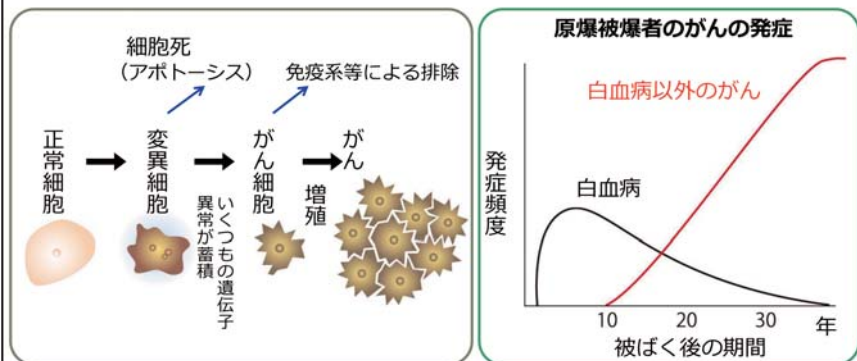




- ・放射線はがんを起こす様々なきっかけの一つ
- ・変異細胞ががんになるまでには、いろいろなプロセスが必要
→ 数年 ～ 数十年掛かる

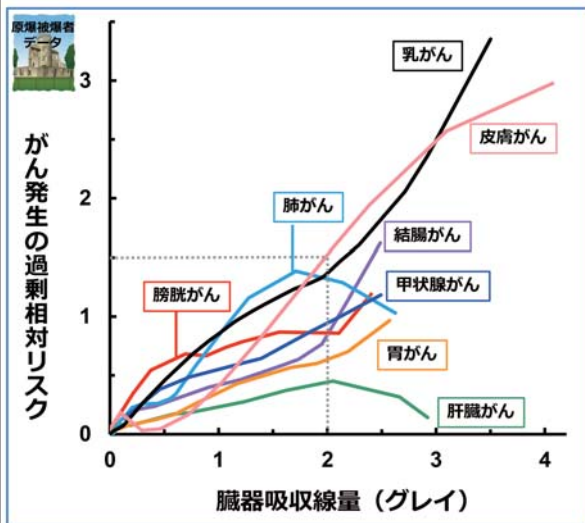
放射線ばかりではなく、様々な化学物質や紫外線等にも DNA を傷つける作用があります。しかし、細胞には傷ついた DNA を修復する仕組みがあり、大抵の傷は元通りに修復されます。また、修復に失敗した場合でも、その細胞を排除する機能が備わっています（上巻 P88 「DNA の損傷と修復」）。

ごく稀に、修復に失敗した細胞が、変異細胞として体の中に生き残ることがあります。たまたま生き残った細胞に遺伝子の変異が蓄積し、がん細胞となることがありますが、それには長い時間が掛かります。原爆被爆者では、被ばく後 2 年頃から白血病が増加し始めましたが、その後発生頻度は低くなっています。一方、固形がんは、約 10 年の潜伏期間を経て増加し始めています。

（関連ページ：上巻 P90 「被ばく後の時間経過と影響」）

本資料への収録日：2013年 3 月 31 日

改訂日：2019年 3 月 31 日



出典：Preston et al., Radiat Res, 168, 1, 2007より作成

この図は、原爆被爆者を対象に、各臓器にどれだけの線量を受けるとがんのリスクがどれだけ増加するかを調べたものです。横軸は、原爆投下時の高線量率1回被ばくによる臓器吸収線量です。縦軸は、過剰相対リスクといって、被ばくしていない集団と比べて、被ばくした集団ではどのくらいがん発症のリスクが増加するかを調べたものです。

例えば、臓器吸収線量が2グレイの場合は、皮膚がんの過剰相対リスクが1.5となっていますので、放射線を受けなかった集団と比べて1.5倍過剰に発症のリスクが上昇していることを意味しています（つまり、2グレイ被ばくした集団では皮膚がん発症の相対リスクは、放射線を受けていない集団（1倍）に比べて2.5倍（1倍+1.5倍）となります）。

こうした疫学研究の結果から、乳腺、皮膚、結腸等は、放射線によってがんを発症しやすい組織・臓器であることが分かりました。国際放射線防護委員会（ICRP）の2007年勧告では、臓器の感受性やがんの致死性等も考慮し、組織加重係数を定めています。

（関連ページ：上巻 P99「相対リスクと寄与リスク」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日

子供は小さな大人ではない

	ヨウ素131の 預託実効線量係数※1 ($\mu\text{Sv/Bq}$)	ヨウ素131を100Bq 摂取したときの 預託実効線量(μSv)	ヨウ素131を100Bq 摂取したときの 甲状腺等価線量※2(μSv)
3か月児	0.18	18	450
1歳児	0.18	18	450
5歳児	0.10	10	250
大人	0.022	2.2	55

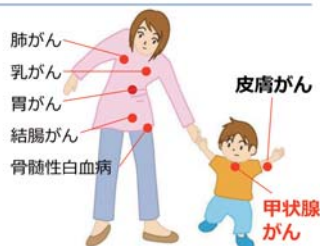
※1：代謝や体格の違いから、子供は預託実効線量係数が高い

※2：甲状腺の組織加重係数は0.04から算出

出典：国際放射線防護委員会（ICRP），ICRP Publication 119，
Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60，2012
より作成

**子供では大人と比較して、甲状腺や
皮膚のがんリスクが高くなる**

$\mu\text{Sv/Bq}$: マイクロシーベルト/ベクレル



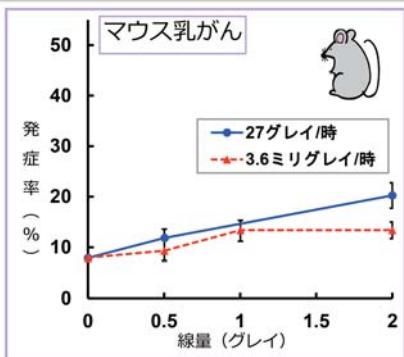
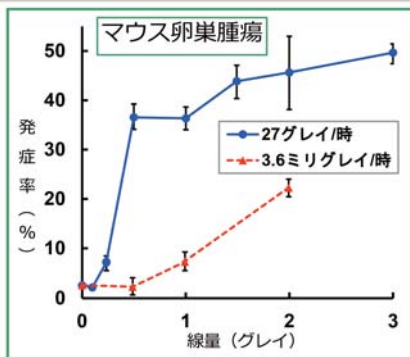
大人の場合、骨髄、結腸、乳腺、肺、胃という臓器は、放射線被ばくによってがんが発症しやすい臓器ですが、子供の場合は、甲状腺や皮膚も放射線被ばくによるがんリスクが高いことが分かってきました。

特に、子供の甲状腺は放射線に対する感受性が高い上に（上巻 P127「甲状腺について」）、摂取放射エネルギー（ベクレル）当たりの預託実効線量が大人よりもはるかに大きいので、1歳児の甲状腺の被ばく線量が、緊急時の防護策を考える基準に取り入れられています。また、摂取放射エネルギー（ベクレル）当たりの預託実効線量係数は、大人よりもはるかに大きい数値が採用されています。

（関連ページ：上巻 P120「被ばく時年齢と発がんリスクの関係」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2015年3月31日



出典：国連科学委員会（UNSCEAR）1993より作成

低線量・低線量率のリスク

$$= \frac{\text{高線量・高線量率のリスク}}{\text{線量・線量率効果係数}}$$

機関	線量・線量率効果係数
国連科学委員会 (UNSCEAR)1993	3より小さい (1~10)
全米科学アカデミー (NAS)2005	1.5
国際放射線防護委員会 (ICRP)1990,2007	2

原爆被爆者の調査では、大量の放射線を一度に被ばくした場合の影響を調べています。しかし職業被ばくや、事故による環境汚染からの被ばくの多くは、慢性的な低線量率での被ばくになります。

そこで、マウスを用いて、一度に大量の放射線を受けた場合と、じわじわと少しずつ受けた場合とでは、放射線による発がんのリスクにどのくらいの違いがあるのかを調べる実験が行われました。その結果、がんの種類によって、結果に違いはあるものの、概してじわじわと少しずつ被ばくするほうが影響が小さいことが分かってきました。

