

市民公開講座 「低線量被ばくのリスクをどう考えるか？」

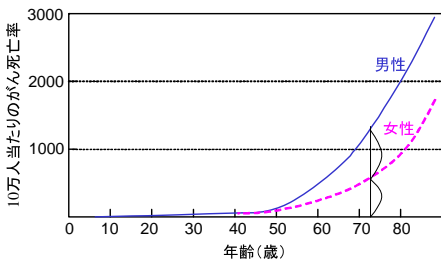
中村 典

- 放射線に被ばくするとがんになる確率が高くなる(リスクが高くなる)。
- 被ばくしたときの年齢が若い方がリスクは大きい。
- 被爆者の平均では、1グレイ(1シーベルト)でがんのリスクが1.5倍になる。



では少量の放射線に被ばくした場合の影響はどう考えればよいのだろうか？

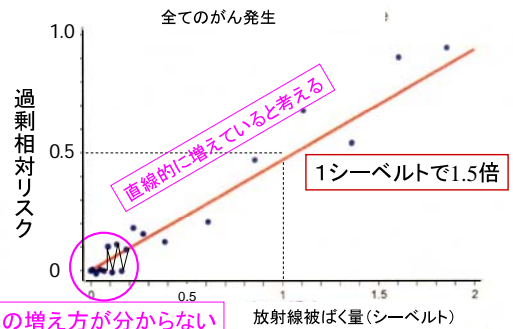
相対リスクとは？



男女間の相対リスク=男性が女性の2倍高い(過剰相対リスクは1)

原爆被爆者のがん発生相対リスク

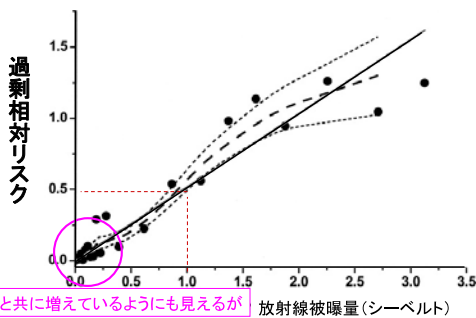
30歳で被爆した人が70歳に到達した時のリスク(男女平均)



Preston et al, Radiat Res 168, 1 (2007)

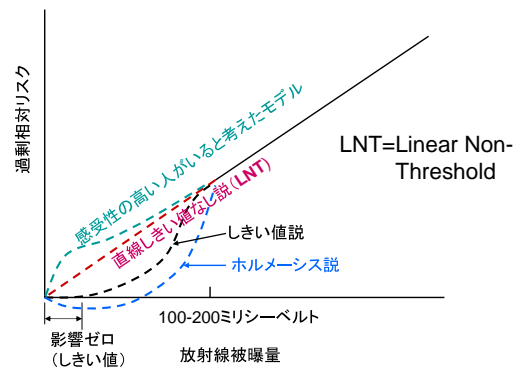
被爆者のがん死亡相対リスク

30歳で被爆し70歳になったときのリスク(男女平均)。1シーベルトの相対リスクは、がん発生でもがん死亡でも1.5倍。



Preston et al, Radiat Res 160, 381 (2003)

低線量リスクに関するいろいろな学説



なぜこんなことで議論があるのか？

- レントゲン博士がX線を発見して間もなく、放射線被ばくは健康によくないことが分かった(皮膚に潰瘍ができた人は多い)。
- 仕事上どうしても放射線を使うため、被ばくが避けられない人(原発作業員、放射線科の医師や技師、工場の非破壊検査作業員など)には、被ばくの許容レベルが必要だった。
- 会社(使用者側)は、社員に多めの被ばくを認めてもらいたいと思っている可能性がある(被ばくを減らすための施設改善にはお金がかかる)。だから、公的な機関の勧告は労働者にとって助けになる。
- 国際放射線防護委員会(ICRP)は、何年かごとに勧告を発表している。古くは1928年から。

