

あなたは何シーベルトまで耐えられるか

2014年9月7日～9日 法哲学ゼミ

亀井・篠原・庄司

I、放射線と健康への影響

1、放射線に関する前提知識 《放射能とは？》

原子力基本法 第3条第5号 資料①

●放射線と放射能

・放射線：不安定な原子が安定な原子に変わる際に放出する粒子線や電磁波

・放射性物質：放射線を出す物質

今回の原発事故で放出された主な放射性物質

⇒ヨウ素・セシウム 131・セシウム 134・セシウム 137

・放射能：放射性物質が放射線を出す能力

・電磁波：波長の長さにより区別されているが、境界は曖昧である

●放射線の種類（空気中や人体中の通りやすさである透過力が異なる）

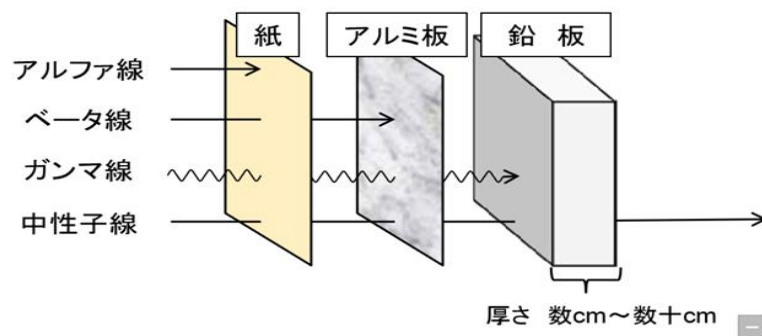
・アルファ線

・ベータ線

・ガンマ線

・エックス線

・中性



・電離放射線：電子などに対して電離作用を及ぼしうる放射線 ⇔ 非電離放射線

⇒人間の身体をすり抜けて通るときに、人体に一定の影響を及ぼす

電離（原子から電子を弾き飛ばす）、励起（電子を外側の軌道に移す）

この作用によってDNAが損傷を受ける（標的効果）、

弾き飛ばされた電子が体内の水や酸素分子と反応し「活性酸素」が生まれる

- ・ **活性酸素**：日常の活動（呼吸、食事、運動、思考）で常に発生している
老化や、細胞の変異のコピーを通じて「がん」発生をもたらす可能性が
ある

※放射線が有効に利用される例もある

(X線撮影、CTスキャン、放射線治療、医療器具の殺菌…)

●外部被爆と内部被爆

- ・ **外部被爆**：放射性物質が体の外にあり、体外から放射線を受けること。
外部被ばく線量は、地域の空間線量率、被ばくした時間、人と放射線源との距離、遮蔽物の有無などによって決まる。
- ・ **内部被爆**：放射性物質が体の中に入り、体の中から放射線を受けること。
内部被ばく線量は、吸気中や摂取した水・食品の放射性物質の種類や量、接種経路、物理的半減期や代謝等による減少の程度などによって決まる

●放射性物質の半減期

- ・ 物理学的半減期：ある放射性物質の原子核が、放射線を放出して別の原子核に変化し、元の放射性物質が半分に減るまでの時間のこと
- ・ 生物学的半減期：体内に取り込まれた放射性物質が、代謝などにより体外に排出され、半分に減るまでの時間のこと

●放射線の単位

- ・ **ベクレル (Bq)**：物質中の放射性物質がもつ放射能の強さを表す単位
毎秒1個の放射線を出す能力
- ・ **グレイ (Gy)**：物体や人体の組織が受けた放射線の強さ、吸収した放射線量を表す単位

同じグレイでも、生体に与える影響は放射線の種類で異なる

…放射線の種類ごとの**放射線荷重係数**を掛ける事で補正

同じグレイでも、生体に与える影響は生体のどの組織が吸収したかによって異なる

…生体の組織ごとの**組織荷重係数**を掛ける事で補正

- ・ **シーベルト (Sv)**：人が受けた放射線の人体への影響を表す単位

* 1Sv=1000mSv(ミリシーベルト)=1,000,000 μ Sv(マイクロシーベルト)

シーベルト (Sv) = グレイ (Gy) × 放射線加重係数 × 組織荷重係数

a) 等価線量：「Gy × 放射線加重係数」で求める。

等価線量は、多量の放射線を一時に浴びた場合の**確定的影響**を評価するために用いる。

b) 実効線量：「等価線量 × 臓器別（生殖腺，骨髄，胃や腸，肺，皮膚などの）組織荷重係数」を全身にわたって合計した値。

低レベル放射線に被曝した場合の**確率的影響**（ガンなどの晩発性障害）を評価するために用いる。

・外部被爆量の求め方

外部被爆量＝実効線量＝ 空間線量 × 滞在時間 × 遮蔽などの補正係数

空間線量：対象とする空間の単位時間当たりの放射線量

・内部被爆量の求め方

内部被爆量＝実効線量＝ ベクレル単位の日摂取量 × 日数 × 実行線量係数

預託実効線量：放射性物質摂取後、50年間(成人※小児では70歳まで)に

受ける量を「摂取時に受けた」と想定した放射線量のこと 資料②

※線量測定の不確実性

グレイ…理想的な状況を設定し、物質の状態についてのいくつかの条件を仮定した上で
求められる。よって「測定器で測れる実測値では無い」

シーベルト…「ベクレル」「グレイ」という客観量に対して、係数を掛け合せて求める。

この係数は科学的知見に基づいて改訂可能性を含んでいる。

つまりシーベルトに換算すると値が変わる、という現象が起きる。

●**確定的影響と確率的影響** 資料③

※**しきい値**：それ以下の線量なら、影響の出ない線量の上限值

・**確定的影響**（しきい値あり）

短時間に一定以上の量の放射線を受けた場合に症状が現れ、放射線量が高いほど症状が重くなるような健康影響。被ばく後、比較的短時間で影響が現れる。

およそ平均1グレイ（ガンマ線だと1シーベルト）である

Ex) 骨髄障害による造血機能低下や免疫機能低下、白内障、脱毛など

- ・確率的影響（しきい値なし）

いくら線量を減らしても、線量をゼロにしない限り発症の確率はゼロにならない。低い放射線量でも、線量の増加に応じて発生確率が増加するとされている。被ばく後、数年以上を経て影響が現れる。（しきい値がないと仮定）

Ex) 固形がん（血液系以外のがん）、白血病、遺伝病

※今回の原発事故のように、低線量被曝では「確率的影響」が問題になる。

●人工放射線と自然放射線

- ・人工放射線：

- ・自然放射線： 資料④

※つまり事故による放射線の被曝は、0 から始まるのではなく、すでに被曝があるところに足されるということである

●自然及び人工放射線源から受ける一人当たり年間線量

- ・世界平均 2.4 ミリシーベルト
- ・日本平均 1.5 ミリシーベルト

●線量率効果

全体の線量は同じでも、短時間で一度に被曝した場合と、長期にわたって低線量ずつ被曝した場合とで、後者の場合の方が被曝の影響は小さい。

この線量率の違いを補正する線量・線量率効果係数（DDREF）を ICRP 勧告では採用している。

●被曝の分類

- ・職業被曝

仕事の結果、作業者が被るすべての放射線被ばく。雇用主及び許可事業者は作業者の放射線防護に責任を持つ。

- ・患者の医療被曝

診断、IVR、治療により受ける個人被ばく。

- ・公衆被曝

職業被ばく、患者の医療被ばく以外の全ての被ばくであり、妊娠している作業者と胎児の被ばくも含む。

2、「がん」と放射線

●「がん」とは

資料⑤ 「誰でも分かる『がん発生のメカニズム』」

●「がん」と放射線

・放射線とがん発生のメカニズム

- ①放射線と反応した水から出た活性酸素が、がん細胞を発生させる。
- ②放射線が DNA を攻撃し、突然変異のがん細胞を発生させる。
- ③細胞自らが発生させる活性酸素により DNA が老化し、がん細胞を発生させる。
ここに放射線が当たると活性酸素発生に拍車がかかる。
※このうちの” どれか” ではなく複合的に起りうる。

※DNA を傷つける原因は、放射線以外にも日常に存在する。

EX)食物中の発がん物質、タバコや環境中の化学物質、活性酸素…

また細胞が分裂して増える過程においても DNA の損傷が起きる。

※DNA 損傷の量や質、さらには個人の資質（生活習慣・年齢）や遺伝など、多くの要因が複合的に急性影響や発がんと関係している

⇒ 放射線被曝 ≠ がん死

放射線被曝が必ずしもがん死に結び付くわけではない

放射線被曝が原因で、がんが発生したのか、因果関係が明確ではない

放射線の被ばく線量と健康被害 資料⑥

II、放射線と法 ～低線量被爆～

今回問題になっているのは「低線量被爆」

…「公衆被爆に関して法令基準の年間1ミリシーベルトを超えているが、発がん・がん死のリスクがどれくらいあるかが明確に確証しにくい被爆」¹

1、放射線に関する法令・基準等

●原子力基本法

●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

●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施行規則

●設計認証等に関する技術上の基準に係る細目を定める告示

第1条（外部被ばくに係る線量限度）

「文部科学大臣が定める線量限度は、実効線量が一年間につき一ミリシーベルトとする」

●寿命調査（LSS）研究（広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査）の結果

・実行線量 100～200 ミリシーベルト程度以上の範囲で、固形がんによる死亡で表現された過剰相対リスクと線量との間に直線関係（比例）が認められた。

・125 ミリシーベルト以下の被爆量では、相対リスクが被爆線量に比例して増加するという直線関係は、統計的に認められなかった。

※国際的な合意では、放射線による発がんのリスクは、100 ミリシーベルト以下の被ばく線量では、他の要因による発がんの影響によって隠れてしまうほど小さいため、放射線による発がんリスクの明らかな増加を証明することは難しいとされる。