線量・線量率効果係数は、それぞれ高線量のリスク（被ばく線量と発生率）から、実際のデータがない低線量におけるリスクを予想する際、あるいは急性被ばくのリスクから慢性被ばくや反復被ばくのリスクを推定する際に用いられる補正值です。この値をいくつにして放射線防護を考えれば良いのかについては、研究者によって様々な意見がありますが、国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告では、補正值として2が使われており、少しずつ被ばくした場合は、一度に被ばくした場合に比べ、同じ線量を受けた場合でも、影響は半分になるとしています。

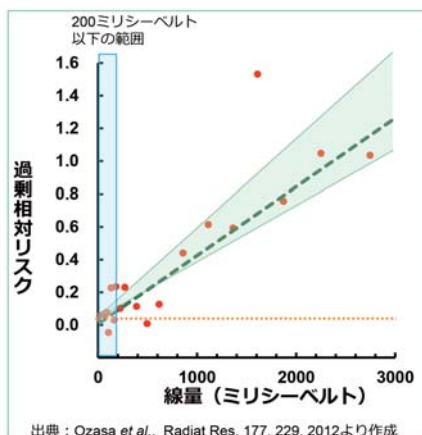
（関連ページ：上巻 P124 「低線量率長期被ばくの影響」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日



固形がんによる死亡（原爆被爆者での結果）



過剰相対リスク：放射線を受けなかった集団に比べ、放射線を受けた集団ではどのくらいがん発生のリスクが増加したかを調べたもの

原爆被爆者の健康影響調査の結果から、被ばくした線量が増えると、発がんのリスクが高まることが知られています。固形がんリスクに関する最新の原爆被爆者の疫学調査では、がん罹患リスクは100ミリシーベルト以上で¹、がん死亡リスクは200ミリシーベルト以上で²、線量とリスクに比例関係が見られます。

しかし100～200ミリシーベルトよりも低い線量における関係性については、研究者によっても意見が分かれています。例えば、線量とがんリスクは比例関係にあるのか、それとも実質的なしきい値が存在するのか、あるいは別の相関があるのかは、今後の研究によって明らかになることが期待されます。

（関連ページ：上巻 P99 「相対リスクと寄与リスク」、上巻 P164 「LNT モデルをめぐる論争」）

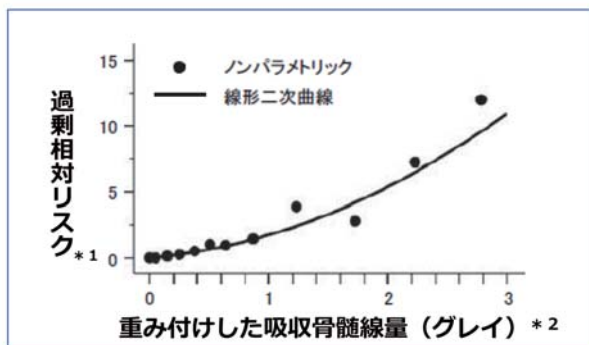
1. E. J. Grant et al., "Solid Cancer Incidence among the Life Span Study of Atomic Bomb Survivors: 1958-2009" RADIATION RESEARCH 187, 513-537 (2017)
2. K. Ozasa et. al., "Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors, Report 14, 1950-2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases" RADIATION RESEARCH 177, 229-243 (2012)

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2018年2月28日



広島・長崎原爆被爆者における白血病の線量反応



※1：放射線被ばくを受けた場合の死亡率（または罹患率）の、被ばくを受けなかった場合の死亡率（または罹患率）に対する増加分を示す指標。放射線被ばくによって何倍増えたかを示す。

※2：白血病の場合、重み付けした骨髄線量（中性子線量を10倍したものとγ（ガンマ）線量の和）を使用

出典：Wan-Ling Hsu et al. The Incidence of Leukemia, Lymphoma and Multiple Myeloma among Atomic Bomb Survivors: 1950–2001, RADIATION RESEARCH 179, 361–382 (2013)より作成

原爆被爆者の調査の結果から、慢性リンパ性白血病及び成人T細胞白血病を除いた白血病の線量反応関係は二次関数的であり、線量が高くなるほどリスク上昇が急になる凹型の線量反応が示されています（図中の線形二次曲線）。一方、低線量では、単純な線形線量反応で予測されるよりもリスクは低くなると考えられています。

図中には骨髄吸収線量の線量階級別に求めた過剰相対リスクが黒い点で示されており、線形二次線量反応モデルに基づく過剰相対リスクは黒いラインで示されています。

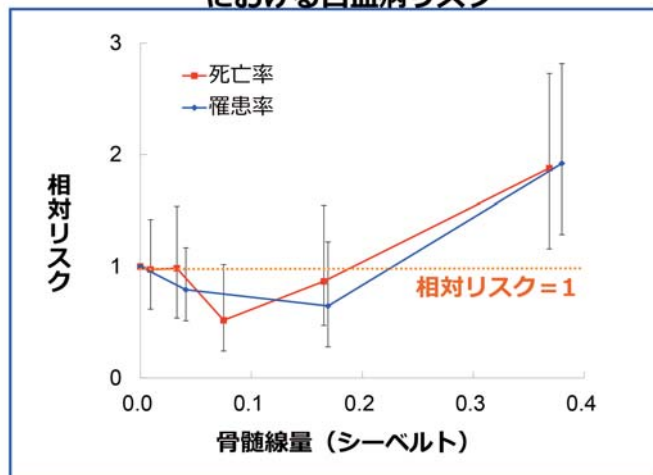
（関連ページ：上巻 P99「相対リスクと寄与リスク」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2018年2月28日



0.4シーベルト以下の線量域での原爆被害者 における白血病リスク



出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2006年報告書より作成

原爆被爆者における白血病の相対リスク（被ばくしていない人を1としたとき、被ばくした人のリスクが何倍になるかを表したもの）をみると、骨髄線量が0.2シーベルト以下ではリスクの増加は顕著ではありませんが、0.4シーベルト近くでは有意なリスクの増加が認められています。

（関連ページ：上巻 P99「相対リスクと寄与リスク」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2021年3月31日



原爆被爆者の被ばく時年齢別の生涯リスク

被ばく時 年齢	性別	100mSv当たりの がん 死亡生涯リスク (%)	急性被ばくが ない時のがん 死亡生涯リスク (%)	100mSv当たりの 白血病 死亡生涯リスク (%)	急性被ばくが ない時の白血病 死亡生涯リスク (%)
10歳	男	2.1	30	0.06	1.0
	女	2.2	20	0.04	0.3
30歳	男	0.9	25	0.07	0.8
	女	1.1	19	0.04	0.4
50歳	男	0.3	20	0.04	0.4
	女	0.4	16	0.03	0.3

出典：

・ Preston DL et al., Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and noncancer disease mortality: 1950-1997. Radiat Res., 2003 Oct;160(4):381-407.

