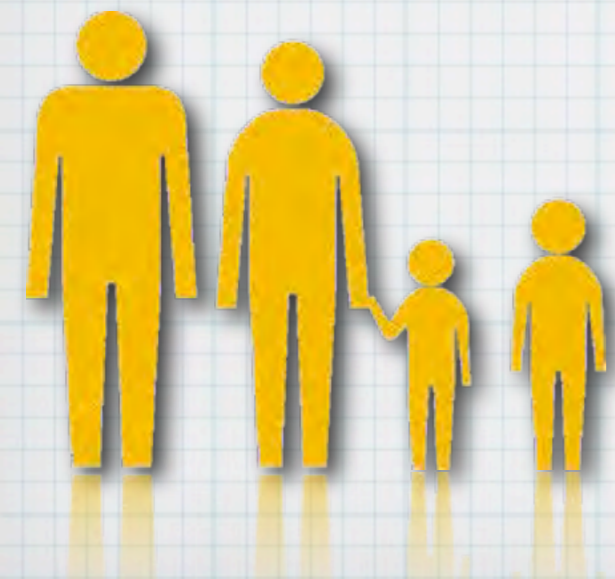
若い頃に健康を害するほうが人生全体へのダメージが大きい

仮に DNA への損傷が同程度だったとしても、若い頃に被ばくしたほうが実際に健康を害する可能性が高い

残りの人生が長い！

若い頃に被ばくしたほうが DNA の損傷は大きい

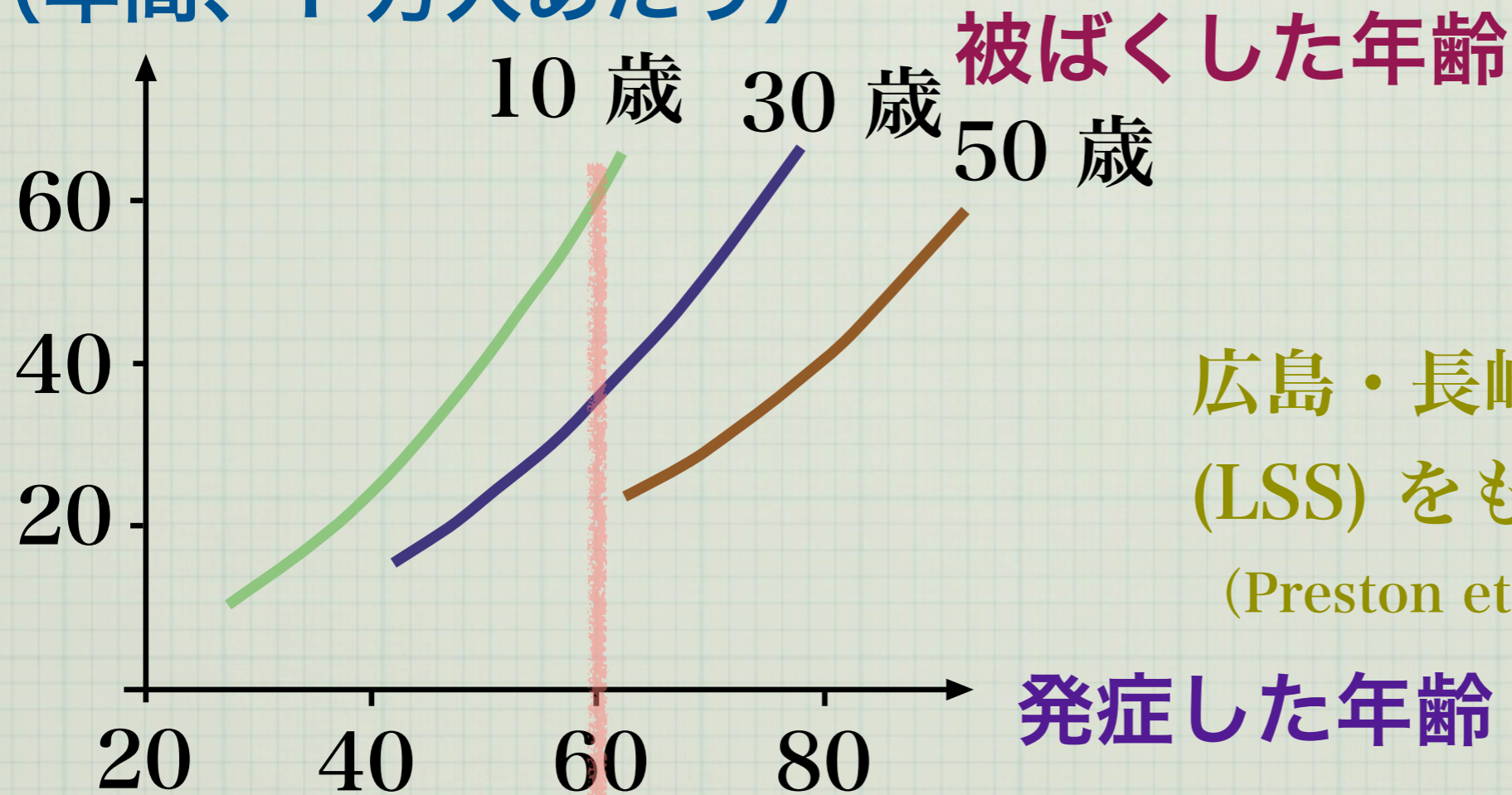
細胞分裂の頻度が高い！





# 被ばく時の年齢と発ガン

1 Sv の被ばくによる余分なガン患者数  
(年間、1 万人あたり)



広島・長崎での被爆者の調査  
(LSS) をもとにしたモデル  
(Preston et al. 2007 より)

年月が経っても被ばくの影響は消えない

同じ 60 歳でも、10 歳で被ばくした人の余分な発ガンが多い (50 歳で被ばくした人の約 3 倍)



# 被ばくの基準



# 通常はどれくらい被ばくするか？

原子力とは関係なく、人は日頃から放射線を被ばくしている

地面・宇宙からの放射線

ラドンの吸入、カリウムの摂取…

世界平均は 1 年間に約 2.4 mSv

地域によって被ばく量はかなり違う  
年間 10 mSv 近い高線量地域も

日本平均は年間約 1.4 mSv

1 年間に 1 mSv は「自然な状態での被ばく量のばらつきの程度」

被ばく量の一つの目安になる



# ICRP（国際放射線防護委員会）の勧告

事実上の国際標準 日本でも法令の根拠となる

**平常時** 一般人の被ばくは年間 1 mSv 以内

（自然被ばく、医療被ばくを除く）

**緊急事態**（緊急被ばく状況）

年間あるいは一過的に 20～100 mSv

**事故の後の日常**（現存被ばく状況）

年間 1～20 mSv の「目標」（参照レベル）を設け、個人の被ばくをそこまで下げるよう努力  
人々の被ばく状況を把握しつつ、参照レベルを  
年間 1 mSv に近づけていく

ICRP は、参照レベル等は、上から押しつけるのではなく、住んでいる人たちにきちんと説明し納得してもらって決めるようにと言っている！！