

被爆二世の健康と命を守るために

振津かつみ

兵庫医科大学・遺伝学，非常勤講師，内科医

2026. 2. 15, 広島

電離放射線に被ばくしたヒト集団では、
放射線誘発遺伝的（遺伝性）疾患は
これまでのところ証明されていない。

しかしながら、

電離放射線は普遍的な突然変異誘発原であり、
植物や動物を用いた実験研究では、
放射線は遺伝的影響を誘発できることが
証明されている。

従って、ヒトはこの点に関して例外でないであろう。

[原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)・2001年報告より]

親の**生殖細胞の被ばく**を介して

被爆二世は身体に原爆放射線の影響を受けている

可能性がある

[図1]正常生殖細胞形成

精祖細胞*

46, XY

思春期

一次精母細胞

46, XY

二次精母細胞

23, X

23, Y

精子細胞

23, X

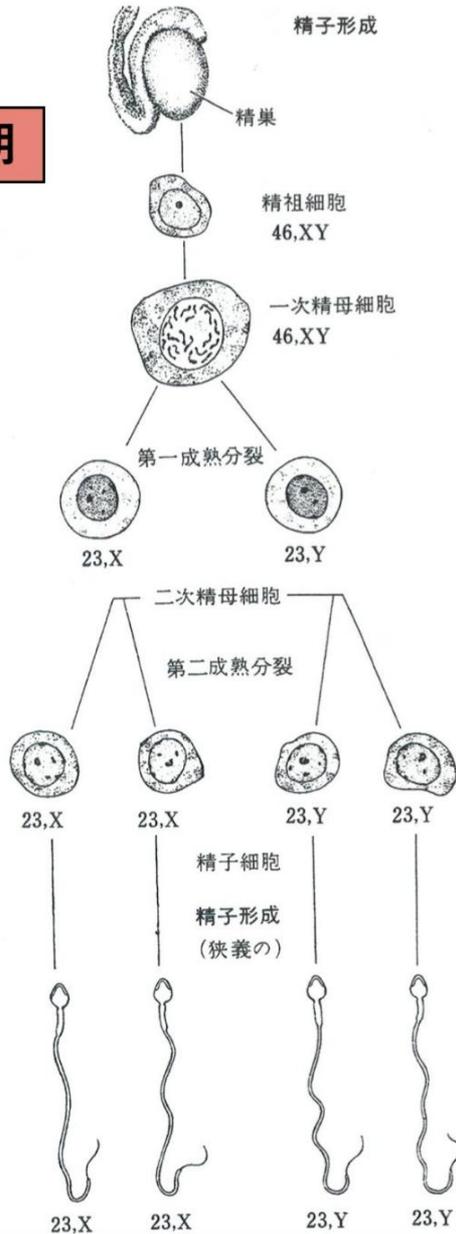
23, Y

23, X

23, Y

精子

(*精原細胞ともいう)