・ Pierce DA et al., Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, Part I. Cancer: 1950-1990 Radiat Res., 1996 Jul;146(1):1-27. より作成

この表は、放射線のリスクについて、原爆被爆者の疫学調査で得られたデータに基づき、がんによる死亡のリスクを生涯リスクとして表したものです。具体的には、急性被ばく100ミリシーベルト当たりのがん死亡と白血病による死亡の生涯リスクを、急性被ばくの無い場合、つまり自然のバックグラウンド線量によるそれぞれの死亡リスクと比較しています。

表から次のようなことが読み取れます。例えば、10歳の男子は、将来30%の確率でがんて死亡する可能性があるところ（表の10歳男性のバックグラウンドがん死亡リスク30%）、急性被ばくとして100ミリシーベルトを被ばくすると、被ばくによるがん死亡が2.1%増加して、トータルでは、32.1%のがん死亡のリスクになることを意味しています。

表からは、100ミリシーベルトを急性被ばくした場合、被ばく時の年齢が低いほど、生涯のがんによる死亡のリスクが高い傾向がみられます。

その理由としては、若年者のほうが将来がん細胞に進展する可能性を持つ幹細胞の数が、また、細胞分裂をくり返す頻度が、それぞれ高年齢者と比較して多いことなどがあげられます。

（関連ページ：上巻 P115 「年齢による感受性の差」）

本資料への収録日：2013年3月31日

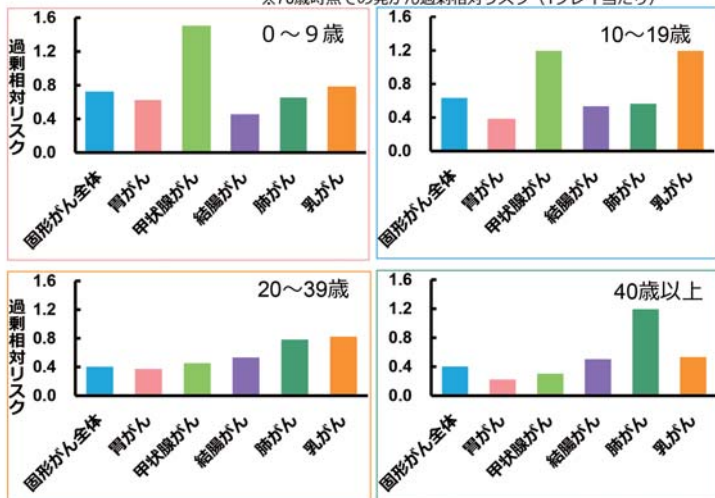
改訂日：2018年2月28日



原爆被爆者データ

被ばく時年齢ごとの発がん過剰相対リスク

※70歳時点での発がん過剰相対リスク（1グレイ当たり）



出典：Preston et al., Radiat Res, 168, 1, 2007より作成

この図は、原爆被爆者の調査結果を用いて、70歳時点での、1グレイ当たりのがんの過剰相対リスク（被ばくしていない集団に比べ、被ばくした集団ではどのくらいがん発症のリスクが増加するかを表す値）を示しています。

被ばく時年齢によって、リスクが高いがんの種類に違いがあります。（関連ページ：上巻 P99「相対リスクと寄与リスク」）

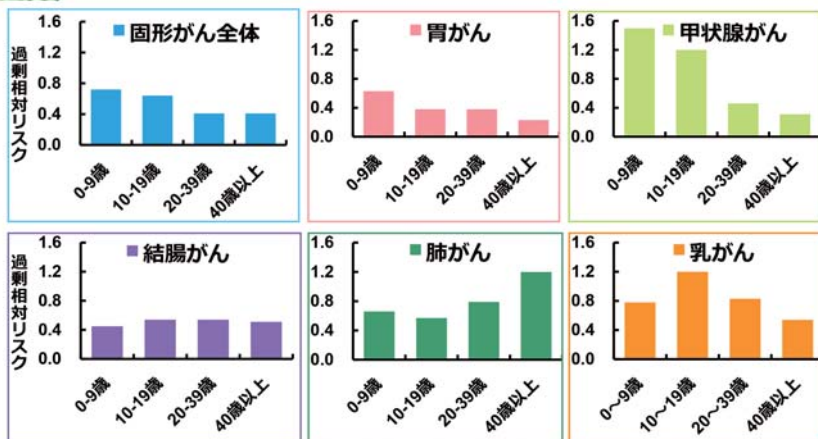
本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日



がんの種類ごとの年齢による発がん過剰相対リスク

※70歳時点での発がん過剰相対リスク（1グレイ当たり）



出典：Preston et al., Radiat Res, 168,1, 2007より作成

この図は、原爆被爆者の調査結果を用いて、70歳時点での、1グレイ当たりのがんの過剰相対リスク（被ばくしていない集団に比べ、被ばくした集団ではどのくらいがん発症のリスクが増加するかを表す値）を示しています。

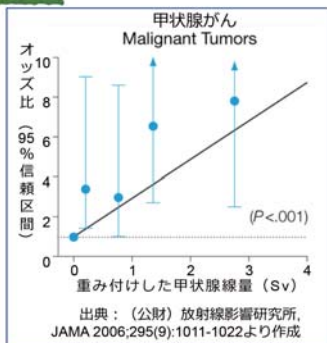
例えば、固形がん全体の0～9歳の過剰相対リスクは0.7程度ですので、1グレイを浴びた集団では、放射線に被ばくしていない集団よりも過剰相対リスクが0.7増加することを意味しています。つまり、放射線に被ばくしていない集団のリスクが1なら、1グレイ被ばくした0～9歳の集団のリスクは1.7倍になることを意味しています。20歳以上では固形がん全体の過剰相対リスクは0.4程度ですので、1グレイ浴びたときにはリスクが放射線に被ばくしていない集団の1.4倍になります。

リスクは、被ばく年齢やがんの種類によって異なることが分かります。

（関連ページ：上巻 P99 「相対リスクと寄与リスク」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日



甲状腺微小乳頭がんの解析

mGy：ミリグレイ

重み付けした 甲状腺線量	平均 線量 (mGy)	対象 (人)	発見数 (人)	オッズ比※ (95%信頼区間)
<5mGy	—	755	33	1
5～ 100mGy	32	936	36	0.85 (0.52～1.39)
100～ 500mGy	241	445	22	1.12 (0.64～1.95)
500mGy<	1237	236	15	1.44 (0.75～2.67)

出典：Hayashi et al., Cancer, 116, 1646, 2010より作成

※オッズ比：ある事象の起こりやすさを2つの集団で比較したときの、統計学的な尺度。
オッズ比が1より大きいとき、対象とする事象が起こりやすいことを示します。
それぞれの集団である事象が起こる確率をp（第1集団）、q（第2集団）としたとき、
オッズ比は次の式で与えられます。

$$p \text{ のオッズ } \div q \text{ のオッズ } = p / (1-p) \div q / (1-q)$$
 95%信頼区間が1を含んでいなければ、統計学的に有意であるといえます。

原爆被爆者における甲状腺がんの発症についてオッズ比（ある事象の起こりやすさを2つの集団で比較したときの統計学的な尺度）を見てみると、線量が高くなるほど、甲状腺がんのリスクが高くなることが示されています。

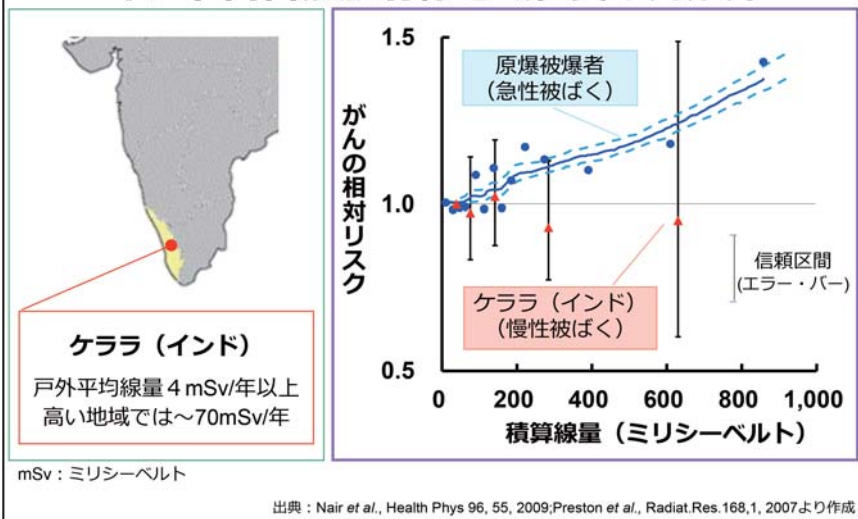
甲状腺微小乳頭がんに限った調査では、重み付けした甲状腺線量で100ミリグレイまではオッズ比が低く、100ミリグレイを超えるとオッズ比は1を若干超えることが示されていますが、有意な差は見られませんでした^{1, 2}。（オッズ比が1より大きいとき、対象とする事象が起こりやすいことを示しますが、このデータでは95%信頼区間に1が含まれているため、統計学的に有意ではありません。）