●国際放射線防護委員会（ICRP）による 2007 年勧告

・確定的影響の誘発（有害な組織反応）

吸収線量が約 100 ミリグレイの線量域まででは臨床的に意味のある機能障害を示すとは判断されない

・確率的影響の誘発（がんのリスク）

LNT（直線しきい値なしモデル）を維持 資料⑦

¹ 一ノ瀬正樹（2013）『放射能問題に立ち向かう哲学』P,29

…どんなに低線量の被爆でも放射線量に比例したリスクがある、と考える仮説。

低線量の被ばくにどの程度のリスクが伴うのか科学的な不確かさがあるため、放射線防護の観点から不必要な被ばくを避けるための公衆衛生上の慎重な判断

DDREF（線量・線量率効果係数）は 2 を維持

…高線量率で短時間に照射したときに得られる生物効果に比べて、線量率を下げても時間をかけて照射すると生物効果は減弱する。この違いを補正する係数。

・放射線被ばくの評価

実効線量については、直接的な測定ではなく、環境測定、人の生活習慣データ、モデル化により決定

・公衆被ばくの線量限度

実効線量年間 1 ミリシーベルト（特別な状況のみ 1 ミリシーベルトを超えることも許容されるが、5年平均で 1 ミリシーベルトを超えない）

・緊急時被爆状況における放射線某度の基準

緊急事態期：年間 **20～100** ミリシーベルト

事故収束後の復旧期：年間 **1～20** ミリシーベルト

平常時：年間 1 ミリシーベルト

※ALARA（合理的に達成できる範囲で、できる限り低く）の原則

放射線被曝によって生じる害とそれを避けられないことによる利益（医療を受ける、避難せずに済みます…）を比べて、上手に利害のバランスをとりながら被曝量をできる限り低くしていく、という考え方

2、事故後の日本政府の対応

●避難区域 資料⑧・⑨

日本も ICRP の 勧告を踏まえ今回の福島第一原発事故における対応を実施。

年間 20mSv～100mSv のうち最も厳しい値に相当する年間 **20mSv** を避難指示の基準として採用した。（2011年4月22日 警戒区域等の設定）

その後原子力発電所からの放射性物質の放出が制御された状況になったことから、全区域において放射性物質による被曝が年間 20mSv 以下となることが確実であることが確認された地域について、「避難指示解除準備区域」に設定することとした。（2014年5月28日 警戒区域の解消）

●食品の規制

原子力安全委員会による「飲食物摂取制限に関する指標」 資料⑩

2012年4月1日から、セシウムについては新基準を導入。

Ⅲ、原発事故と放射線による影響の現状

1、放射線による影響

●空間線量率の経年変化 資料⑪

モニタリングの測定結果を2011年11月と2013年9月で比較したところ、測定地域により違いはあるものの、半径80km圏内の空間線量率が平均して約43%減少していることが確認された。

・福島市

震災前 : $0.04\mu\text{Sv/時} \times 24\text{時間} \times 365\text{日} = 350.4\mu\text{Sv/年} = 0.35\text{mSv/年}$

2011年4月1日 : $2.74\mu\text{Sv/時} \times 24\text{時間} \times 365\text{日} = 350.4\mu\text{Sv/年} = 24.00\text{mSv/年}$

2013年9月1日 : $0.33\mu\text{Sv/時} \times 24\text{時間} \times 365\text{日} = 350.4\mu\text{Sv/年} = 2.89\text{mSv/年}$

●外部被曝

・福島県 県民健康管理調査 資料⑫

事故後4ヶ月間の外部被ばく実効線量の推計値は、2013年12月31日までに推計が終了した約51万5千人のうち、94.9%の方が2ミリシーベルト未満、99.8%の方が5ミリシーベルト未満、99.97%の方が10ミリシーベルト未満（最高値は25ミリシーベルト）という結果だった。こうした結果から、福島県「県民健康管理調査」検討委員会では、放射線による健康影響があるとは考えにくいと評価している。

・朝日新聞デジタル 2012年2月20日²

外部被曝、住民最高23ミリシーベルト 福島1万人推計

「内閣府の有識者会議「低線量被ばくのリスク管理に関するワーキンググループ」は2011年12月、年20ミリシーベルトの被曝は喫煙など他の発がん要因と比べて「低リスク」とする報告書をまとめた。」

●内部被曝

①水道水と食物からの内部被ばく

・ホールディングカウンター（WBC）による計測結果 資料⑬

2011年6月から、福島県により南相馬市総合病院でWBC検査が始まった。

² <http://www.asahi.com/special/10005/TKY201202200195.html>

2011年6月から2012年1月までの15408人の調査では、預託実効線量が1mSv未満の人が99.8%以上で、1～1.5mSv未満の人が13人、1.5～2.5mSv未満が10人、2.5～3.5mSv未満が2人であった。

・厚生労働省によるマーケットバスケット調査 資料⑭

平成23年の9月と11月に東京都、宮城県、福島県で実際に流通している食品を調査し、推計したところ、今後の食品からの放射性セシウムによる被ばく線量は、年間に換算し0.002～0.02ミリシーベルト程度であった。

・厚生労働省による陰善調査 資料⑮

②大気中放射性物質の吸入による内部被ばく

・原子力災害対策本部 SPEEDIによる調査 資料⑯

2011年3月24日から30日にかけて、いわき市、川俣町、飯舘村において、小児を対象に甲状腺の簡易測定を行ったところ、調査対象となった1080人が原子力安全委員会がスクリーニングレベルとしている0.2μSv/時(1歳児の甲状腺等価線量100mSv)を下回っていた。

・福島県 県民健康管理調査 資料⑰

東京電力福島第一原発周辺地域の子どもたちの甲状腺被ばく線量は総じて少ないこと、放射線被ばく後の小児甲状腺がんの潜伏期間は最短でも4～5年とされていることなどから考えて、「事故後2年での現在の症例は、東京電力福島第一原発事故の影響によるとは考えにくい」とされている。

・朝日新聞デジタル 2011年11月15日³

福島原発周辺住民、内部被曝量は限度以下 京大など調査

「東京電力福島第一原発周辺の住民が食事や呼吸で放射性セシウムを体内に取り込んだ結果、被曝（ひばく）量がどれくらいになるかを京都大などのグループが調べ、14日発表した。最大に見積もって計0.16ミリシーベルトで一般市民の年間線量限度1ミリシーベルトを下回った。」

※放射線による死者数：???

現状では報告されていないため0人であると推定される（原発作業員に関しては除く）。そもそも低線量の被曝では放射線が死因なのか因果関係が不明なため、証明が難しい。一方、被曝してから発がんまでには長期間を要する。したがって、100ミリシーベルト以下

³ <http://www.asahi.com/special/10005/OSK201111140130.html>

の被爆であっても、微量で持続的な被爆がある場合、より長期間が経過した状況で発がんリスクが明らかになる可能性がある。

2、放射線を避けることによる影響

●避難人口（平成 26 年 8 月 14 日現在 復興庁公表） 資料⑱

全国の避難者等の数：約 24 万 6 千人

福島県の避難者の数：約 7 万 9 千人

その内仮設住宅の居住者数：約 7 万 5 千人

福島県から県外に避難している数：約 4 万 7 千人

●避難区域からの避難者（2013 年 12 月 復興庁） 資料⑲

帰宅困難区域：24700 人

居住制限区域：23300 人

避難指示解除準備区域：32900 人

●自主避難人口（2013 年 3 月 25 日 東京新聞⁴）

福島市や郡山市から自主避難した人の数：約 2 万 8 千人

●災害関連死（平成 26 年 3 月 31 日現在 復興庁公表） 資料⑳

全国の災害関連死者数：3089 人

震災から 2 年以降の災害関連死死者数：71 人

●風評被害

●その他

避難したことによる失業・別居・コミュニティーの崩壊・過疎化・高齢化、避難所生活でのストレス・体調不良など

毎日新聞 2012 年 3 月 4 日

「原発事故で避難した原発周辺の特別養護老人ホームで、避難後死亡した入所者が前年同期（10 年 3 月 1 日～11 年 1 月 1 日）の死者の 2 倍近いことが福島県の調査で分かった。長時間移動による心身への負担や、受け入れ先での介護環境の急変が背景にあるとみられる。」

⁴ <http://www.tokyo-np.co.jp/article/tokuho/list/CK2013032502000133.html>

IV、放射線のリスクとその他のリスクの比較

1、放射線の発がんリスク

①一時被ばく

30歳で1シーベルト（1,000ミリシーベルトあるいは100万マイクロシーベルト）の放射線に被曝した場合、男女平均して70歳で固形がん（白血病以外の普通の意味でのがん全体を指します）により死亡する頻度が約1.5倍に増加する。このリスクは100-200ミリシーベルト以上では放射線の被曝線量に正比例しているが、それ以下ではどういう関係になっているかは分かっていない。もし、がんのリスクは被曝線量に比例的で「しきい値」（それ以上の被曝で影響があり、それ以下で影響がない境目の被曝線量）がないと考えるならば、100ミリシーベルトでは約1.05倍、10ミリシーベルトでは約1.005倍と予想されている。また、上記のようなデータを基礎として、放射線被曝によりその後の生涯においてがんで死亡するリスクを推定した結果では、30歳で約100ミリシーベルト被曝した場合、がんで死亡する生涯リスクは、放射線被曝がない場合の生涯リスク20%に対して、男女平均して21%になる（1%多くなる）と考えられている。

②慢性被ばく

原爆は一瞬の被曝であったのに対して、環境汚染などにより被曝する場合は長期間の慢性被曝である。慢性被曝の場合には、放射線の総量は同じでも急性被曝の場合より影響が少ない（1/2あるいは1/1.5）とされている。この考えに従うならば、約100ミリシーベルトの慢性被曝による生涯のがんリスクの増加分は0.5%-0.7%ということになる。

※公益財団法人放射線影響研究所における原爆被害者の調査

2、リスクの数値比較

放射線 100mSv の被ばく	全がん	1.005
飲酒	肝臓がん	5.7
軽度の飲酒	大腸がん	1.2
飲酒+喫煙	食道がん	8.1
タバコ	肺がん	3.7
過体重（BMI25-30）	全がん死	1