出生前

卵祖細胞

46, XX

一次卵母細胞

46, XX

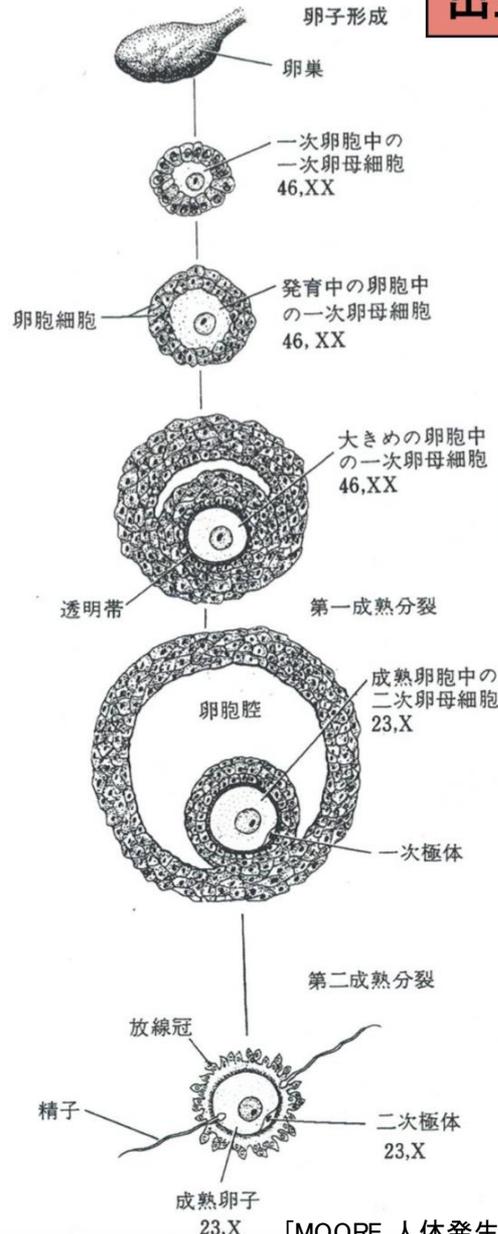
思春期
卵胞成熟

二次卵母細胞

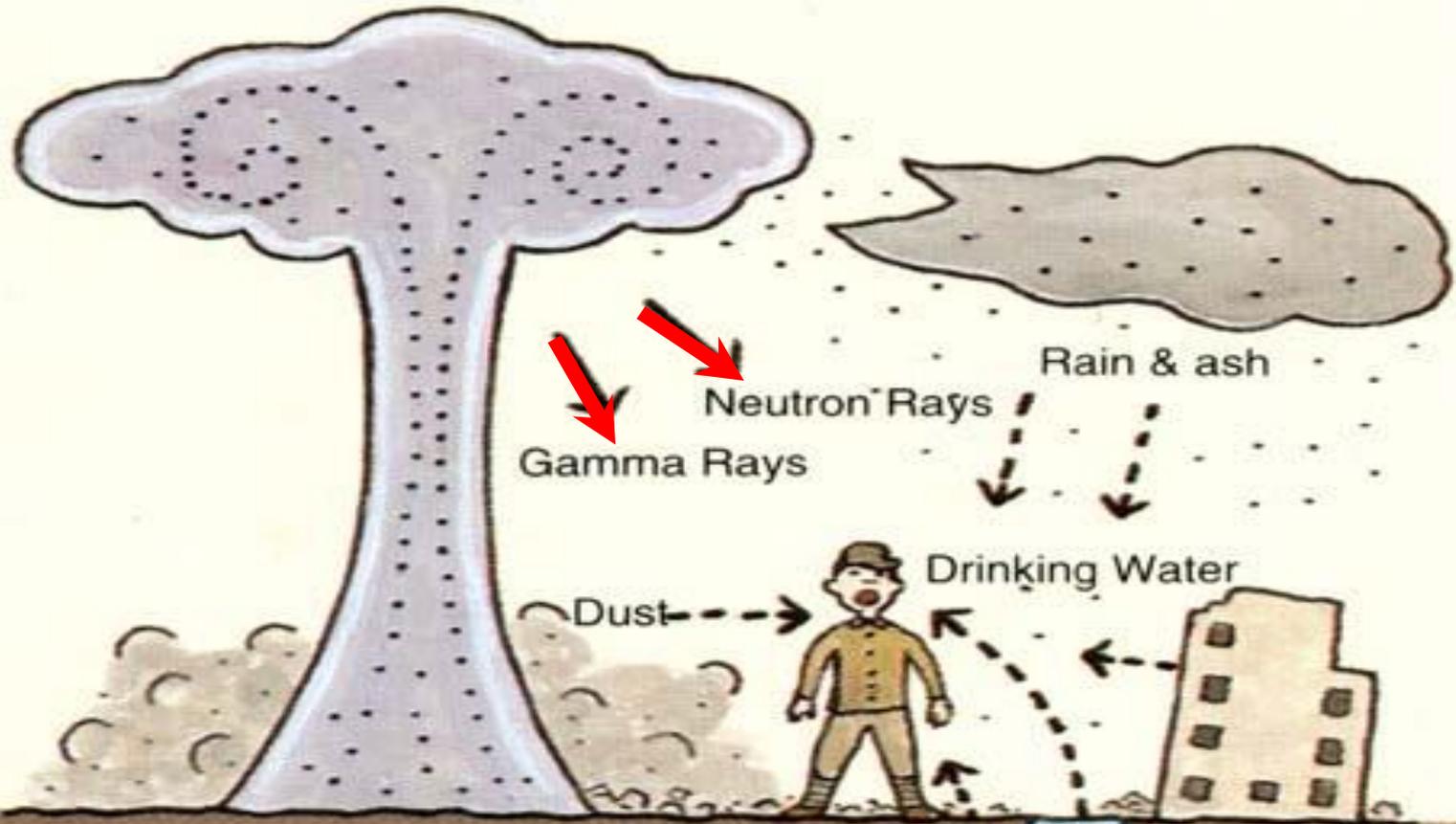
23, X

卵子

23, X



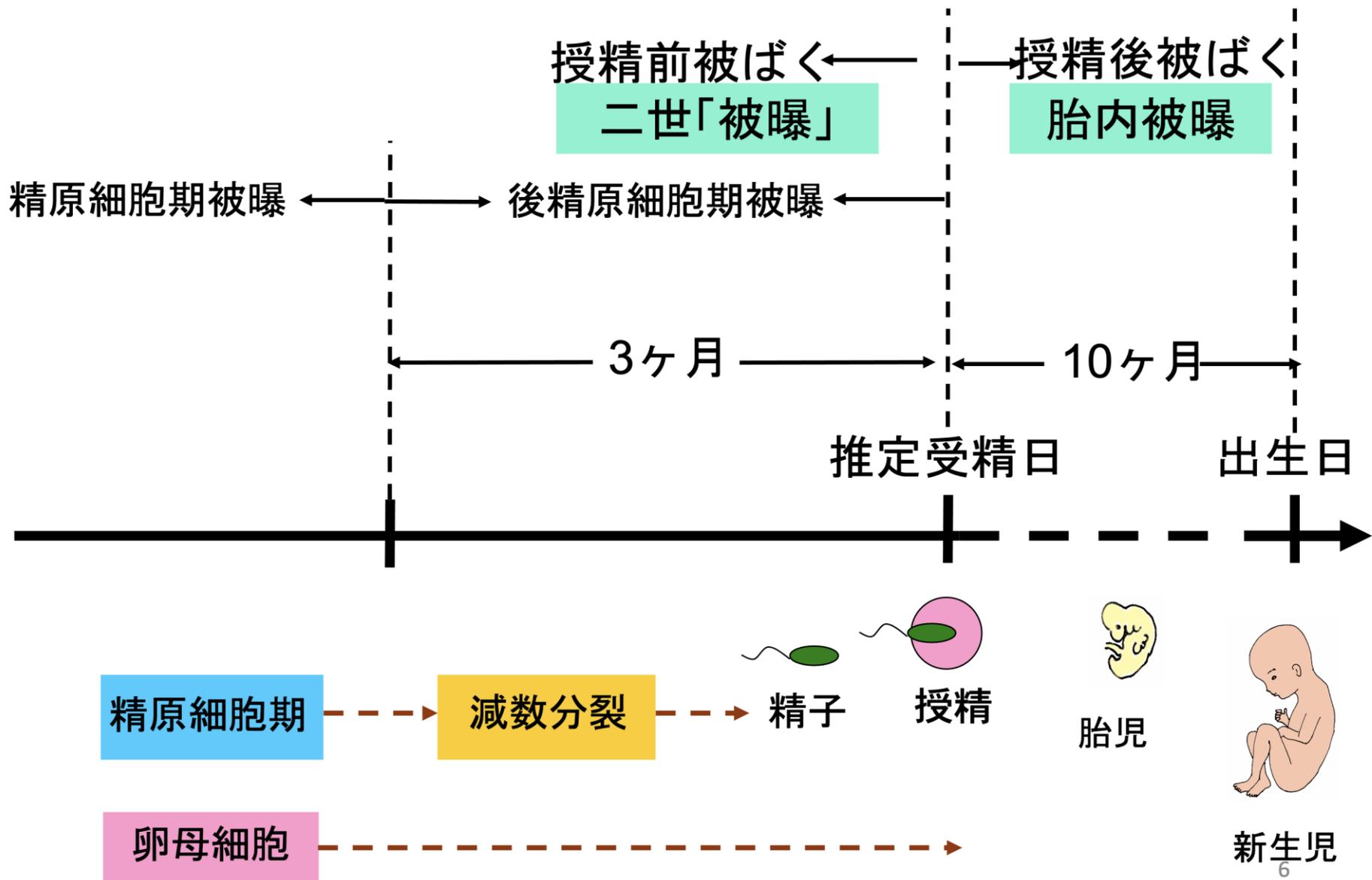
原爆放射線によるヒバク