1. M. Imaizumi, et al., "Radiation Dose-Response Relationships for Thyroid Nodules and Autoimmune Thyroid Diseases in Hiroshima and Nagasaki Atomic Bomb Survivors 55-58 Years After Radiation Exposure" JAMA 2006;295(9):1011-1022
2. Y. Hayashi, et al., "Papillary Microcarcinoma of the Thyroid Among Atomic Bomb Survivors Tumor Characteristics and Radiation Risk" Cancer April 1, 2010, 1646-1655

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日

インド高自然放射線地域住民の発がん



低線量率被ばくと高線量率被ばくでは、影響の出方は違うと考えられています。

右図は原爆被爆者のデータと、ケララ（インド）のような高自然放射線地域住民のリスクを比較したのですが、ケララでは積算線量が数百ミリシーベルトになってもがんの相対リスク（被ばくしていない人を1としたとき、被ばくした人のがんリスクが何倍になるかを表した値）の増加が見られません。信頼区間（グラフ上のエラー・バー）の幅も非常に大きいことから、更なる検討が必要ですが、慢性被ばくの場合、急性被ばくよりもリスクが小さくなることが示唆されます（上巻 P116「低線量率被ばくの発がんへの影響」）。

（関連ページ：上巻 P99「相対リスクと寄与リスク」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2018年2月28日



国	白血病症例数		全がん症例数		標準化罹患比 (SIR)	
	観察数	期待数	観察数	期待数	白血病	全がん
汚染地域の住民						
ベラルーシ	281	302	9,682	9,387	93	103
ロシア	340	328	17,260	16,800	104	103
ウクライナ	592	562	22,063	22,245	105	99

出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2000年報告より作成

チェルノブイリ原発事故では様々な疾病について放射線影響健康調査が行われました。しかし、白血病については、事故との因果関係は現在までに確認されていません。

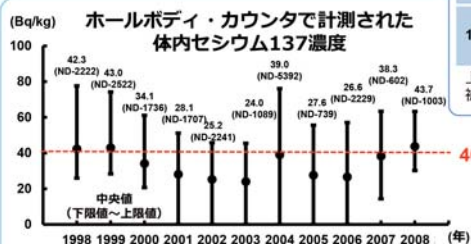
表は1986年から1987年にチェルノブイリ原発事故によって引き起こされた汚染地域の住民における1993年と1994年のがん罹患を分析した調査結果です。3か国において有意な増加が確認されませんでした。汚染地域とは、セシウム137沈着密度が1平方メートル当たり185キロベクレル（kBq/m²）以上の地域を指します。UNSCEAR2000年報告書では、放射線に関係した白血病のリスクの増加は事故処理作業員でも汚染した地域の住民でもみられていないと報告しています。

その後、作業員について、統計学的には有意ではないものの白血病罹患率の相対リスクの上昇がみられたとの研究報告や1986年に雇用された作業員とそれより線量が低かった1987年に雇用された作業員の白血病の罹患率を比較したところ前者のグループは約2倍であったとの研究報告もみられました。このような報告はあるもののUNSCEAR2000年報告書では有意な増加があることを説明するのに決定的であるというにはほど遠いとの見解を示しています。

一般公衆に関しては、胎児か小児期に被ばくした人々における白血病リスクに、測定可能な増加があることを示唆する説得力のある証拠は見いだされていないと報告しています。

本資料への収録日：2019年3月31日

セシウムによる内部被ばく - チェルノブイリ原発事故 -



Bq/kg: ベクレルキログラム

出典: Sekitani et al., Radiat Prot Dosimetry, 141, 1, 2010より作成

体内のセシウム137濃度の 季節ごとの変化 (Bq/kg) と被験者数

	1998~2001年	2002~2005年	2006~2008年
3~5月	34.6 (ND-2154.9) 10,993	27.3 (ND-5392.2) 18,722	32.0 (ND-1757.1) 9,284
6~8月	71.5 (ND-399.0) 265	32.2 (ND-393.0) 268	21.2 (ND-271.1) 451
9~11月	40.9 (ND-2521.7) 9,590	33.5 (ND-1089.3) 8,999	44.2 (ND-2229.3) 4,080
12~2月	33.5 (ND-1735.8) 8,971	20.6 (ND-607.0) 6,603	39.8 (ND-1454.3) 6,404

上から平均値 (Bq/kg)、(検出下限値~検出上限値)、被験者数 (人)。NDは検出限界以下。

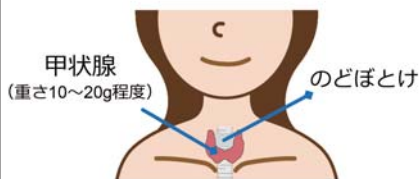
プリヤンスク州では、
1998 ~ 2008年の間、
年間平均40Bq/kgの
内部被ばくを認めた

1986年に起こったチェルノブイリ原子力発電所事故では、東京電力福島第一原子力発電所事故よりもはるかに大量の放射性物質が放出されました。事故当初、ソビエト連邦はこの事故を公表せず、周辺住民の避難措置等がとられませんでした。また、事故が起こった4月下旬には、旧ソ連の南部地域では既に放牧が行われていたため、牛乳の汚染等が起きました。

1998年から2008年の間、ホールボディ・カウンタを用いて、プリヤンスク州の住民のセシウム137の体内放射能を測定した結果、期間中の体内セシウム137の中央値は20~50Bq/kgで推移しつつ、2003年まで低下していましたが、2004年から上昇傾向が見られています。これは、特に高度に汚染された地区の住民が2004年以降の測定対象に含まれたことや、立ち入り禁止区域の縮小に伴い、住民が汚染された森に出入りしやすくなっていることなどが一因と考えられますが、いずれにしても、チェルノブイリ原発事故では、セシウム137による被ばくが長期にわたって続いていることが分かります。

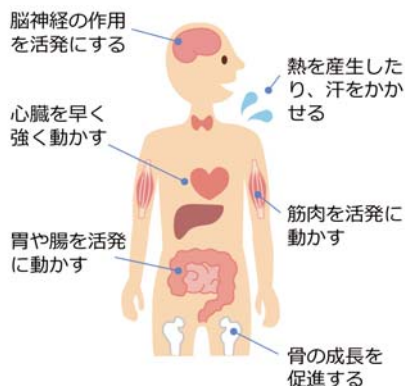
本資料への収録日: 2013年3月31日

改訂日: 2019年3月31日



- 甲状腺は首の下部中央（のどぼとけの下）にある。
- 食物などに含まれる「ヨウ素」を取り込んで、**甲状腺ホルモン**を作り、血液の中に分泌。

甲状腺ホルモンの働き



甲状腺は、首の下部中央（のどぼとけの下）にある重さ10~20g程度の小さな臓器です。羽を広げた蝶のような形をしていて、気管を取り囲むように位置しています。甲状腺は、血液中のヨウ素を能動的に取り込み、取り込んだヨウ素を主原料として甲状腺ホルモンを作ります。甲状腺で作られた甲状腺ホルモンは、血液中に分泌され、全身に運ばれて様々な働きをします。

甲状腺ホルモンには、体内のタンパク質合成やエネルギーの代謝の維持促進といった新陳代謝の役割と、子供の体や脳の発育・発達を促進する役割があります。

本資料への収録日：2017年3月31日

● ヨウ素 = 甲状腺ホルモンの原料

1食の摂取量	含まれるヨウ素量
昆布の佃煮 (5~10g)	10~20mg
昆布巻き (3~10g)	6~20mg
ひじき (5~7g)	1.5~2mg
わかめの吸い物 (1~2g)	0.08~0.15mg
海苔2分の1枚 (1g)	0.06mg
昆布だし (0.5~1g)	1~3mg
寒天 (1g)	0.18mg

