

放射線の遺伝的影響について

- 「東日本大震災後の原子力事故による放射線被ばくのレベルと影響に関する UNSCEAR2013 年報告書の刊行後の進展～国連科学委員会による今後の作業計画を指し示す 2017 年白書」(抜粋)

本委員会は、福島第一原発事故による健康リスクは、公衆および作業者の被ばく線量が有意に低いためにチェルノブイリでの原発事故の場合よりもはるかに低いと予想している。放射線被ばくによる確定的影響は公衆では観察されておらず、今後も出現しないと予測されている。妊娠中の被ばくによる自然流産、その他の流産、周産期死亡、出生児異常または認知機能障害の増加は予想されていない。また、「事故によって被ばくした人の子孫における遺伝性疾患の識別可能な増加」が生じるとも予測されていない。
(以下省略)

- 福島原発事故 WHO 健康リスク評価専門家会合報告書
(平成 25 年 2 月 28 日公表)

遺伝性影響については、動物実験では観察されているものの、原爆被爆者の子どもや放射線治療を受けた患者の子どもに関する調査では確認されておらず、動物実験の結果を前提に考えても被ばくした人の子孫における遺伝性疾患の発生リスクは被ばくした本人の生涯がんリスクよりはるかに小さいことを指摘している。

(「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とりまとめ(平成26年12月)」より引用)

■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)

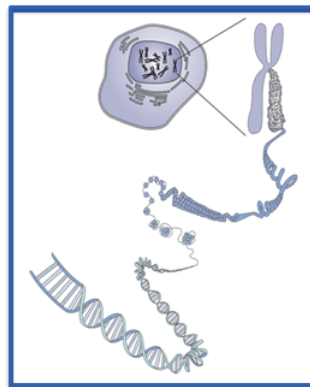
(国際放射線防護委員会(ICRP) 2007年勧告)

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。さらに付け加えるなら、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、死亡追跡調査、臨床健康診断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:平成25年3月31日

改訂日:平成30年2月28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%) |
| 合計 | 25 (0.31%) | 18 (0.22%) |

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）」
(<http://www.ref.or.jp/radefx/genetics/chromeab.html>)

原爆被爆者二世の健康影響調査では、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以遠で被ばく(推定線量0.005グレイ未満)したか、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。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27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% |

※がん生存者の生殖腺平均線量は、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

Reprinted with permission. © 2009 American Society of Clinical Oncology. All rights reserved.
Green DM et al: J Clin Oncol Vol.27, 2009: 2374-2381.
The authors, editors, and ASCO are not responsible for errors or omissions in the translation.

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を報告した文献*の表7を日本語訳したものです。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、生殖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：Green DM et al: J Clin Oncol Vol.27, 2009: 2374-2381.

本資料への収録日：平成30年2月28日

原爆被爆者の子供における出生時の異常 (奇形、死産、2週以内の死亡)

| | | 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があるため、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*¹。

小児がん生存者の子供の疫学調査(上巻P104「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*²、*³やデンマーク*⁴、*⁵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*³。

*出典:

- 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:平成30年2月28日

- 20歳までに発症した白血病、遺伝性の可能性のある腫瘍等の死亡
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.)
- がん死亡（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.)
- 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.)

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、小児がん・白血病の調査*¹、固形がんの調査*²、生活習慣病の調査*³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。

* 出典

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

本資料への収録日：平成30年2月28日