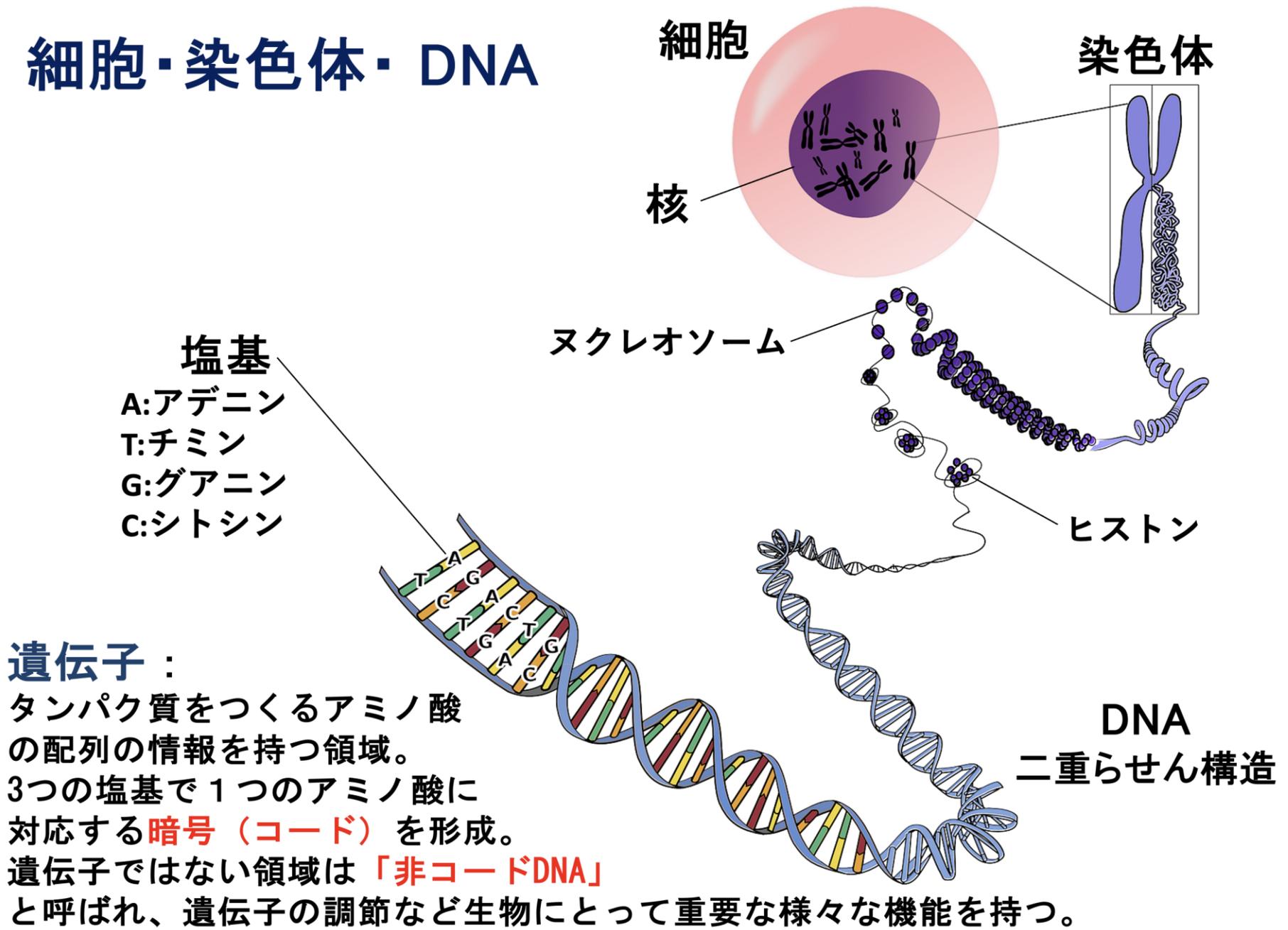
Initial Radiation →

Residual Radiation - - - - ->

親の被ばく時期と生殖細胞の成熟時期



細胞・染色体・DNA



塩基

- A: アデニン
- T: チミン
- G: グアニン
- C: シトシン

遺伝子：

タンパク質をつくるアミノ酸の配列の情報を持つ領域。

3つの塩基で1つのアミノ酸に対応する**暗号（コード）**を形成。