恐らく「直線しきい値なしモデル」(LNT)が妥当

なぜか？

- ①突然変異は被ばく量に対して直線的に増える。
- ②がんは遺伝子の突然変異が蓄積して起こる病気である。
- ③放射線量が3ミリシーベルト以下になると、被ばくしない細胞の割合が増える(素線量の考え)。被ばくした細胞は3ミリシーベルト以下にはならない。

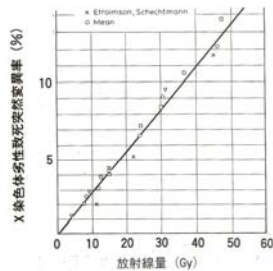
以下順に説明しましょう。

①突然変異誘発は直線的

9

1927年 マラー博士はX線により初めてショウジョウバエに人工的に突然変異を作った。

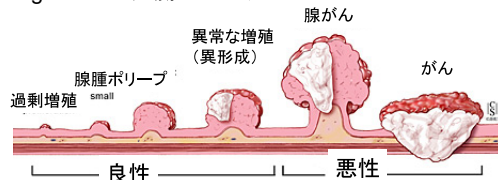
突然変異頻度は、見事に放射線量に直線比例している。



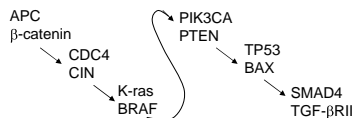
②がんは突然変異が蓄積して起こる

10

• Vogelsteinの大腸がんモデル

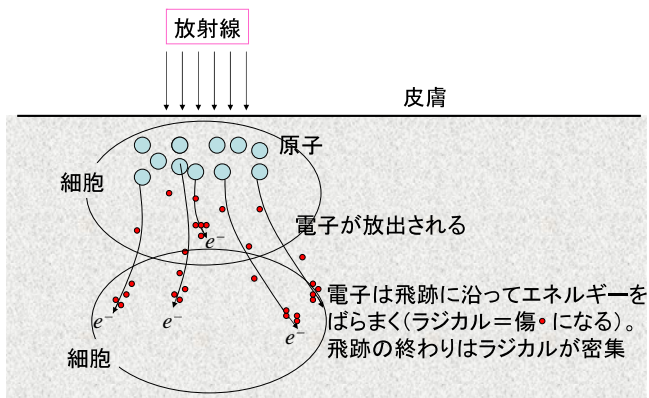


よく観察される遺伝子の突然変異

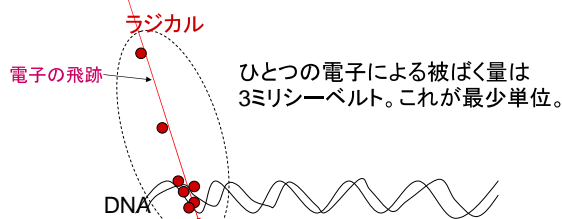


③放射線は少量でも突然変異を起こせる

11



電子の飛程の終わりは傷(ラジカル)が集中して出来やすい



もし放射線の被ばく量が1ミリシーベルトであったら、それは3個の細胞のうち2個には何も起こらず、1個だけに電子が突き抜けたということ。

LNT以外の仮説 ①しきい値仮説

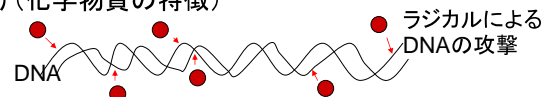
13

- ある線量以下なら全く影響がないレベルがあると考える。
- 根拠: そもそも酸素を利用して生きている生物にとって、活性酸素によるDNAの傷はいつでも起こっていること。だから細胞はDNAに生じる少しの傷には慣れていていると考える。
- 弱点: 酸素によるDNAの傷と、放射線による傷は違う。

酸素vs.放射線によるDNA傷害

14

• 酸素による傷害の大半はDNAの2本の鎖の一方だけ(化学物質の特徴)



- こうした1本鎖の傷害は、他方の鎖の正しい情報を基にして正しく修復できる。
- 他方、放射線(X線、ガンマ線)の場合は、電子は飛程の最後で集中して傷を作るため、2本鎖切断を生じる確率が高い