中等度肥満 (BMI35-40)	全がん死	1.2
携帯電話 (10年以上の使用)	全がん	1.2

3、放射線以外の因子による発がんリスク

①たばこ

a)たばこがんとがんの関連性

IARC (国際がん研究機関) ではヒトに発がん性があるとされる物質などについて系統的に評価を行い、実験のレベル・ヒトでの観察研究 (疫学研究) のレベル、いずれにおいてもがんとの関連があるかどうかを検討し、最終的にヒトへの発がん性があるといえるか否かの判定を下している。

Group1 : ヒトに対する発癌性が認められる、化学物質、混合物、環境

Group2A : ヒトに対する発癌性があると考えられる、化学物質、混合物、環境

Group2B : ヒトに対する発癌性が疑われる、化学物質、混合物、環境

Group3 : ヒトに対する発癌性があると分類できない、化学物質、混合物、環境

Group4 : ヒトに対する発癌性がおそくない、化学物質、混合物、環境

2004年の報告に新たに蓄積された知見を加えて、新しい総括報告が2012年に公表された。これによると喫煙および受動喫煙はいずれも「グループ1」と判定されている。この判定結果は、放射線・アスベストなどと同じカテゴリで「がんを確実に引き起こす」という意味である。

b)たばこの発がんリスク

2004年までに報告された日本人を対象とした疫学研究結果をまとめ、評価し、たばこを吸う日本人の全がん 相対リスク を算出した。このテーマについて報告された疫学研究には、8つのコホート研究があり、症例対照研究はありませんでした。その解析結果から、研究目的に適った男性4、女性3、男女1件が最終的な評価の対象となった。一つを除いた6つの研究で「弱い」あるいは「中程度」の関連を認められた。

たばこを吸っている人のたばこを吸ったことがない人に対するがん全般の相対リスクは、男性で1.64 (1.55-1.73)、女性で1.34(1.24-1.43)、男女合わせると1.53 (1.41-1.65) になった。

②飲酒

これまでに、飲酒によりがん全体および肝がん、大腸がん、食道がんのリスクが高くなることは確実であるという判定がなされてきた。一方では適量の飲酒は循環器疾患を予防するという知見がある。そこで、健康の総合的な指標となる死亡との関連について、国内の6つのコホートのデータを併せたプール解析による定量評価を行い、飲酒量別の影響の大きさを推定した。

各コホートの合計約31万人のデータを用いて、アルコール摂取状況によって男性は7つのグループ、女性は4つのグループに分けた。平均で6.9年から14.6年の追跡期間中に、男性22,260人、女性13,541人の死亡が確認された。まったく飲まないグループを基準にして、他のグループの死亡リスクを比べた。

結論：男性では1日当たりエタノール換算で46g、女性では23gからリスクが高くなる。



男性の死亡の5%が、46g/日以上の上のアルコール摂取のために

男性の死亡で、1日当たり46g以上の飲酒者で過剰に発生した部分を算出すると、全体の5%を占める。全死亡の5%、がん死亡の3%、心疾患死亡の2%、脳血管疾患死亡の9%は、

1日当たり46g以

防可能であったと

種類	アルコール23gの目安 換算量
ビール	大瓶1本(633ml)
日本酒	1合(180ml)
焼酎	25度 120ml
ワイン	グラス2杯(200ml)
ウイスキー	ダブル1杯(60ml)

上の飲酒がなければ予
推計される。

V、論点 ～あなたは何シーベルトまで耐えられるか～

福島第一原発事故は未曾有の出来事であり、人々に放射能への不安をもたらした。しかし事故から 3 年経った現在、放射線被爆による影響の程度も徐々に分かりつつある。一方で放射線を避けることによる影響も見過ごせない事態だろう。では、現在での妥当な被爆線量限度基準は年間何シーベルトだろうか。

- a、0 ミリシーベルト
- b、1 ミリシーベルト
- c、1～20 ミリシーベルト
- d、20～100 ミリシーベルト
- e、100～ミリシーベルト

～参考文献～

- ・一ノ瀬正樹（2013）『放射能問題に立ち向かう哲学』筑摩書房
- ・中西準子（2014）『原発事故と放射線のリスク学』日本評論社
- ・一ノ瀬正樹（2013）『国際哲学研究 別冊 1 ポスト福島哲学』

大学国際哲学研究センター

<http://www.l.u-tokyo.ac.jp/philosophy/pdf/ichinose2013.pdf#search='%E6%94%BE%E5%B0%84%E7%B7%9A%E3%82%92%E9%81%BF%E3%81%91%E3%82%8B%E3%81%93%E3%81%A8%E3%81%AB%E3%82%88%E3%82%8B%E8%A2%AB%E5%AE%B3'>

- ・内閣官房 「低線量被ばくのリスク管理に関するワーキンググループ報告書」

<http://www.cas.go.jp/jp/genpatsujiko/info/twg/111222a.pdf>

- ・復興庁 「放射線リスクに関する基礎的情報」

http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-1/20140603_basic_information_all.pdf

- ・復興庁 「復興の現状と取組」

<http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-1/20140826144240.html>

- ・厚生労働省 HP 食品中の放射性物質への対応

http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html

- ・食品安全委員会 「食品中の放射性物質による健康影響について」

http://www.fsc.go.jp/sonota/emerg/radio_hyoka_kaisetv.pdf

I、放射線と健康への影響

①放射線の定義

・原子力基本法 第3条第5号

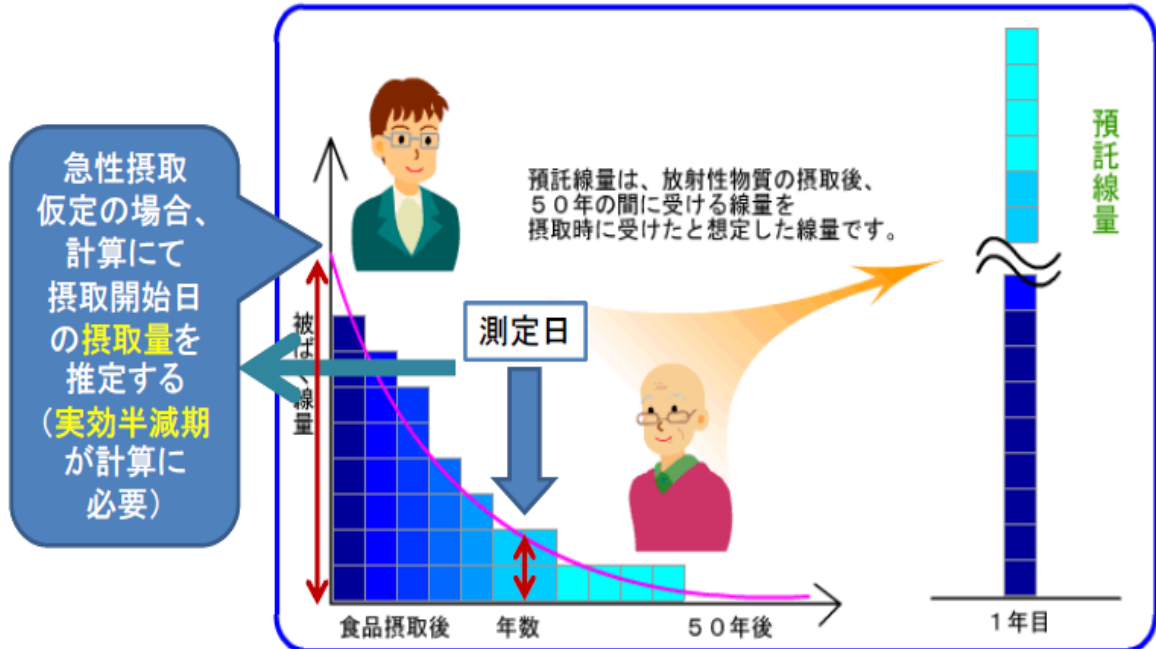
「『放射線』とは、電磁波又は粒子線のうち、直接又は間接に空気を電離する能力をもつもので、政令で定めるものをいう。」

・核燃料物質、核原料物質、原子炉及び放射線の定義に関する政令 第4条（放射線）

「原子力基本法第3条第5号の放射線は、次に掲げる電磁波又は粒子線とする。

- 1、 アルファ線、重陽子線、陽子線その他の重荷電粒子線及びベータ線
- 2、 中性子線
- 3、 ガンマ線及び特性エックス線（軌道電子捕獲に伴って発生する特性エックス線に限る。）
- 4、 1メガ電子ボルト以上のエネルギーを有する電子線及びエックス線」

②預託実効線量

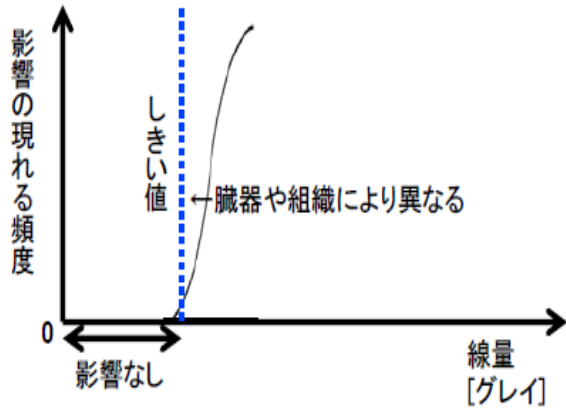


図：文部科学省“環境放射線データベース”より
<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top> (参照 2011-07-07)

③ 確定的影響と確率的影響

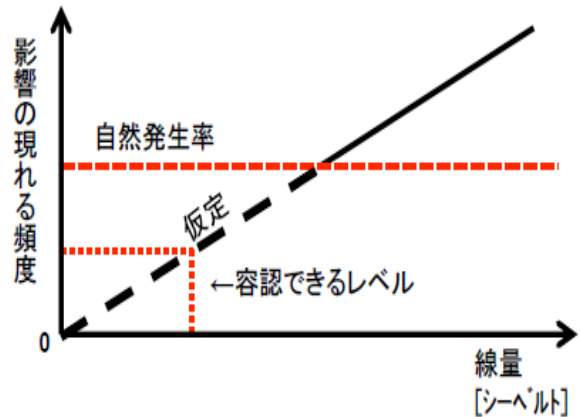
確定的影響

放射線を受けた人のうち最も放射線に対して感受性が高い1%の人が発症する線量を「しきい値」としている。(ICRP2007年勧告)