遺伝子ではない領域は「**非コードDNA**」

と呼ばれ、遺伝子の調節など生物にとって重要な様々な機能を持つ。

[参考：「DNAの98%は謎」小林武彦著（ブルーバックス・講談社）]

ヒトの放射線の継世代影響評価 のための調査・研究

1. 動物実験

動物実験の結果からヒトへの影響を推察

2. 疫学調査

被ばくしたヒト集団の子どもたちの健康調査

3. 分子遺伝学的研究

生殖細胞系列のDNAの新生変異や
RNA発現の変化を調べる



Prof. Taisei Nomura
野村 大成 先生
(1942-2022)

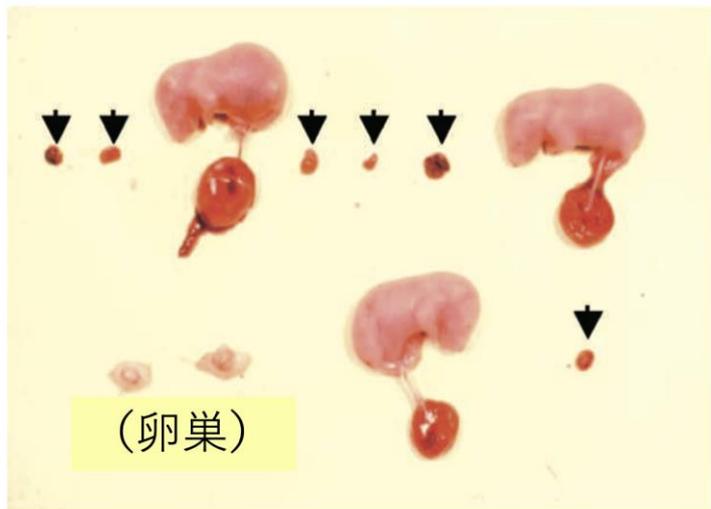
父親マウスのX線照射で子どもマウス (F1胎児) に 胚芽死 (顕性致死) が誘発された

放射線, 化学物質



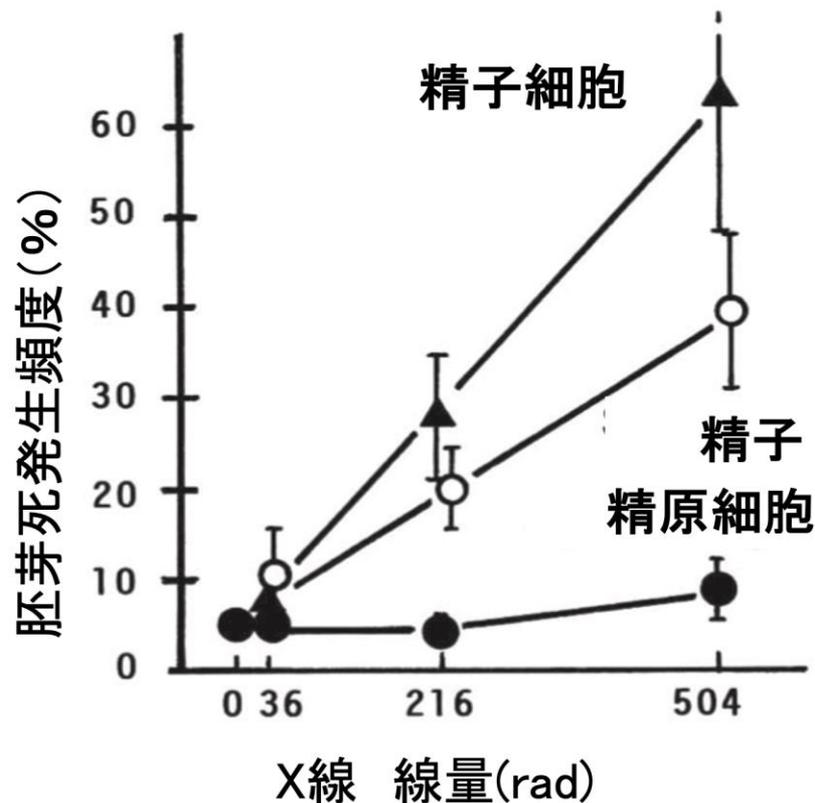
胎児

胚芽死
は放射線による
多因子性影響



(卵巢)