ヨウ素摂取量 食事摂取基準2015年版

推定平均必要量：0.095mg
推奨量：0.13mg

・日本人の摂取量は
推定約1~3mg/日



出典：Zava TT, Zava DT, Thyroid Res 2011; 4: 14.、「日本人の食事摂取基準（2015年版）策定検討会」報告書 厚生労働省、スーパー図解 甲状腺の病気、法研究 より作成

ヨウ素は甲状腺ホルモンの原料です。ヨウ素は日本人にとって身近な海藻や魚介類に多く含まれています。

厚生労働省発表の「日本人の食事摂取基準」では、ヨウ素は推定平均必要量が1日0.095mg、推奨量が1日0.13mgとされています。日本では、海藻や魚介類を多く摂取する食習慣があるため、必要量に対して十分にヨウ素を摂取していると考えられます（1日推定約1~3mg）。

日常的にヨウ素を摂取していると、常に甲状腺にヨウ素が足りている（充足）状態となります。ヨウ素充足状態では、新たにヨウ素を摂取した場合でもヨウ素の甲状腺への取り込み率は小さく、多くが尿として排出されることが分かっています。

そのため、原子力発電所事故等で放射性ヨウ素が放出された場合、日常的にヨウ素を摂取している集団では、放射性ヨウ素の甲状腺への蓄積が低く抑えられます。

原子力事故等の緊急被ばく時に備え、放射性でないヨウ素を内服用に製剤化した安定ヨウ素剤の配布や事前配布の準備が進められています。

本資料への収録日：2017年3月31日

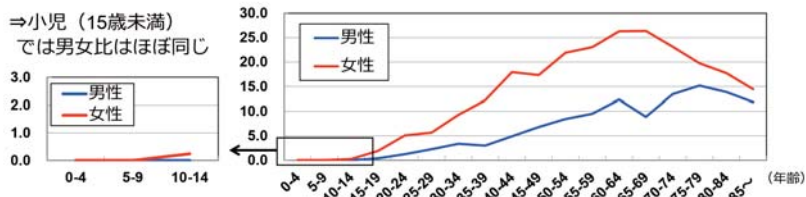
改訂日：2021年3月31日

- 女性に多い (全国推定年齢調整罹患率 (対人口10万人) 2010)

⇒女性：11.5、男性：4.5 (人)

- 若年者から高齢者まで各年齢にみられる

(全国年齢階級別推定罹患率 (対人口10万人) 2010)



- 生涯にわたり健康に全く影響しない「潜在がん」がある

- 手術後の予後は多くの症例で良好 (部位別がん粗死亡率 (対人口10万人) 2010)

	甲状腺	胃	肝臓	肺	白血病
男性	0.9	53.5	34.9	81.8	7.9
女性	1.7	26.5	17.4	30.0	5.0

出典：国立がん研究センターがん情報サービス「がん登録・統計」より作成

甲状腺がんは、他のがんと比較していくつかの特徴がみられます。

一つの特徴として、全体として女性の罹患率が男性よりも高いこと (女性11.5人：男性4.5人、2010年、全国年齢調整罹患率 (対人口10万人)) があります。ただし15歳未満では男女比はほぼ同じです。

また、女性の乳がんは40～50歳代の患者が多く、胃がんは男女とも60歳以降に罹患率が高くなることが知られていますが、甲状腺がんは10歳代から80歳代まで幅広く分布していることが特徴です。

さらに、甲状腺がんは生涯にわたり健康に全く影響しない潜在がんがあるがんとして以前から知られています。また、部位別がん粗死亡率 (2010年、全国年齢階級別死亡率 (対人口10万人)、全年齢) が、他のがんと比べても低く、予後が良いことも特徴の1つです。

本資料への収録日：2017年3月31日

改訂日：2018年2月28日

甲状腺がんは生涯にわたり症状のあらわれない 「潜在がん」がある

※潜在がんとは・・・

進行が遅いために症状が現れず、死亡した後の解剖で初めて発見されるもの。

甲状腺潜在がん

- 甲状腺がんの多くを占める分化がんはがん細胞の増殖が遅いため、一生を通して症状として現れないものもある。
- 過去に日本で行われた剖検研究では、102件の剖検のうち、約28%で潜在的な甲状腺分化がんが見つかったという報告もある。

【参考】日本人が一生の間に甲状腺がん罹患する確率* 女性0.78%、男性0.23%

* わが国における1975年から1999年のがん罹患患者数のデータに基づいて求めた、一生の間に少なくとも1回がん罹患する確率。（加茂他、厚生労働省、第52巻6号、2005年6月）

出典：Kamo et al., (2008) Jpn.J. Clin Oncol 38(8) 571-576、Fukunaga et al., (1975) Cancer 36:1095-1099 等より作成

がんには、生涯にわたって健康には影響せず無症状で、臨床的には発見できず、病理組織診断（死亡後の解剖（剖検）を含む）によってはじめて発見されるものがあります。これを潜在がんといいます。

甲状腺がんの多くを占める分化がんは、がん細胞が成熟しているため、増殖が遅く、なかには一生症状が現れないものがあります。このような甲状腺分化がんは、甲状腺がん以外の原因で死亡した人への剖検において初めて潜在がんとして発見されることがあります。

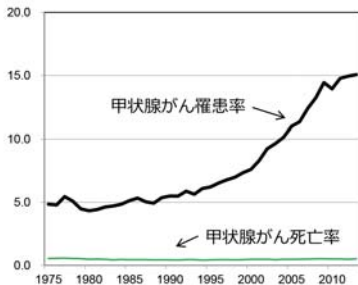
がん登録を用いた解析では日本人が一生の間に甲状腺がんになる確率は、女性で0.78%、男性で0.23%¹ですが、例えば、1975年に仙台で102件の剖検をした結果、29件（有病率28.43%）で潜在的な甲状腺分化がんが見つかったという報告があります²。このことから、甲状腺がんでは生涯にわたり症状のあらわれない潜在がんが多いことがわかります。

1. Kamo et al., "Lifetime and Age-Conditional Probabilities of Developing or Dying of Cancer in Japan" Jpn.J. Clin Oncol 38(8) 571-576, 2008.
2. Fukunaga FH, Yatani R., "Geographic pathology of occult thyroid carcinomas" Cancer 36:1095-1099, 1975.

本資料への収録日：2020年3月31日

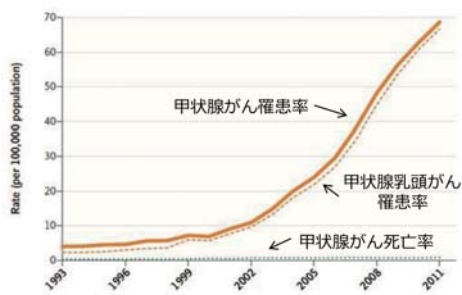
世界各国の罹患率と死亡率 (対人口10万人)

(罹患率・死亡率)
(人口10万人あたり)



アメリカ*1

(罹患率・死亡率)
(人口10万人あたり)



韓国*2

Copyright© 2014 Massachusetts Medical Society. All rights reserved.
Translated with permission.