確率的影響

一定の線量以下では、喫煙や飲酒と言った他の要因による発がんの影響に隠れてしまうが、ICRPなどではそれ以下の線量でも影響はあると仮定して、放射線防護の基準を定めることとしている。



<身の回りの放射線>

④ 自然放射線

(日常的に受けている自然放射線)

(特定の便益のために任意に受けている放射線)

宇宙から(外部) 0.39 ミリシーベルト/年

空気中のラドン・トロンから(呼吸) 1.26 ミリシーベルト/年

大地から(外部) 0.48 ミリシーベルト/年

食物から(摂取) 0.29 ミリシーベルト/年

1人あたりの自然放射線による年間被ばく線量(世界平均) 2.4 ミリシーベルト/年

※実際の被ばく線量は機械や条件で大きく変わります。

胸部CTスキャン 2.2~12.9ミリシーベルト/1回

胸部エックス線撮影 0.02~0.3ミリシーベルト/1回

(その他)

航空機内 (東京ニューヨーク間往復) 0.1~0.2 ミリシーベルト (0.004~0.008ミリシーベルト/時間×26時間)

※数字は、UNSCEAR報告書(2008年)

⑤がん発生のメカニズム

癌（がん）／がんの基礎知識・ステージ・転移

誰でも分かる「がん発生のメカニズム」

がんは、私たちだれにでも起こりうる病気です。そもそも、がんというのは、なぜ、発生するのでしょうか。その仕組みは、意外に簡単です。ちょっと、と一緒に勉強してみませんか？



この記事の担当ガイド

狭間 研至



ツイート 17

いいね! 26

Bl 2

+1 2

印刷

携帯へ

ブログ

がん細胞はミスコピーの細胞

私たちの体は、60兆個もの細胞からできています。これだけたくさん細胞が、新陳代謝で、定期的に入れ替わっていきます。ちょっと、汚い話で恐縮ですが、皮膚は定期的に入れ替わって、垢がでますよね。ふけも古くなった頭皮です。このような新陳代謝は、細胞がコピーされることによっておこりますが、これは、皮膚だけでなく、すべての細胞で起こっており、そのサイクルは、概ね90～120日程度だと言われています。



がん細胞は、細胞が分裂するときに間違ってきたミスコピーの細胞と考えることができます

「5年ぶりに会う彼女は、まるで別人のようだった」というようなセリフが小説などではありますが、5年も経っていると、全身の細胞は完全に入れ変わっており、まさに、「生物学的には別人」と言えるでしょう。

それは、さておき。私たちの体の細胞は、毎日、あらゆるところで寿命を迎え、新しくコピーされた細胞と入れ替わっています。このコピーがうまく行かず、ミスコピーが起こるときがあります。60兆個もの細胞の一部から生まれるミス。これが実は、がん細胞のはじまりなのです。

私たちの体内で、がん細胞は毎日作られている

ではこのミスコピーは、きわめてまれな現象なのでしょうか？実はそうではありません。細胞のミスコピーは、毎日、私たちの体の中で、起こっているのです。大体1000～2000個のがん細胞が、日々私たちの体の中でできていると考えられています。



人間の体内では、毎日がん細胞が作られているということは、意外に知られていないようです

1000個とか、2000個のミスコピーと聞くとびっくりするのですが、全身には、60兆個の細胞がありますから、割合としては微々たるものです。国家予算に対する、財布の中の1000円札1枚だと思ってみて下さい。

とはいえ、私たちの体内ではがん細胞が、日々作られているのは事実です。なぜ、がんにならずに済んでいるのでしょうか。実際にがんとして発症するのは65歳以下では、10人に1人、74歳以下では、5人に1人です。これには、もちろん理由があります。それは、私たちの体の中にはシュレッターの働きをするものがあるからです。それが、リンパ球とよばれる白血球の一種です。

消去し忘れのミスコピーががんになる

私たちの体内でできたミスコピーは、通常、リンパ球と呼ばれる白血球の一種によってシュレッダーにかけられたように消去されていきます。1000個できても、2000個できても、一つ残らず、完璧に消去されてしまいます。このメカニズムについても、また、別の機会に分かりやすく説明したいと思います。



完全に消去されるべき細胞のミスコピー。しかし、「消去し忘れ」があったときに、がんができてしまいます

しかし、1個でもがん細胞が残ってしまうと、どうなるでしょうか。がん細胞は、2個、4個、8個、16個と、倍々に分裂していきます。それが、細胞の数が10億個、直径が1cm、重さが1gになると、レントゲンやCT、内視鏡検査などの画像検査で発見されるようになります。そこで初めて、「がん」という病名が告げられるのです。

なぜ、ミスコピーが残ってしまうのでしょうか？

「ミスコピーされた細胞を一つでも残してしまうことが、がんの原因になる。」少し乱暴なストーリーですが、分かりやすく言うとこれががん発生の基本的な考え方です。では、ミスコピーの細胞が残る理由は何でしょうか。



それは、以下の2つしかありません。

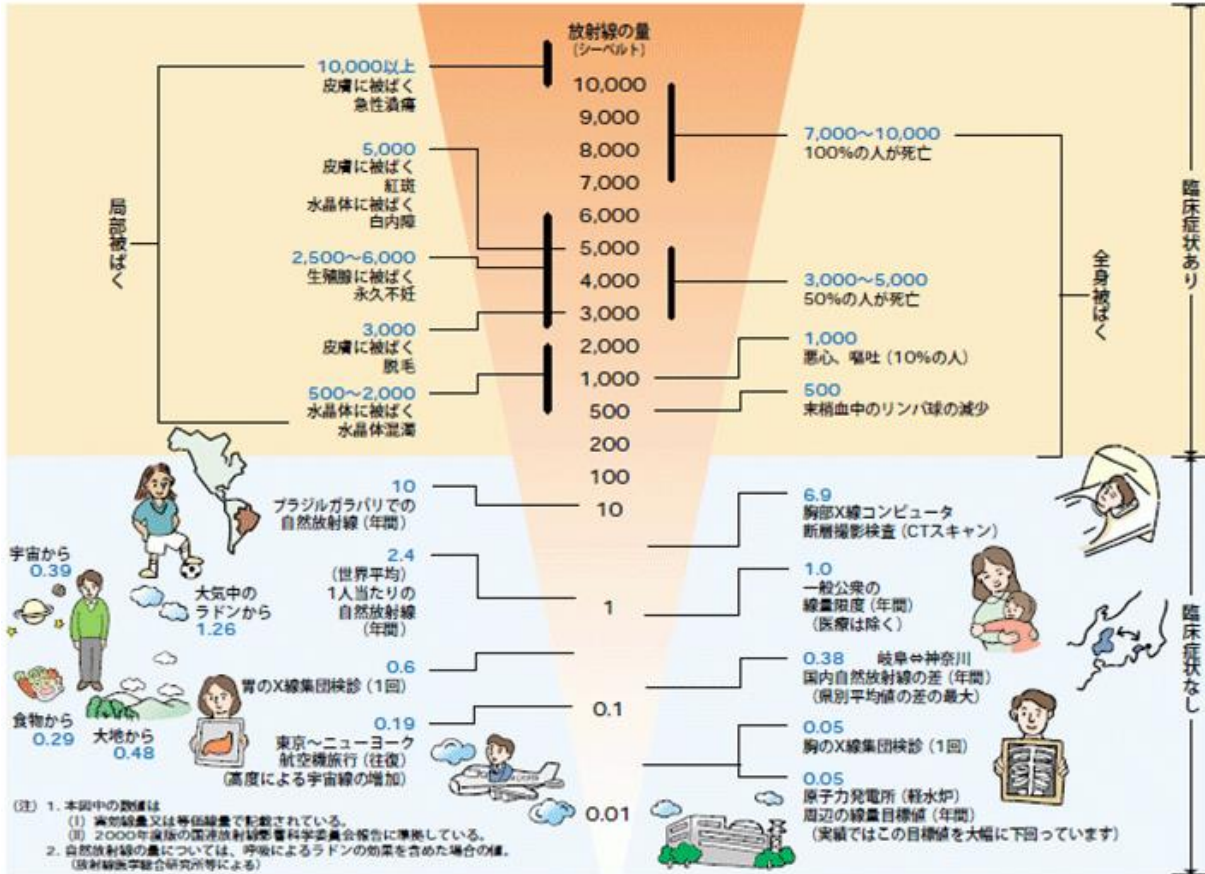
1. ミスコピーがたくさんできすぎてしまう
2. シュレッダーの性能が落ちてしまう

がんの始まりは、消去しきれなかった一つのミスコピーの細胞です。では、消去し忘れの原因は何でしょうか

「〇〇は、発がん性がある」と言われることがあります。これは、ミスコピーをたくさん作りすぎてしまう、という意味で使われる事が多いです。また、がん遺伝子・がん抑制遺伝子なども、結局は、このミスコピーの細胞を作ってしまう、作らないように働きかけるといことにつながります。一方、「免疫力が下がると、がんになる」と言われているのは、シュレッダーの性能が落ちていることを指しているケースがほとんどです。