胚芽死

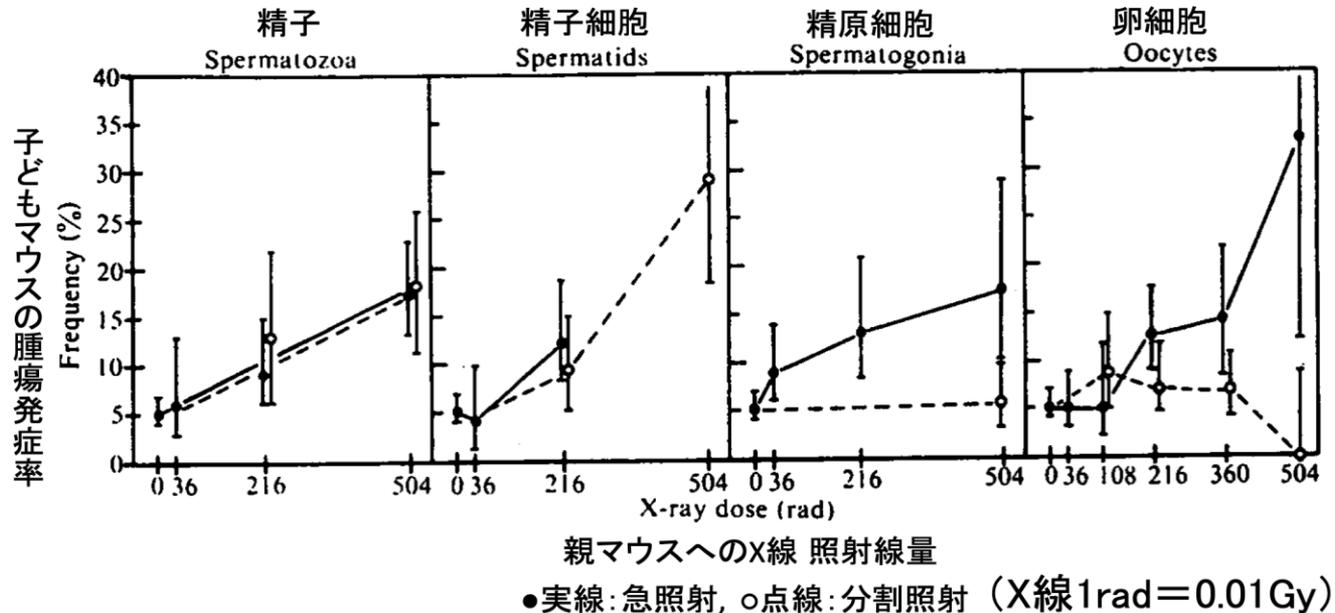


野村(2006)[甲B37]より引用して作図
(X線1rad=0.01Gy)