* 1 : NATIONAL CANCER INSTITUTE, Surveillance, Epidemiology, and End Results Program,
SEER Cancer Statistics Review 1975-2013より作成

* 2 : Ahn HS, N Engl J Med. 2014 Nov 6;371(19):1765-1767より作成

近年、甲状腺がん罹患率の劇的な増加が報告されています。医療調査や保健医療サービスの利用増加と合わせ、新たな診断技術の導入によって、微小な甲状腺がん（微小乳頭がん）が大量に発見されていることがその原因だといわれています。

一方、罹患率の上昇に比べ死亡率はほぼ一定であることから、微小乳頭がんのうち無症状で非致死性のものを多く診断している可能性（過剰診断）が指摘されています¹。

甲状腺がんの罹患率増加は、アメリカ、オーストラリア、フランス、イタリアなど世界中で見られている傾向ですが、特に韓国で顕著に見られます。韓国では1999年から甲状腺がん検査の公的援助が始まり、最先端の検査が低負担で受診できるようになりました。そのため多くの人が受診し、甲状腺がん罹患率の大幅な上昇につながったと考えられます。

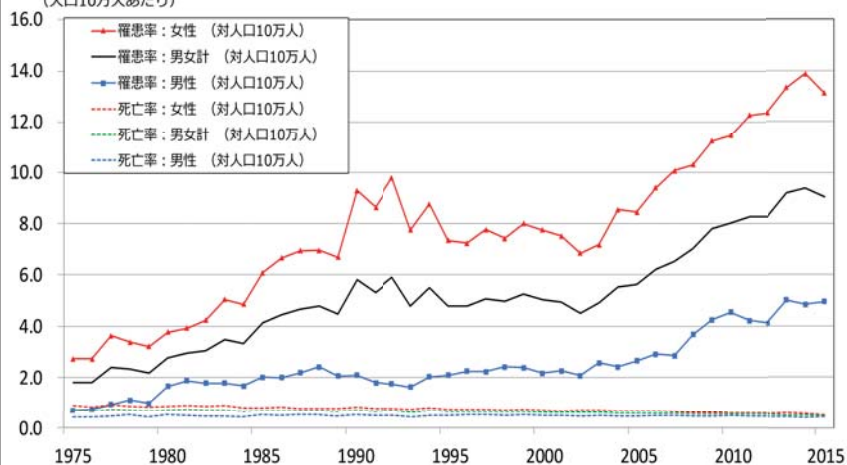
1. International Agency for Research on Cancer "Overdiagnosis is a major driver of the thyroid cancer epidemic : up to 50-90% of thyroid cancers in women in high-income countries estimated to be overdiagnoses" (August 18,2016)

本資料への収録日：2017年3月31日

改訂日：2019年3月31日

日本の年齢調整罹患率と死亡率（対人口10万人）の年次推移

（罹患率・死亡率）
（人口10万人あたり）



出典：国立がん研究センターがん情報サービス「がん登録・統計」より作成

この図は、日本の甲状腺がんの罹患率（一定期間における人口に対する罹患患者の割合）と死亡率の年次推移を示しています。

日本の甲状腺がん罹患率は、男女とも増加傾向が見られます。増加傾向は女性でより顕著で、人口10万人あたり1975年では3人程度だった罹患率が2014年には13人超と増加しています。一方で、甲状腺がんの死亡率は大きな変化は見られず、男女ともに僅かに減少する傾向が見られます。また2010年の男女計の甲状腺がん罹患率は、人口10万人あたりアメリカが約15人、韓国が約60人、日本が約8人となっています（上巻 P131「甲状腺がんの罹患率：海外の例」）。

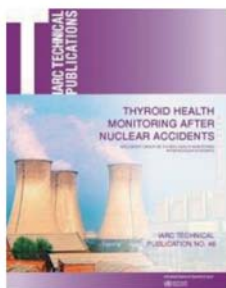
日本では、従来から甲状腺の検査として、医師による触診が広く行われてきました。しかし近年、人間ドックや集団検診の場での頸部超音波検査の実施が増えています。さらに、最近の超音波診断装置の進歩により、甲状腺検査の診断能力は向上しており、特に腫瘍性病変の発見頻度が上昇しているとの報告があります¹⁾。

1. 志村 浩己, 日本甲状腺学会雑誌, 1(2), 109-113, 2010-10

本資料への収録日：2017年3月31日

改訂日：2020年3月31日

- 2018年9月、国際がん研究機関（IARC）の国際専門家グループが、「原子力事故後の甲状腺健康モニタリングについてのレポート」を公表。
- 将来起こりうる原子力事故の後に甲状腺超音波検査を実施する際の原則を提示するため、甲状腺がんの疫学、臨床等に関する最新の知見がまとめられるとともに、以下の2つの提言がされている。なお、レポートは、過去の原子力事故後に実施されてきた甲状腺超音波検査を評価等するものではない。



提言1

原子力事故後に甲状腺集団スクリーニング※1を実施することは推奨しない

※1 ある特定地域の全住民に対し、甲状腺検査とそれに続く診断とフォローアップ検査の参加者を積極的に募集すること

提言2

原子力事故後、よりリスクの高い個人※2に対して長期の甲状腺健康モニタリングプログラムの提供を検討するよう提言する

※2 胎児期、小児期または思春期（19歳未満）に、100～500 mGy以上の甲状腺線量を被ばくした個人

出典：

- IARC 「原子力事故後の甲状腺モニタリングに関する提言」（2018年）
- IARC 「原子力事故後の甲状腺健康モニタリングの長期戦略 IARCテクニカル・レポート第46号の概要」（2018年）
（邦訳版 http://www.env.go.jp/chemi/rhm/post_132.html）

より作成

2017年4月、世界保健機関（WHO）の専門機関である国際がん研究機関（IARC）は、各国政策担当者及び医療関係者に対し、放射線被ばくの影響に係る科学的な情報提供と助言を行うことを目的として、原子力事故後の甲状腺モニタリングの長期戦略に関する国際専門家グループを設置しました。

国際専門家グループが2018年9月に公表した「原子力事故後の甲状腺健康モニタリングについてのレポート」では、甲状腺がんの疫学、臨床等に関する最新の知見等がまとめられるとともに、現在の科学的根拠と過去の経験に基づいて将来起こりうる原子力事故の後の甲状腺健康モニタリングの長期戦略に関して二つの提言が示されています。

一つ目の提言では、特定地域の全住民に対して、甲状腺超音波検査に参加するよう積極的に募集する甲状腺集団スクリーニングの実施は推奨しないとしています。

二つ目の提言では、胎児期、小児期または思春期に100～500mGy以上の甲状腺線量を被ばくしたより高いリスクの個人に対して、長期の甲状腺健康モニタリングプログラムの提供を検討するよう提言しています。ここでの甲状腺健康モニタリングプログラムとは、集団を対象としたスクリーニングとは異なるもので、「ヘルスリテラシーを向上させるための教育、参加者の登録、甲状腺検査及び臨床管理についての集中的なデータ収集を含む」と定義されており、検査対象となる本人が疾患を早期発見して進行度の低いうちに治療する利益を得る目的で甲状腺検査を受けるか否か、またその方法を選ぶことができるとしています。また、「甲状腺がんについて不安を抱く低リスクの個人の中には、安心を求めて甲状腺超音波検査を受ける者もいるだろう。低リスクの個人が、甲状腺超音波検査の潜在的な利益と不利益について詳細な説明を受けた上で、検査を希望するならば、整備された甲状腺健康モニタリングプログラムの枠組みの中で甲状腺超音波検査の機会を与えられるべきである。」と補足されています。

なお、このレポートは過去の原子力事故後に実施されてきた甲状腺超音波検査を評価等するものではありません。

- 放射線被ばくとは関係なく、日本人が一生の間に甲状腺がんになる確率*は、

- 女性で0.78%、男性で0.23%

(Kamo et al., (2008) Jpn. J. Clin. Oncol. 38(8) 571-576)

*わが国における1975年から1999年のがん罹患患者数のデータに基づいて求めた、
一生涯の間に少なくとも1回がん罹患する確率。(加茂他、厚生省の指標、第52巻6号、2005年6月)

- 甲状腺への線量が1,000ミリシーベルトの場合、甲状腺がんになる確率の増分は、

- 女性で0.58～1.39%、男性で0.18～0.34% **

(UNSCEAR2006年報告書附属書A)

** 確率の増分を計算する手法は複数ある。女性の場合、男性の場合ともに、
下端がEARモデル、上端がERRモデルと呼ばれる手法で推計された値。

しかし、低線量の甲状腺被ばくにおいては、他の要因による発がんの影響で隠れてしまうため、リスクの増加を科学的に証明することは難しいとされています。

日本人が一生の間に甲状腺がんになる確率は女性で0.78%、男性で0.23%です。これは、1975年から1999年の間の我が国のがん罹患患者数のデータのうち、甲状腺がんの罹患患者数に基づいて求められた、一生涯の間に少なくとも1回甲状腺がん罹患する確率を表しています。がんの危険性を一般の人々に分かりやすく説明する指標として考えられたものです。