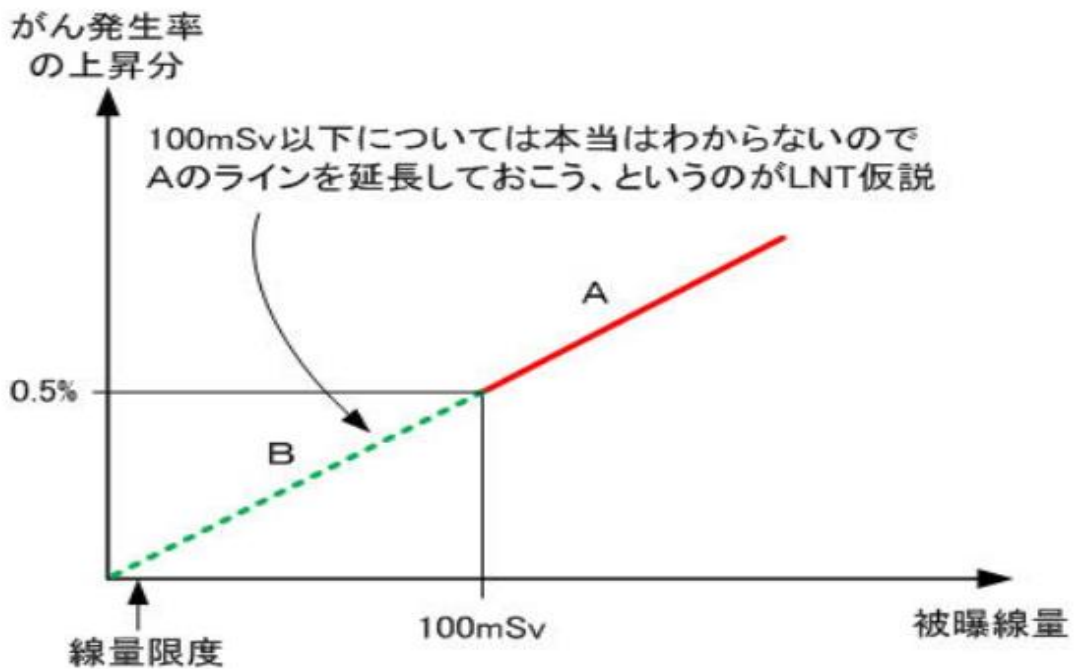
こうやって考えてみると、がんができる仕組みも、かなり分かりやすくなるのではないのでしょうか。これらをざっと理解しておく、がんの治療や予防が、もっとよくわかってくると思います。まずは、大まかな流れを把握して、がんについての理解を深めていきましょう。

⑥ 放射線の被ばく線量と健康被害



II、低線量被曝

⑦LNT モデル



2、事故後の日本の対応

⑧警戒区域

1. 避難区域等の設定について

- 避難区域等の設定は、放射線量の測定結果や、原子力発電所事故の収束状況を踏まえ、住民の健康と安全の確保に万全を期す観点から決定。
- 区域設定に際しては、原子力災害対策本部長が自治体等に対して指示を発出。

警戒区域

【区域内人口：約77,000(関係9市町村)】

- ◆ **福島第一原子力発電所半径20Km圏内**について、住民の安全及び治安を確保するため、平成23年4月22日、**警戒区域**に設定し、区域内への**立入りを原則、禁止**。
- ◆ 住民の一時立入を実施。(一巡目：平成23年5月10日～9月9日、二巡目：平成23年9月19日～12月24日)

計画的避難区域

【区域内人口：約10,000(関係5市町村)】

- ◆ 事故発生から**1年の期間内に積算線量が20ミリシーベルト**に達するおそれがある地域について、住民の健康への影響を踏まえ、**計画的な避難**を求める区域を設定(4月22日～)。
- ◆ **平成23年7月上旬に避難を完了**。

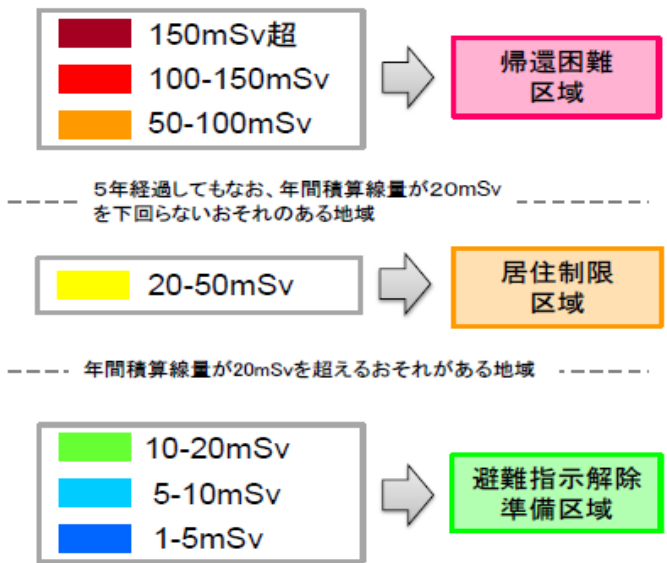
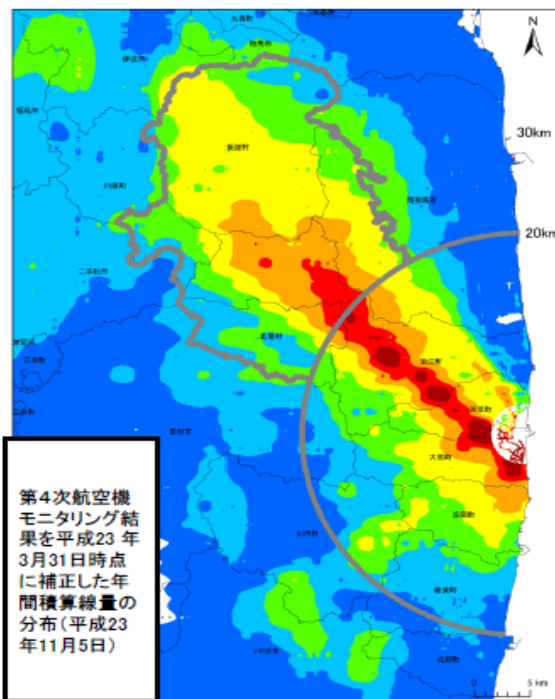
旧 緊急時避難準備区域

【区域内人口：約59,000(関係5市町村)】<平成23年9月30日解除>

- ◆ 20km-30km圏内は、屋内退避指示を解除し、**緊急時の避難等**を求める区域を設定(平成23年4月22日～9月30日)。

⑨避難指示解除準備区域

1



⑩食品の規制

新たな基準値の概要

放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限を、年間5ミリシーベルトから年間1ミリシーベルトに引き下げ、これをもとに放射性セシウムの基準値を設定しました。

○放射性セシウムの暫定規制値

食品群	規制値 (単位:ベクレル/kg)
野菜類	500
穀類	
肉・卵・魚・その他	
牛乳・乳製品	200
飲料水	200

※ 放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

○放射性セシウムの新基準値

食品群	基準値 (単位:ベクレル/kg)
一般食品	100
乳児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

※放射性ストロンチウム、プルトニウムなどを含めて基準値を設定

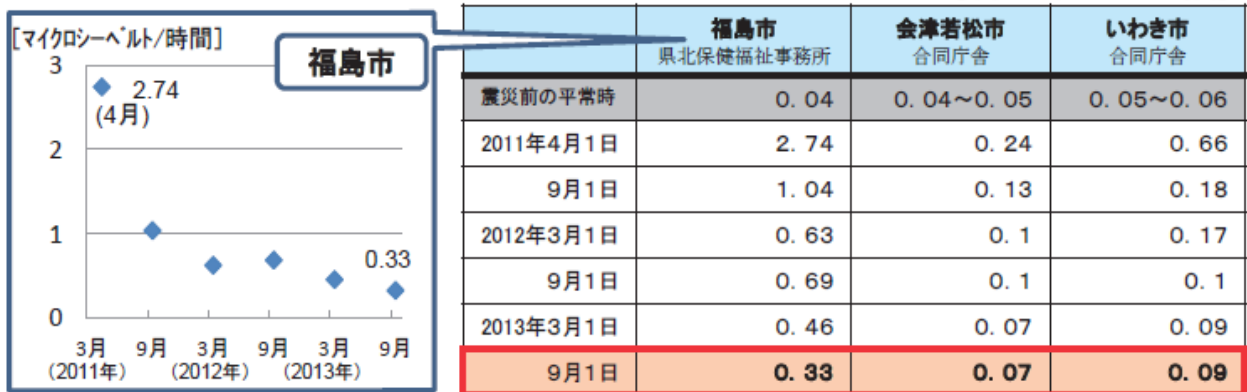
- 食品の区分を変更
- 年間線量の上限を引き下げ

Ⅲ、原発事故と放射線による影響の現状

⑪空間線量の経年変化

<空間線量率の推移>

[単位:マイクロシーベルト/時間]



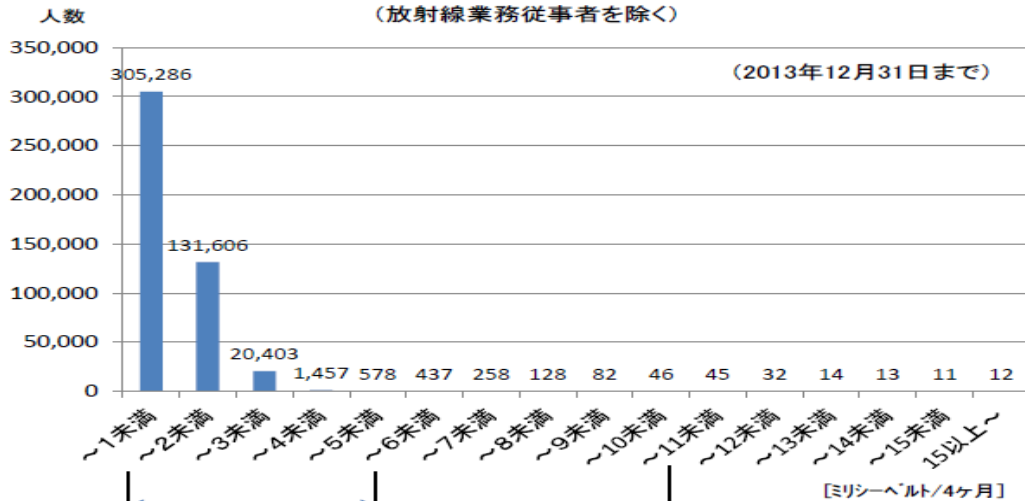
* 数値は各日付の零時の値

【出典データ】福島県 県内7方部 環境放射能測定結果

⑫県民健康管理調査

< 県民健康管理調査「基本調査」の行動記録から推計した外部被ばくによる実効線量の分布 >

(放射線業務従事者を除く)



