

## ■放射線による生殖腺（生殖細胞）への影響

## ○遺伝子突然変異

DNAの遺伝情報の変化（点突然変異）

## ○染色体異常

染色体の構造異常

※ヒトでは子孫の遺伝病の増加は証明されていません

## ■遺伝性影響のリスク(子と孫の世代まで)

= 約0.2%/グレイ(1グレイ当たり1,000人中2人)

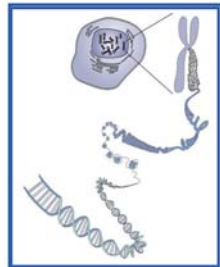
(国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告)

この値は、以下のデータを用いて間接的に推定されている

- ・ヒト集団での各遺伝性疾患の自然発生頻度
- ・遺伝子の平均自然突然変異率（ヒト）、平均放射線誘発突然変異率（マウス）
- ・マウスの放射線誘発突然変異からヒト誘発遺伝性疾患の潜在的リスクを外挿する補正係数

## ■生殖腺の組織加重係数（国際放射線防護委員会(ICRP)勧告）

0.25(1977年)→0.20(1990年)→0.08(2007年)



動物実験では親に高線量の放射線を照射すると、子孫に出生時障害や染色体異常等が起こることがあります。しかし人間では、両親の放射線被ばくが子孫の遺伝病を増加させるという証拠は見つかっていません。国際放射線防護委員会（ICRP）では、1グレイ当たりの遺伝性影響のリスクは0.2%と見積もっています。これはがんの死亡リスクの20分の1にも満たない値です。さらに、ICRPは自然発生的な突然変異確率を2倍に増加させる被ばく線量（倍加線量）がヒトとマウスで同じ1Gyであると仮定していますが、ヒトで遺伝性影響が確認できていないことから、過大評価である可能性もあります。

原爆被爆者二世を対象として、寿命調査、健康影響調査や様々な分子レベルの調査が行われています。こうした調査結果が明らかになるにつれ、従来心配されていたほどには遺伝性影響のリスクは高くないことが分かってきたため、生殖腺の組織加重係数の値も、最近の勧告ではより小さい値に変更されています。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日



## 原爆被爆者の子供における安定型染色体異常

異常の起源	染色体異常を持った子供の数 (割合)	
	対照群 (7,976人)	被ばく群 (8,322人) 平均線量は0.6グレイ
両親のどちらかに由来	15 (0.19%)	10 (0.12%)
新たに生じた例	1 (0.01%)	1 (0.01%)
不明 (両親の検査ができなかった)	9 (0.11%)	7 (0.08%)
<b>合計</b>	<b>25 (0.31%)</b>	<b>18 (0.22%)</b>

出典：放射線影響研究所ウェブサイト「被爆者の子供における染色体異常（1967～1985年の調査）」  
([https://www.ref.or.jp/programs/roadmap/health\\_effects/geneefx/chromosomeab/](https://www.ref.or.jp/programs/roadmap/health_effects/geneefx/chromosomeab/)) より作成

原爆被爆二世の健康影響調査で、重い出生時障害、遺伝子の突然変異や染色体異常、がん発生率、がんやその他の疾患による死亡率等について調べられていますが、どれも対照群との差は認められていません。

安定型染色体異常は細胞分裂で消失することがなく、子孫に伝わる形の染色体異常です。両親の少なくともどちらかが爆心地から2,000m以内で被ばく（推定線量が0.01グレイ以上）した子供（被ばく群）8,322人の調査では、安定型染色体異常を持つ子供は18人でした。一方、両親とも爆心地から2,500m以上で被ばく（推定線量0.005グレイ未満）したが、両親とも原爆時に市内にいなかった子供（対照群）7,976人では、25人に安定型染色体異常が認められました。

しかし、その後の両親及び兄弟姉妹の検査により、染色体異常の大半は新しく生じたものではなく、どちらかの親がもともと異常を持っていて、それが子供に遺伝したものであることが明らかとなりました。こうしたことから、親の被ばくにより、生殖細胞に新たに安定型染色体異常が生じ、二世に伝わるといった影響は、原爆被爆者では認められないことが分かりました。

（関連ページ：上巻 P89 「DNA →細胞→人体」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2022年3月31日

	がん生存者の子供 (6,129名)		患者兄弟の子供 (3,101名)	
	症例数	頻度	症例数	頻度
染色体異常	7	0.1%	6	0.2%
メンデル遺伝病	14	0.2%	8	0.3%
奇形	136	2.2%	97	3.1%
計	157	2.6%	111	3.6%

※がん生存者の生腫腺平均線量は、女性1.26Gy、男性0.46Gy

出典：Green DM et al: J Clin Oncol Vol.27, 2009: 2374-2381. より作成

© 2009 American Society of Clinical Oncology  
 Green DM et al: Journal of Clinical Oncology 2009 27:14, 2374-2381  
<https://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.2008.21.1839>  
 Wolters Kluwer Health, Inc. and its Societies take no responsibility for the accuracy of the translation from the published English original and are not liable for any errors which may occur.