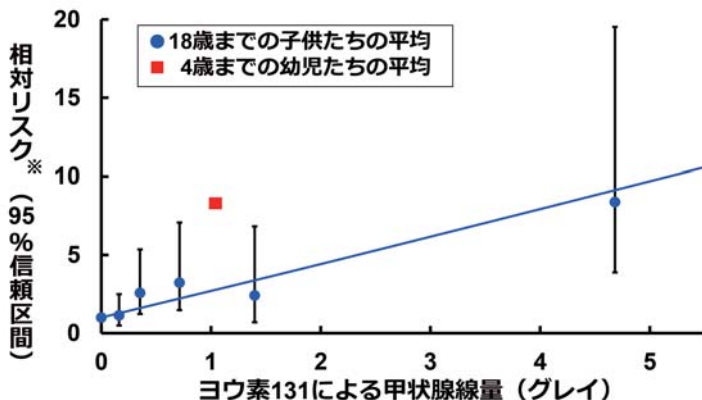
もし、甲状腺に1,000ミリシーベルトの被ばくをした場合、甲状腺がんになる確率は、女性で0.58～1.39%、男性で0.18～0.34%増加します。

しかし、甲状腺への被ばく線量が小さい場合は、他の要因による発がんの影響で隠れてしまうため、リスクの増加を科学的に証明することは難しいとされています。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日

甲状腺がんとヨウ素131による被ばく線量の線量効果関係
(ウクライナにおけるチェルノブイリ原発事故のコホート研究により推定)



出典：Brenner et al., Environ Health Perspect 119, 933, 2011より作成

※相対リスクとは、被ばくしていない人を1としたとき、被ばくした人のがんリスクが何倍になるかを表す値です。

チェルノブイリ原発事故による子供たちの内部被ばく線量と甲状腺がんのリスクの関係に関しては、図のような研究結果が示されています。

それは、甲状腺が1グレイの放射線を受けると、甲状腺がんになる可能性が約3倍になるというものです。この研究では、この3倍という数値は18歳までの子供たちの平均であり、幼児（＜4歳）の場合には、これよりも高くなる（図の■）とされています。

（関連ページ：上巻 P99「相対リスクと寄与リスク」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日



安定ヨウ素剤	1 グレイ (Gy) での過剰相対リスク※ (95%信頼区間)	
	土壌中ヨウ素濃度 が高い地域	土壌中ヨウ素濃度 が低い地域
投与なし	2.5 (0.8-6.0)	9.8 (4.6-19.8)
投与あり	0.1 (-0.3-2.6)	2.3 (0.0-9.6)

出典：Cardis *et al.*, JNCI, 97, 724, 2005より作成

※過剰相対リスクとは、相対リスクから1を引いた値です。相対リスクは、被ばくしていない人を1としたとき、被ばくした人のがんリスクが何倍になるかを表す値です。

この表のように、土壌中のヨウ素濃度が高い地域に比べ、ヨウ素濃度が低く、ヨウ素の摂取量が少ない地域では、1 グレイ当たりの甲状腺がんの過剰相対リスクが高いという報告もあります。このデータが得られたチェルノブイリ周辺地域は内陸に位置しており、周辺に海がないため、土壌中のヨウ素濃度が低く、ヨウ素を多く含む海藻や海の魚を食べる習慣にも乏しい地域です。

一方で日本の場合には、全体的にチェルノブイリ周辺地域より土壌中のヨウ素濃度が高い上、ヨウ素の摂取量が海外諸国に比較して多くなっています。そのため、チェルノブイリ周辺地域でのこのようなデータがそのまま当てはまるわけではありません。

(関連ページ：上巻 P99「相対リスクと寄与リスク」、上巻 P128「ヨウ素について」)

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日



国	人数 (千人)	平均実効線量 (mSv)		平均甲状腺 線量 (mGy)
		外部 被ばく	内部被ばく (甲状腺以外)	
ベラルーシ	25	30	6	1,100
ロシア	0.19	25	10	440
ウクライナ	90	20	10	330

mSv : ミリシーベルト mGy : ミリグレイ

出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告より作成

チェルノブイリ原発事故に際して避難を余儀なくされた人々では、甲状腺の被ばく線量は高く、平均で約490ミリグレイと推定されています。避難地域以外の旧ソビエト連邦に居住していた人々の平均甲状腺被ばく線量は約20ミリグレイであり、そのほか欧州諸国に暮らす人々の線量（約1ミリグレイ）よりもはるかに高い結果になりました。

子供では平均甲状腺被ばく線量がさらに高いと推定されています。これは、事故直後から2～3週間にわたって、ヨウ素131で汚染した牛乳を飲んだこと等が主な原因です。

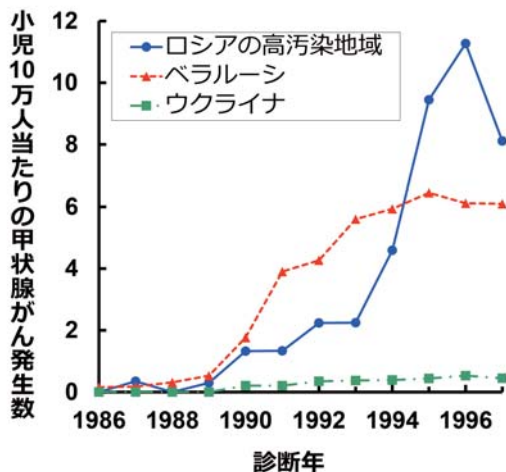
甲状腺被ばく以外の内部被ばくと外部被ばくの実効線量は、平均で約31ミリシーベルトでした。それぞれベラルーシでは約36、ロシアでは約35、ウクライナでは約30ミリシーベルトでした。平均甲状腺被ばく線量同様、平均実効線量はウクライナやロシアよりもベラルーシにおいて高いことが分かっています。

（関連ページ：上巻 P138 「小児甲状腺がんの発症時期－チェルノブイリ原発事故－」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日

小児甲状腺がん（チェルノブイリ原発事故）



甲状腺

ヨウ素は甲状腺ホルモンの材料

事故の4～5年後に
小児甲状腺がんが発生し始め、
10年後には10倍以上に増加

出典：国連科学委員会（UNSCEAR）
2000年報告書より作成

チェルノブイリ原発事故では、爆発によって放射性物質が大量に飛び広がりました。その中で健康被害をもたらしたのは、主には放射性ヨウ素であったといわれています。

地上に降り注いだ放射性ヨウ素を吸入したり、食物連鎖によって汚染した野菜や牛乳、肉を食べた子供たちの中で、小児甲状腺がんが発生しました。特に、牛乳に含まれていたヨウ素131による内部被ばくに由来するところが大きかったといわれています。

ベラルーシやウクライナでは、事故後4～5年ごろから小児甲状腺がんが発生し始め、15才未満の甲状腺がん罹患率は、1986～1990年の5年間に比べ、1991～1994年は5～10倍に増加しました。

なお、ベラルーシとウクライナは全国の小児10万人当たりの甲状腺がんの発生数であるのに対し、ロシアは汚染が高い特定の地域のみ的小児10万人当たりの甲状腺がんの発生数となっています¹。また UNSCEAR はチェルノブイリ事故後の小児及び青年で観察された甲状腺がん症例について、最も影響を受けた3つの国（ロシア、ウクライナ、ベラルーシ）が提供した最新情報から、過剰相対リスクを相対リスクで割った値（上巻 P99「相対リスクと寄与リスク」）を算出し、事故によって最も汚染された地域の事故当時小児および青年の集団に発症した甲状腺がん症例のうち、放射線被ばくに起因する割合を、0.25程度（25%）と推定しました²。