【出典】福島県「県民健康管理調査」検討委員会(第14回)

⑬ホールディングカウンターによる測定結果

④測定結果（預託実効線量）（2013年12月分まで：2014年2月発表）

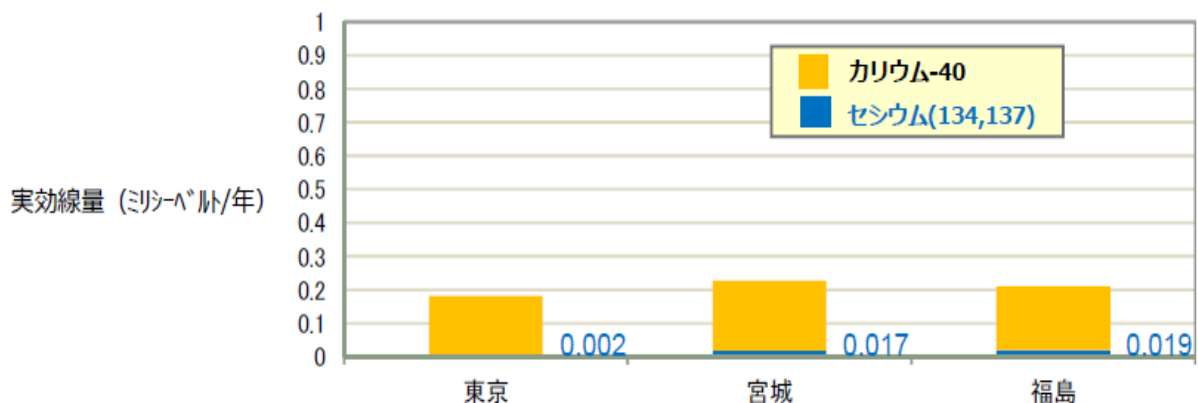
	2011年6月27日～ 2012年1月31日	2012年2月1日～ 2013年12月31日	合計
1 ミリシーベルト未満	15,384人	159,868人	175,252人 (99.99%)
1 ミリシーベルト	13人	1人	14人 (0.01%)
2 ミリシーベルト	10人	0人	10人 (0.01%)
3 ミリシーベルト	2人	0人	2人 (0.00%)
合計	15,409人	159,869人	175,278人 (100%)

※預託実効線量：2012年1月までは2011年3月12日の1回摂取と仮定、2012年2月以降は2011年3月12日から検査日前日まで毎日均等な量を継続して日常的に経口摂取したと仮定して、体内から受けると思われる内部被ばく線量について、成人で50年間、子どもで70歳までの線量を合計したもの。

【出典データ】福島県「ホールボディカウンターによる内部被ばく検査の実施状況」

⑭厚生労働省のマーケットバスケット調査

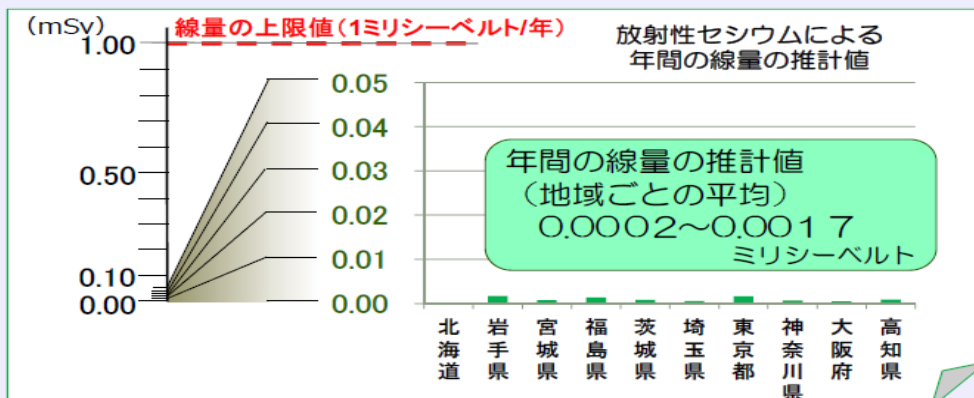
食品からの放射性物質の年間摂取量の推定値



⑮厚生労働省の陰膳調査

家庭の食事での調査（いわゆる「陰膳」調査）

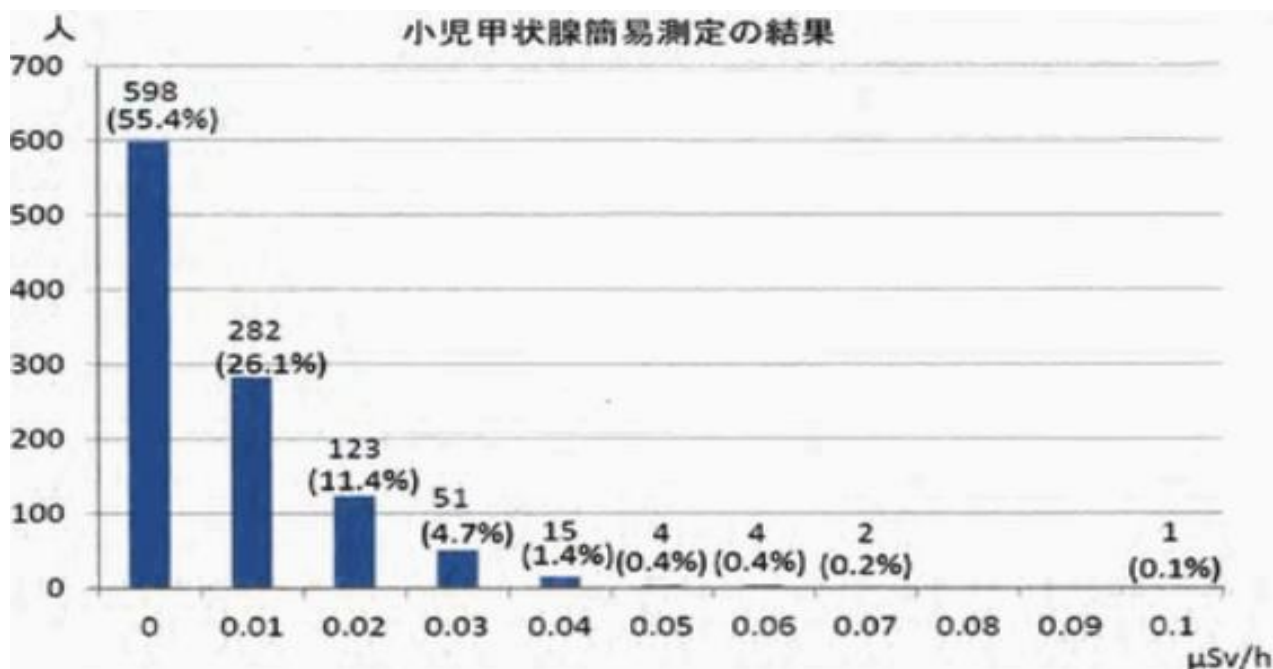
- H25年3月に、全国各地で家庭の食事を集め、放射性セシウムを精密に調査
地域ごとに、幼児と成人の一般家庭で調理された食事（計82名）を集め、放射性セシウムを測定
※幼児（3～6歳）、成人（20歳以上） 岩手県、神奈川県、高知県は成人のみ
- この調査結果をもとに、1年間に受ける線量を推計



実際の線量は、どの地域でも、基準値の上限の水準の1%以下と推計

大気中放射性物質の吸入による内部被ばく

⑯SPEEDIによる調査 第31回原子力安全委員会資料



⑰県民健康調査

<甲状腺検査の結果>

(2013年11月15日検査分まで)

判定結果		判定内容	人数(人)	割合(%)	
A判定	A1	結節やのう胞を認めなかったもの	134,805	53.0	99.3
	A2	5.0mm以下の結節や20.0mm以下ののう胞を認めたもの	117,679	46.3	
B判定		5.1mm以上の結節や20.1mm以上ののう胞を認めたもの	1,795	0.7	
C判定		甲状腺の状態等から判断して、直ちに二次検査を要するもの	1	0.0004	
結果確定数			254,280	100	
<p>[判定結果の説明]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・A1、A2判定は次回(2014年以降)の検査まで経過観察 ・B、C判定は二次検査(二次検査対象者に対しては、二次検査日時、場所を改めて通知して実施) <p>※ A2の判定内容であっても、甲状腺の状態等から二次検査を要すると判断した方については、B判定としています。</p>					

【出典データ】福島県「県民健康管理調査」検討委員会(第14回)