LNT以外の仮説 ②ホルメーシス仮説

15

- 少しの放射線はかえって健康によいと考える。
- 根拠: 生物に対して毒になる物質でも、微量であれば逆に良い作用をもたらす可能性があるところから生まれた。
- 国際線パイロットは「一般の人よりも宇宙線に多目に被ばくするのに寿命が長い」という説がインターネットで紹介されている。
- しかし実際の疫学データのほとんどは一般人と差がないというもの。
- もし信頼に足るデータがあったとしても、それは「健康な労働者の影響」の可能性もある。

福島原発の場合を考える

16

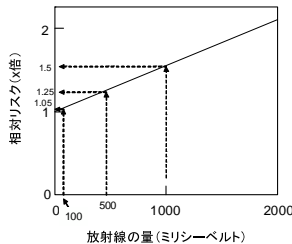
一般人の退避レベルは、年間20ミリシーベルトの被ばくの可能性がある地域ということになった。

	1000ミリSv	20ミリSv
細胞核内の電離	100,000コ	2,000コ
DNA分子の電離	2000コ	40コ
DNAの1本鎖切断	1000コ	20コ
塩基の損傷	950コ	19コ
DNAの2本鎖切断	40コ	0.8コ

- DNA2本鎖切断の一部が誤った修復により突然変異になる。
- しかし、正常細胞は一足飛びにがん細胞にはならないで、いくつかの段階を経て初めてがんになる(多段階)。
- 組織によってがん化に関わる遺伝子は異なる。
- 放射線は多段階ステップのひとつに貢献して発症を早めると考えて矛盾しない。

放射線に「魔法のがん化能力」があるわけではない。

- がんになるリスクは、1000ミリシーベルトで相対リスク1.5倍(30歳の被ばくの場合。男女平均)
- 従って、直線的な増加を想定するならば、20ミリシーベルトでは1.01倍ということになる。
- 1.01倍=「1%増加」とも言えるし、30%の人ががんになるところが30.3%になる=「0.3%の増加」とも言える。→**は間違いやすいので注意が必要。**



20ミリシーベルトでは分かりにくい

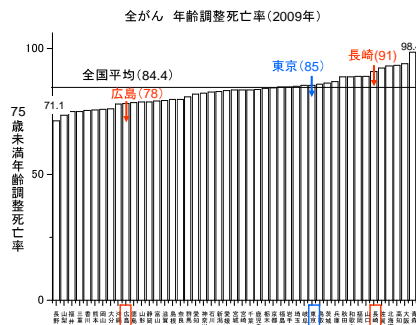
- 20ミリシーベルトの被曝がどういふものか実感できない。
- そこでがんリスクに換算したら、1.01倍の増加ということが分かった。
- しかし同じ問題：1.01倍の実感が無い。

何か例はないか？

- がん死亡率(75歳未満)について考えてみた。
- 全国平均は10万人につき毎年84人。
- しかし青森(98人)、大阪(94人)などは**10%くらい高い**。
- 反対に長野(71人)、熊本(76人)、大分(76人)などは低い。
- これらの違いの理由は分かっていない。
- 普通、生まれ育った県の違いを損得で考えて生活していない。
- 知らないことがまだ沢山あるということだろう。

ちょっと理不尽な気分

例えば都道府県別のがん死亡率



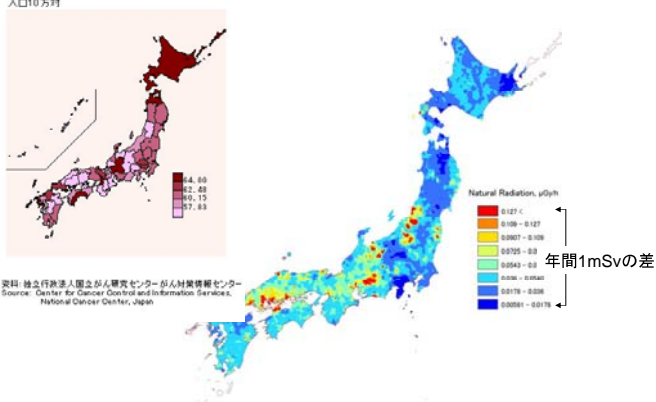
青森は長野より38%も高い。広島県と長崎県のがん死亡率は17%くらい違う。広島から東京に引越したら、1.09倍くらいになるのか？