（関連ページ：上巻 P127「甲状腺について」、上巻 P137「避難集団の被ばく－チェルノブイリ原発事故－」）

出典： 1. UNSCEAR2000年報告書附属書
2. UNSCEAR「Chernobyl 2018 White Paper」

本資料への収録日：2013年3月31日

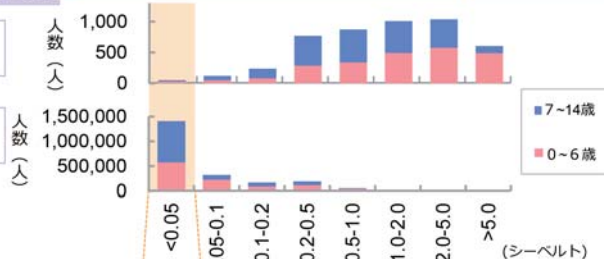
改訂日：2021年3月31日

小児の甲状腺被ばく線量

チェルノブイリ原発事故

ベラルーシで1986年
に避難した集団

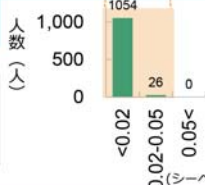
ベラルーシ全体
（避難者を除く）



出典：国連科学委員会（UNSCEAR）報告書2008年報告より作成

東京電力福島第一 原子力発電所事故

※このデータは、限られた
住民に対して行われた調査
によるものであり、全体を
反映するものではない。



計算方法
「小児甲状腺線量測定調査結果の概要について」（2011年8月17日 原子力被災者生活支援チーム医療班）にある「小児甲状腺線量測定結果」を、「スクリーニングレベル0.2μSv/h（1歳児の甲状腺等価線量として100mSvに相当）」（2011年5月12日 原子力安全委員会）を用いて比較のために改編（Gy=Sv）。

出典：原子力災害専門家グループ「福島県産の食品の安全性について」

※計測方法や測定地の空間線量率から判断して検出限界は0.025Sv程度。

東京電力福島第一原子力発電所事故で、子供たちの甲状腺が放射性ヨウ素によりどのくらいの被ばくをしたのか、正確に評価することは大変難しいですが、事故後約2週間の時点で行われた小児甲状腺被ばく線量のスクリーニング調査の結果を用いると、おおよそのことが推定できます。

この事故後2週間の時点でのスクリーニング調査は、甲状腺線量が高いと予想された川俣、いわき、飯館の15歳以下の1,080人の子供たちに対し、サーベイメータを用いて行われたものです。

その結果、原子力安全委員会（当時）が設定したスクリーニングレベルを超える子供はいないこと、検査を受けた子供全員の甲状腺被ばく線量が50ミリシーベルト以下であることが分かりました。

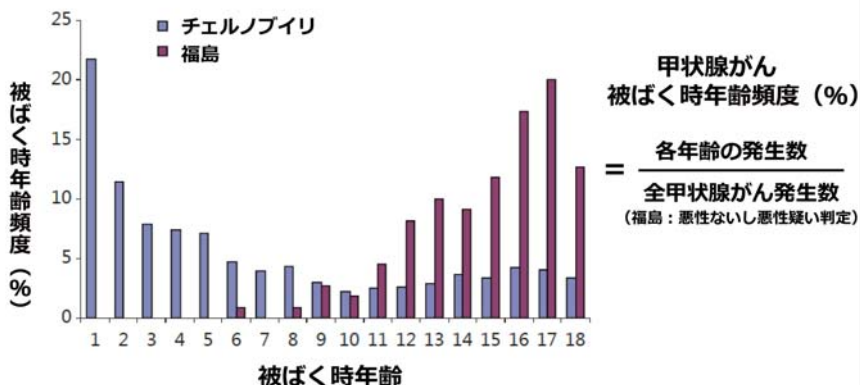
国連科学委員会（UNSCEAR）によるチェルノブイリ原発事故での甲状腺被ばく線量に関する解析では、50ミリシーベルト以下の線量域は最も小さい線量域として扱われています。小児甲状腺がんの発生の増加が見られたベラルーシでの小児甲状腺被ばく線量は、特に避難した集団で0.2～5.0あるいは5.0シーベルト以上といった値が示されており、福島県で調査された甲状腺被ばく線量より二桁も大きい値となっています。

（関連ページ：上巻 P140「チェルノブイリ原子力発電所事故と東京電力福島第一原子力発電所事故との比較（被ばく時年齢）」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2017年3月31日

● チェルノブイリと福島で観察された
小児甲状腺がんの被ばく時年齢頻度分布
（各地域の発生数に占める、被ばく時年齢別の発生割合）



図は、チェルノブイリ原発事故後に発生した甲状腺がんの事故当時年齢別の頻度と東京電力福島第一原子力発電所事故（福島原発事故）後の3年間で診断された甲状腺がんの18歳以下における事故当時年齢別頻度を比較したものです。（図中の％は「その地域での発生数全体のうち、各年齢の発生数が全体の何％を占めているか」という年齢別割合です。全年齢を合計すると100％となります。）チェルノブイリでは福島のように統一された甲状腺検査が実施されていないこと、また対象人数や観察期間が示されていないことなどから、正確に頻度を比較することはできませんが、年齢分布には明らかな違いがあることがわかります。

一般的に放射線が誘発される甲状腺がんは、被ばく時年齢が低いほど（特に5歳以下）高リスクであることが知られています（上巻 P121「被ばく時年齢別発がんリスク」）。チェルノブイリでは被ばく時年齢がより低いほど、甲状腺がん頻度の高い傾向が見られました。一方、福島では事故後の3年間に於いて、低年齢層では甲状腺がん頻度の上昇は見られず、年齢の上昇に伴う頻度の上昇が認められました。これは通常の甲状腺がんの罹患率の上昇パターンと同じです（上巻 P129「甲状腺がんの特徴」）。

Williams によると日本はチェルノブイリ周辺地域と比べてヨウ素の日常的な食事摂取量が多いこと、また、子供の甲状腺被ばく推定線量の最大値がチェルノブイリとは大きく違うこと（福島：66ミリグレイ、チェルノブイリ：5,000ミリグレイ）からも、福島原発事故後の3年間で見つかった甲状腺がんは、原発事故の放射線の影響によるものではないと示唆されています。

（関連ページ：上巻 P139「チェルノブイリ原子力発電所事故と東京電力福島第一原子力発電所事故との比較（甲状腺線量）」）

専門家会議（※）中間取りまとめ（2014年12月）では、福島県「県民健康調査」甲状腺検査先行検査で発見された甲状腺がんについて、以下の点を考慮し、「原発事故由来のものであることを積極的に示唆する根拠は現時点では認められない。」と評価しています。

（※）東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議

- i) 今回の原発事故後の住民における甲状腺の被ばく線量は、チェルノブイリ事故後の線量よりも低いと評価。
- ii) チェルノブイリ事故で甲状腺がんの増加が報告されたのは事故から4～5年後のことであり、「先行検査」で甲状腺がんが認められた時期とは異なる。
- iii) チェルノブイリ事故で甲状腺がんの増加が報告されたのは主に事故時に乳幼児であった子どもであり、「先行検査」で甲状腺がん又は疑いとされている者に、乳幼児はいない。
- iv) 一次検査の結果は、対象とした母集団の数は少ないものの三県調査の結果と比較して大きく異なるものではなかった。
- v) 成人に対する検診として甲状腺超音波検査を行うと、罹患率の10～50倍程度の甲状腺がんが発見される。

出典：「東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議」中間取りまとめ（2014年12月）
(<http://www.env.go.jp/chemi/rhm/conf/tyuukanntorimatomesegohyouhannel.pdf>)

東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議では、線量把握・評価、健康管理、医療に関する施策のあり方等を専門的な観点から検討しています。

2014年12月に中間取りまとめを公表し、その中で「県民健康調査」の甲状腺検査先行検査で発見された甲状腺がんについては、「原発事故由来のものであることを積極的に示唆する根拠は現時点では認められない。」と評価しています。

なお、甲状腺検査の継続の必要性については、「被ばく線量の推計における不確かさに鑑み、放射線の健康管理は中長期的な課題であるとの認識の下で、住民の懸念が特に大きい甲状腺がんの動向を慎重に見守っていく必要がある。」と指摘しています。

（関連ページ：下巻 P141「甲状腺検査 先行検査結果に対する見解」）

本資料への収録日：2018年2月28日

改訂日：2019年3月31日