⑱避難人口

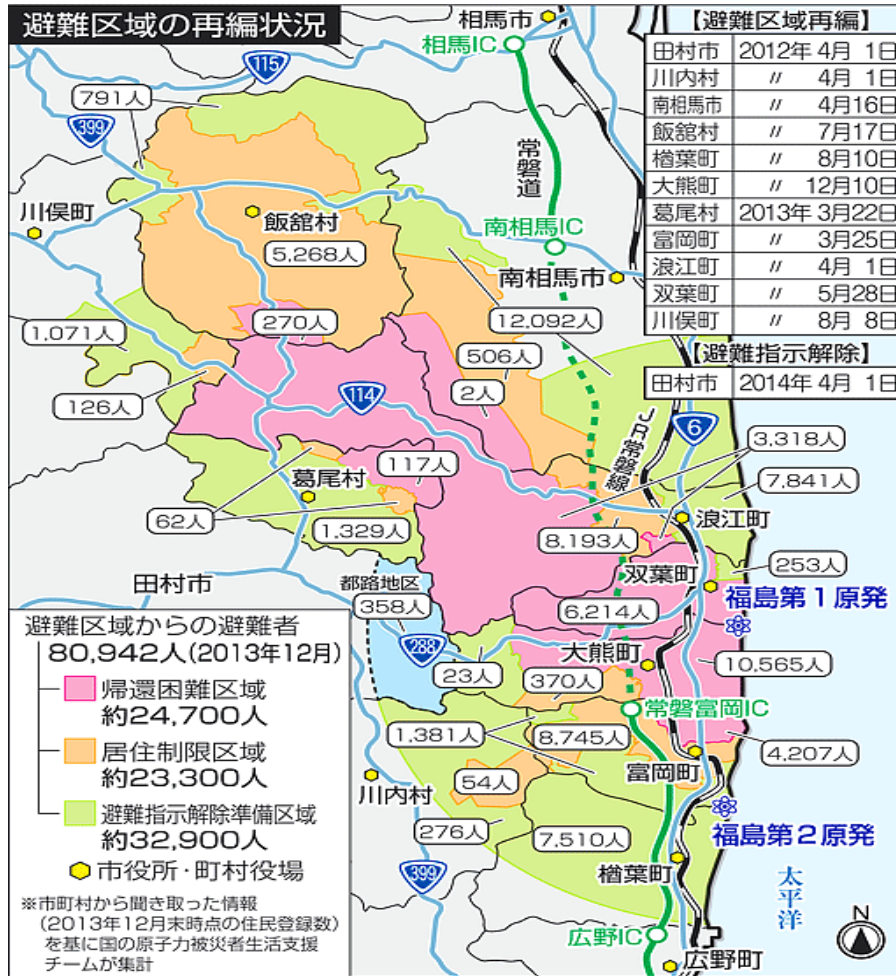
所在都道府県別の避難者等の数(平成26年8月14日現在)【概要】
(下段のカッコ書きは、前回(平成26年7月10日現在)からの増減数)

(単位:人、団体数)

所在 都道府県	施設別			計	(前回との 差)	所在 市区町村数	
	A 住宅等 (公営、応急仮設、民 間賃貸等)	B 親族・ 知人宅等	C 病院等				
北海道	2,084	520	1	2,605	(- 11)	83	
東北	青森県	256	341	7	604	(- 13)	22
	岩手県	31,729	355	5	32,089	(- 450)	(※1) 29
	宮城県	77,673	1,122	5	78,800	(- 1,209)	(※1) 35
	秋田県	584	444	0	1,028	(0)	20
	山形県	4,277	585	51	4,913	(- 162)	30
	福島県	76,149	(※2) 2,851	—	79,000	(- 2,252)	(※1) 46
	新潟県	4,039	175	61	4,275	(- 25)	28
関東	21,845	8,752	341	(※3) 30,938	(+ 2,535)	(※1) 366	
東海北陸	2,091	467	7	2,565	(- 18)	104	
近畿	2,362	1,056	0	3,418	(- 10)	126	
中国	1,318	680	4	2,002	(0)	66	
四国	212	230	2	444	(- 5)	42	
九州・沖縄	2,442	492	7	2,941	(+ 9)	155	
合計	227,061 (- 3,348)	18,070 (+ 1,707)	491 (+ 30)	245,622	(- 1,611)	1,152 (0)	

- (※1) 当該欄の数値以外に、避難者が所在する市区町村があり得る場合を示している。
(※2) 福島県のB欄には親戚・知人宅のほか、施設・病院、県の借上げでない住宅、社宅等への避難者数が含まれている。
(※3) 埼玉県については、今月から公的主体が提供している住宅に避難されている避難者以外も調査対象としたため、人数が大幅に増加している。
(※4) 自県外に避難等している者の数は、福島県から47,149人、宮城県から6,974人、岩手県から1,513人となっている。

⑱避難区域からの避難者



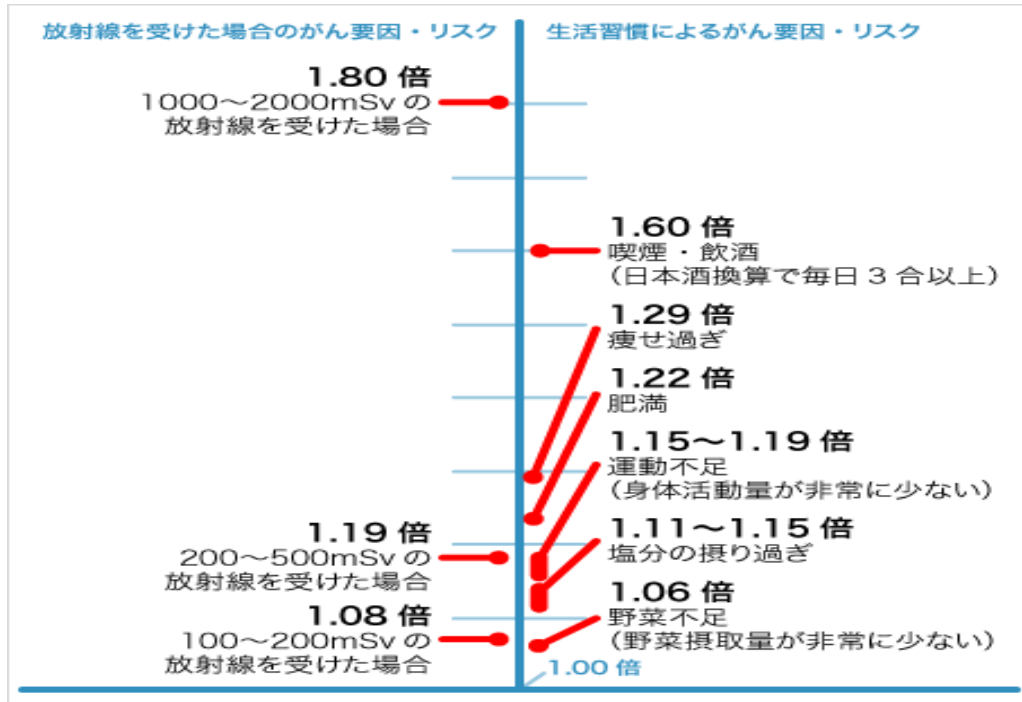
⑳災害関連死

東日本大震災における震災関連死の死者数(都道府県別・時期別)
(平成26年3月31日現在)

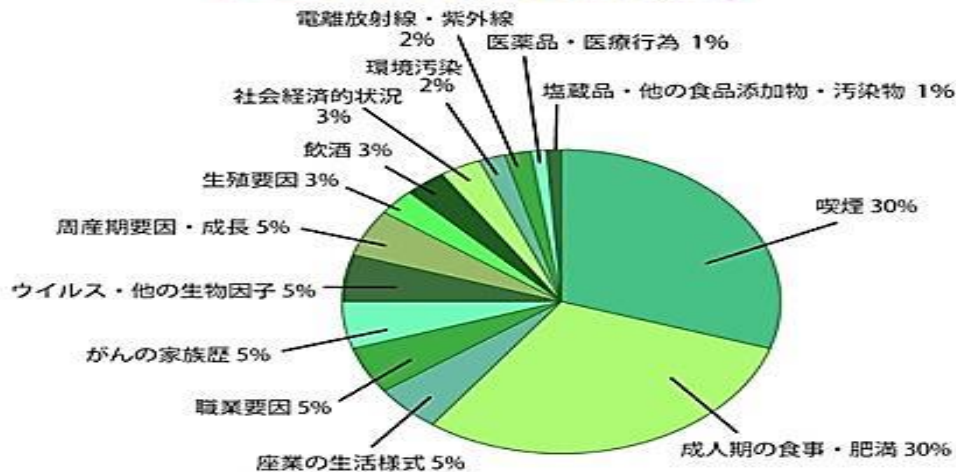
都道府県	計	時期別									
		~H23.3.18 (1週間以内)	H23.3.19~H23.4.11 (1か月以内)	H23.4.12~H23.6.11 (3か月以内)	H23.6.12~H23.9.11 (6か月以内)	H23.9.12~H24.3.10 (1年以内)	H24.3.11~H24.9.10 (1年半以内)	H24.9.11~H25.3.10 (2年以内)	H25.3.11~H25.9.10 (2年半以内)	H25.9.11~H26.3.10 (3年以内)	H26.3.11~ (3年超)
全国計	3,089	459	718	661	451	407	199	123	60	11	0
岩手県	441	91	120	116	58	36	14	5	1	0	0
宮城県	889	231	329	210	77	26	8	4	3	1	0
山形県	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
福島県	1,704	111	253	329	311	344	176	114	56	10	0
茨城県	41	19	12	5	4	1	0	0	0	0	0
埼玉県	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
千葉県	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
東京都	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
神奈川県	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
長野県	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
累計	3,089	459	1,177	1,838	2,289	2,696	2,895	3,018	3,078	3,089	3,089

注 平成25年9月10日まで(発災から2年半以内)に亡くなられた方は、前回(平成25年12月24日)公表した「平成25年9月30日までに把握できた数」では2,916人であったが、今回の調査により3,078人となった。

IV、放射線のリスクとその他のリスクの比較



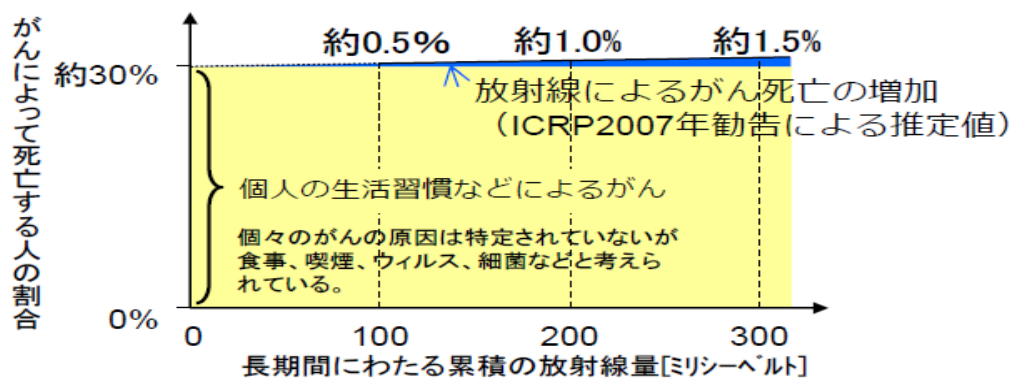
がん死亡の要因別寄与割合(推定)