「国立がん研究センターの「がん情報サービス」より

自然放射線レベルも全国均一ではない

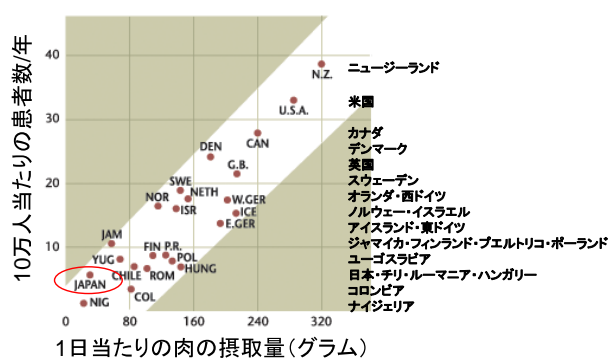
都道府県別の75歳未満年齢調整死亡率(女性)【全部位 2009年】

女性のがん死亡率(2009年)



×1.01倍のもうひとつの例

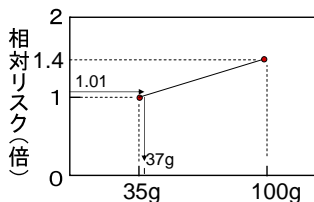
大腸がんリスクは肉の消費量と関係がある



日本人でも食肉量が多いと結腸がんリスクが増す

がんセンター発表(2011/11/28 時事ドットコム)

- 肉類を多く食べる人(毎日100g)は、少量摂取(35g未満)の人と比較して、大腸がんの発症リスクが約40%増加する。



1日あたりの摂取量35gが37gになると、1.01倍のリスク増加という感じ。

直線反応を想定すると20ミリシーベルトでは

被ばく時年齢	性別	生涯過剰リスク(%)	被ばくがない場合の生涯リスク(%)
10歳(0-20歳)	男性	0.4%	30%
	女性	0.4%	20%
30歳(20-40歳)	男性	0.2%	25%
	女性	0.2%	19%
50歳(40-60歳)	男性	0.06%	20%
	女性	0.08%	16%

子どもの20ミリシーベルト被ばくは一生で1.01~1.02倍の過剰がん死亡を生じる可能性がある(しかし確定していない)。30歳の被ばくと比べて平均2倍。他方50歳の被ばくの場合は30歳の被ばくの場合の半分くらい。影響が出るまでには20年以上かかる...

- 原爆被爆者寿命調査の12万人についての線量別の調査人数は、50ミリシーベルト未満が9万人位。
- 低線量の影響を調べるためには、被ばくした人だけでなく比較対照となるべき人も多数確保しないといけない。
- しかしそのために、地域を拡大すると、がんの発生率が異なる集団を扱わないといけないことになる可能性が出てくる。

- 発がんリスクの減少の度合いについては諸説。
1/2説(国際放射線防護委員会)
1/1.5説(米国の評価委員会)
1/1説(ドイツの評価委員会 ただしわざ)
- これらの数値は放射線被ばくを管理する場合の数値なので、1が最も安全側(急性被ばくも慢性被ばくも同じ影響と見なす=ただし科学的に正しいかどうかは別)。
- インドや中国、ブラジルでは自然放射線レベルが高い地域がある。しかし住民にがんが増えているという証拠はない。
- インドのケララ地方の調査: 累積線量が500ミリシーベルト以上は600人x10年でしかないので、結論はまだまだ。原爆被爆者では200-500ミリシーベルトは6300人x60年。桁が違うので同列には論じられない。統計を勉強しないと騙されてしまう。