この表は、米国 / カナダの小児がん治療生存者の子供に対する調査結果です。原爆被爆二世調査と同じく、染色体異常、メンデル遺伝病、奇形の過剰発症は認められません。マウスの遺伝性影響研究を元に、ICRP は、放射線による遺伝性疾患の倍加線量を1グレイと評価していますが、この調査結果は、生腫腺の平均線量から予測される染色体異常やメンデル遺伝病の増加を示していません。

出典

- D.M. Green et al.: J. Clin. Oncol. 27: 2374-2381, 2009.

本資料への収録日：2018年2月28日

改訂日：2019年3月31日

		父親の線量(Gy)			
		<0.01	0.01-0.49	0.5-0.99	>=1
母親の線量(Gy)	<0.01	2,257/45,234 (5.0%)	81/1,614 (5.0%)	12/238 (5.0%)	17/268 (6.3%)
	0.01-0.49	260/5,445 (4.8%)	54/1,171 (4.6%)	4/68 (5.9%)	2/65 (3.1%)
	0.5-0.99	44/651 (6.8%)	1/43 (2.3%)	4/47 (8.5%)	1/17 (5.9%)
	>=1	19/388 (4.9%)	2/30 (6.7%)	1/9 (11.1%)	1/15 (6.7%)

出典：M. Ohtake et al.: *Radiat. Res.* 122: 1-11, 1990. より作成

原爆被爆により生殖系列細胞のゲノムに誘発された遺伝子変異が、受精後の胚や胎児や新生児の成長に障害をもたらす可能性を調査するため、1948年～54年に新生児調査が実施されました。しかし、放射線の影響は観察されませんでした<sup>1</sup>。

小児がん生存者の子供の疫学調査（上巻 P110 「小児がん治療生存者の子供に対する調査」）の中で、米国 / カナダ<sup>2, 3</sup>やデンマーク<sup>4, 5</sup>で出生時異常などの調査が実施されています。これらの調査でも、男親の被ばくによる先天奇形や死産のリスクは観察されていません。一方、女親の卵巣・子宮の10Gy 以上の被ばくでは、子宮機能の低下による早産、死産が増加していました<sup>3</sup>。

1. M. Ohtake et al.: *Radiat. Res.* 122: 1-11, 1990.
2. L.B. Signorello et al.: *J. Clin. Oncol.* 30: 239-45, 2012.
3. L.B. Signorello et al.: *Lancet* 376(9741): 624-30, 2010.
4. J.F. Winther et al.: *J. Clin. Oncol.* 30:27-33, 2012.
5. J.F. Winther et al.: *Clin. Genet.* 75: 50-6, 2009.

本資料への収録日：2018年2月28日

改訂日：2019年3月31日

## ■ 20歳までに発症した悪性腫瘍による死亡

41,066名の追跡調査の結果、親の生殖線量（平均0.435Sv）と死亡との関連はありませんでした。

（出典：Y. Yoshimoto et al.: *Am J Hum Genet* 46: 1041-1052, 1990.より作成）

## ■ がんの罹患率（1958年—1997年）

40,487名の追跡調査の結果、575件の固形腫瘍、68件の血液腫瘍が発症していましたが、親の線量との関連はありませんでした。（調査継続中）

（出典：S. Izumi et al.: *Br J Cancer* 89: 1709-13, 2003.より作成）

## ■ がんによる死亡

1946年-2009年の観察期間で、75,327名の追跡調査の結果、1,246件のがんによる死亡が発生していましたが、親の線量との関連はありませんでした。

（出典：E. Grant et al.: *Lancet Oncol* 16: 1316-23, 2015.より作成）

## ■ 生活習慣病有病率（2002年—2006年）

約12,000名の臨床横断調査の結果、生活習慣病と親の線量との関連はありませんでした。（調査継続中）

（出典：S. Fujiwara et al.: *Radiat Res* 170: 451-7, 2008.より作成）

放射線影響研究所では、親の被ばくが、子孫の多因子疾患である生活習慣病を増加させるかどうかを追跡調査しています。これまで、20歳までに発症した悪性腫瘍の調査<sup>1</sup>、がんの調査<sup>2,3</sup>、生活習慣病の調査<sup>4</sup>が行われてきましたが、放射線の影響は観察されていません。

1. Y. Yoshimoto et al.: *Am J Hum Genet* 46: 1041-1052, 1990.

2. S. Izumi et al.: *Br J Cancer* 89: 1709-13, 2003.

3. E. Grant et al.: *Lancet Oncol* 16: 1316-23, 2015.

4. S. Fujiwara et al.: *Radiat Res* 170: 451-7, 2008.

本資料への収録日：2018年2月28日

改訂日：2023年3月31日