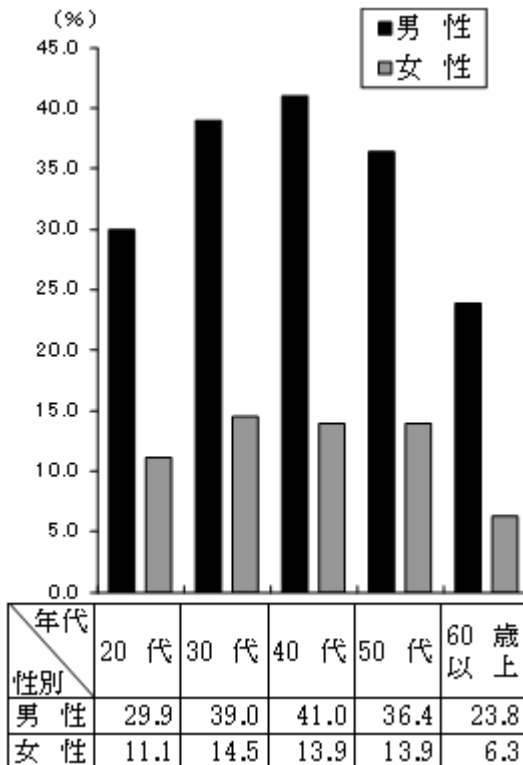
出典：Harvard Center for Cancer Prevention: Harvard Report on Cancer Prevention, Volume 1: Causes of Human Cancer, Cancer Causes Control 1996; 7: S3-S59.

(参考)

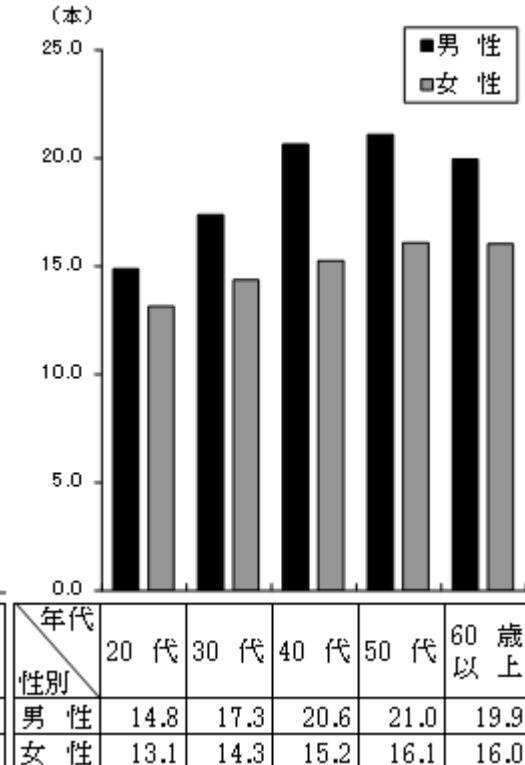
2009年の死亡データでは、日本人の約30%ががんで死亡している。原爆被爆者に関する調査の結果「1シーベルトの放射線に被ばくした場合、がんで死亡するリスクがおよそ10%増加する」に、線量・線量率効果係数2を適用すれば、長期間にわたり累積100ミリシーベルトを被ばくすると、生涯のがん死亡のリスクが約0.5%増加すると試算される。他方、我が国でのがん死亡率は都道府県の間でも10%以上の差異がある。



(1) 年代別喫煙者率



(2) 年代別喫煙本数



喫煙者の非喫煙者に対する相対リスク

表 喫煙者の非喫煙者に対する相対リスク サマリーテーブル

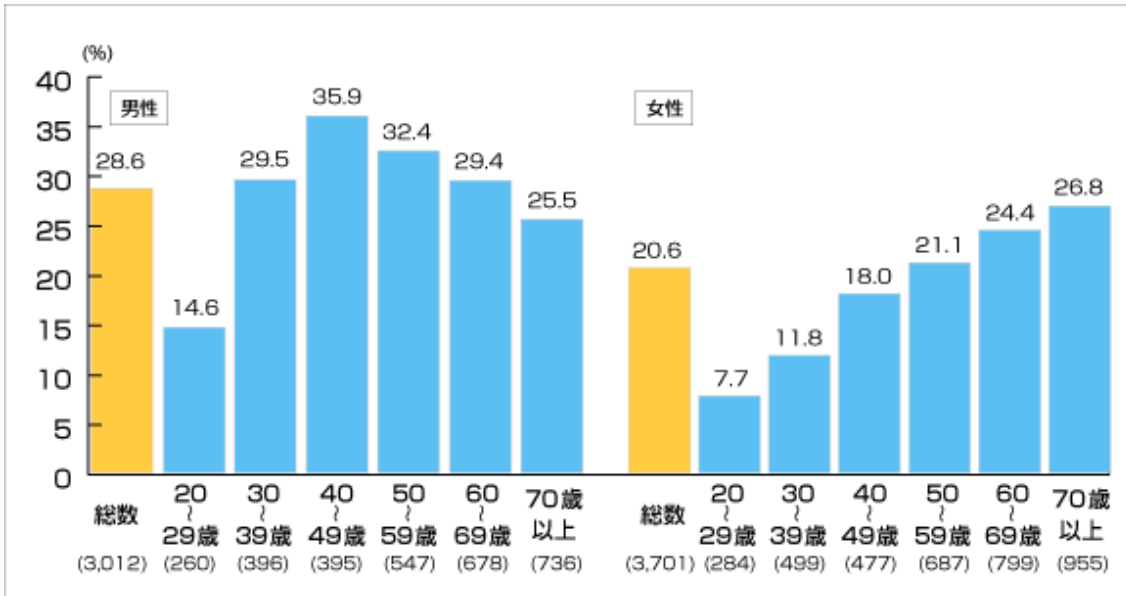
文献番号	研究期間	研究対象となった集団					相対リスク	(95%CI)	関連
		性別	対象者数	年齢層	イベント	件数			
1	1965-1977	男	5130	27-89	死亡	380	1.60	(1.12-2.30)	↑↑
2	1965-1982	男	122261	≥40	死亡	8794	1.65	(1.56-1.76)	↑↑
		女	142857	≥40	死亡	5946	1.32	(1.24-1.41)	↑
3	1963-1987	男女	120000		発生	5252	1.6	(1.5-1.7)	↑↑
4	1980-1999	男	9629	≥30	死亡	345	1.56	(1.23-1.98)	↑↑
		女			死亡	233	1.13	(0.72-1.75)	
5	1990-2001	男	44521	40-69	発生	2969	1.64	(1.48-1.82)	↑↑
		女	48271	40-69	発生	1411	1.46	(1.21-1.75)	↑

1. Kono S., et al. J Cancer Res Clin Oncol 1985; 110:161-4
2. Hirayama T. Contributions to Epidemiology and Biostatistics Vol.6. Basel, Switzerland: Karger 1990.
3. Akiba S. Environ Health Perspect 1994; 102 (Suppl 8):15-9.
4. Kawaminami et al. Nippon Eiseigaku Zasshi 2003; 57:669-73.
5. Inoue M et al. Prev Med 2004; 38:516-22.

飲酒量別の死亡リスク

表1) 総合解析に用いられた5つのコホート研究の特徴

コホート名	年齢	ベースライン	追跡期間平均 (年)	対象者 (人)		死亡 (人)	
				男性	女性	男性	女性
多目的コホート I	40-59	1990	14.2	23,283	26,199	2,412	1,204
多目的コホート II	40-59	1993-1994	11.3	28,344	32,543	3,591	1,826
文科省大規模コホート	40-79	1988-1990	14.6	35,926	51,672	9,061	6,884
宮城コホート	40-64	1990	13.4	21,552	19,166	2,240	887
			10.3				
大崎国保コホート	40-79		10.0	21,552	19,766	3,793	1,841
高山コホート	35+	1992	6.9	13,355	15,724	1,163	899
合計			12.4	144,012	165,070	22,260	13,541

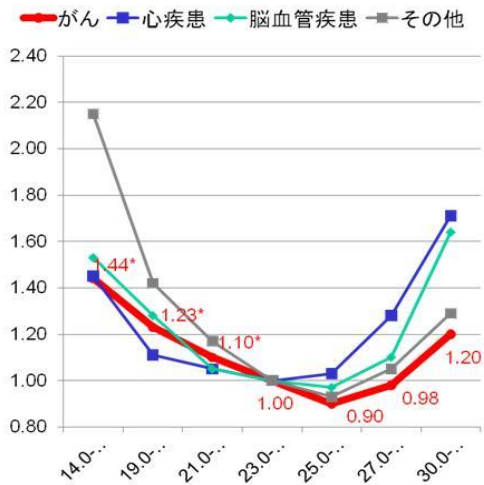


20歳以上の男女における肥満の人の割合

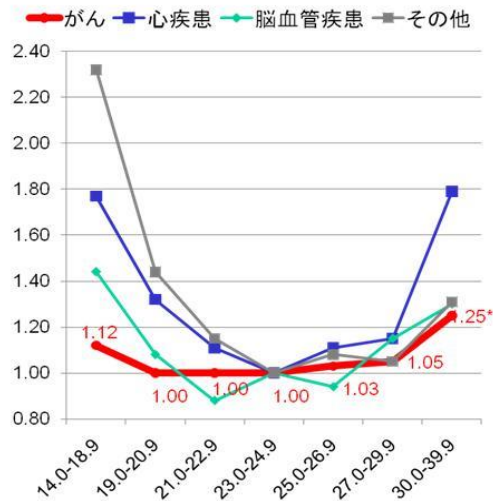
※2008年厚生労働省による国民健康・栄養調査

がん死亡、心疾患死亡、脳血管疾患死亡、その他

男性16万人(平均11年追跡)



女性19万人(平均13年追跡)



※国立がん研究センターによる調査結果

出典:

復興庁 放射線リスクに関する基礎的情報[平成26年5月版]

独立行政法人 国立がん研究センターがん予防・検診研究センター

厚生労働省

JT