内部被ばくはすごく恐いか？

- そのようなことはない。
- あくまで細胞が受けた放射線の量が問題。
- 外部被ばく(放射線)と内部被ばく(放射線+原子変換)の差はある: 137Csは原子核崩壊してバリウムに変わる。
- そのバリウムの毒性レベルは、心配の必要がないほど低い。例えばセシウム汚染牛肉(最大4350ベクレル/kg)200gを一週間食べた場合、合計約6,000ベクレルの摂取になる。これはセシウム 2×10^{-6} mgに相当する。
- 他方バリウムの毒性は一人当たり10mg以上である。だから全てのセシウム原子が一度に崩壊してバリウムになったとしても、毒性が出るレベルとは100万倍の違いがある。
- 内部被ばくをそこまで気にするなら、誰でも持っているカリウムの天然同位体による4000Bq(14mg)も心配しますか？
- しかし内部被ばくの危険性を危惧する声は絶えない。

インターネットの弊害

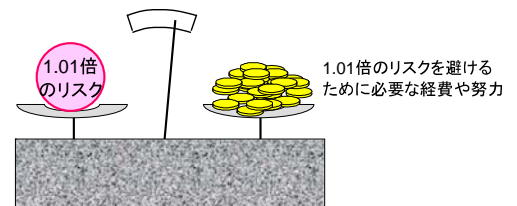
- K議員は国会で、「体内の毎時0.2マイクロシーベルトの被曝は、100ミリシーベルトの被曝と同じです」と発言した。
- さらにG週刊誌はこの誤った内容の記事を掲載し煽った。
- その結果、インターネットは一時「内部被ばくは100万倍恐い」というブログであふれていた。
- しかしこれは本人の早とちりで、原文は、「もし被ばく後13日目にNaIのシンチレーションサーベイメーターで甲状腺を外部から測定して毎時1マイクロシーベルトと出た場合に、それまでの12日間に、合計22,000Bqの内部被ばく(108ミリシーベルト)をしたと推定される。」というものであった。
- これは間違いだというブログもあったが、それはかなりページをめくって捜さないといけなかった。

100ミリシーベルト以下は被ばくしても心配ないか

- 「影響がはっきり分からない」からと言って、「影響がない」とか、「被ばくしても問題ない」ということにはならない。
- 恐らく、心配がある(安全でない)か、心配ないか(安全である)という質問自体がよくない。
- 日本語の「心配ない」には異なるニュアンスが含まれる。(ex. 道路に出ると交通事故のリスクが増えるが、普段は心配していない。ただし家にいれば事故の心配はゼロ)
- 「ちょっとだけリスクが増える可能性がある」というのが正しい認識だと思う。
- 100ミリシーベルト以下でも影響があるという報告もあるが急性被ばくの場合だ。

低線量リスクとどう向き合うか

もしリスク回避に経費を伴わない場合＝当然回避すべき。
 “ 多大な苦勞を伴う場合＝正しい情報を収集して各自で判断する。
 しかし肝心の情報が十分とは思われないので、専門家の意見を聞くしかない。遠慮はいりません。



遺伝への影響について一言

- 原爆被爆者の子どもについて様々な調査が行なわれてきたが、親の被ばくの影響を示唆するような結果は得られていない(奇形、死産、早期死亡、染色体異常、がん発生などを調査)。
- また、小児がん患者の子どもでも、放射線被ばくによる遺伝的影響は観察されていない(ウィルムス腫瘍では分割で30,000ミリシーベルトもの被ばくをする)。
- 30,000ミリシーベルトは20ミリシーベルトの1500倍！
- だから、福島で20ミリシーベルト被ばくした人の子どもに影響を生じるとはどうい考えられない。
- そもそも哺乳動物の卵子は出生後は分裂しない。20歳で妊娠した場合と30歳で妊娠した場合は、10年分の自然放射線(20ミリシーベルト)の違いがある。しかし30歳の妊娠を誰も心配してはいない。

最後に

「科学的根拠に基づいた安全基準を信じない限り、不安は続いてしまう。」

粉ミルクにセシウム137が検出された記事に関して
 唐木英明・東大名誉教授のコメント(12月7日中国新聞)

科学者は、科学に基づいた事実を発信し続けなくてはならない。しかしマスコミの取り上げ方には問題があるので、一般の方には何が正しいのかを見極めるのは難しいかも知れない。その際は、専門家に直接意見を聞くしかない。科学者にはそうした質問に答える社会的責任があると思うので遠慮はいりません。