親マウスのX線照射で子どもマウスに腫瘍が誘発された

[図2] 親マウスに放射線照射した子供マウスの腫瘍発症頻度
 ~生殖細胞の異なるステージに、線量を変えて照射~

子どもマウスに多因子性疾患である腫瘍が誘発され、親の被曝線量に比例して増加

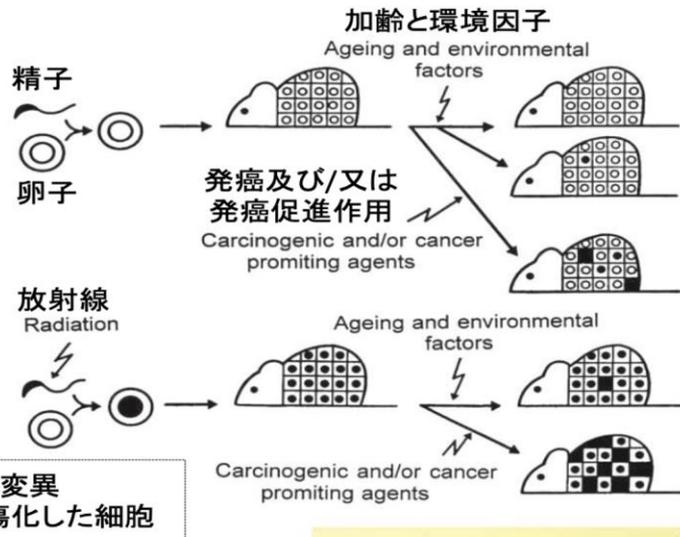


図は[甲B6]より引用(日本文追加は振津)

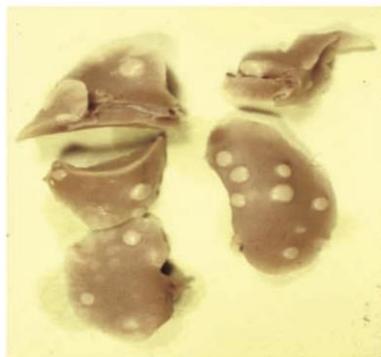
1. 精子、精子細胞は精原細胞よりも感受性が高い
2. 精原細胞と卵細胞には、分割照射で効果の減弱が見られた
 低線量・低線量率効果の減弱係数は、10以上 (精子・精子細胞を1として)
3. 推定**倍加線量**:精子 25rad(X線で**0.25Gy**に相当), 精原細胞 50rad (同**0.5Gy**)
 (野村, Nature1982[甲B6], Mut. Research 1983[甲B38])

親の被曝と子供への生後の環境因子が加わり 多因子性疾患が誘発・増幅される

[図4] 父親被曝によって生殖細胞系列に「腫瘍になりやすい」変異が起こり、その変異を持った子供(F1)が環境因子(変異原)に曝され腫瘍が多発する

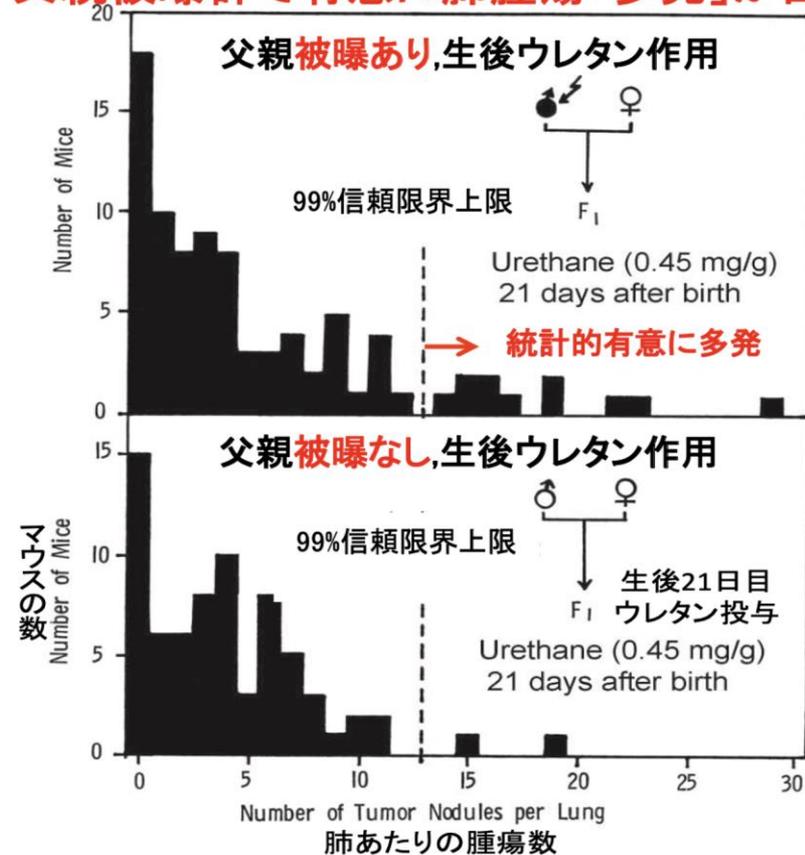


“Cluster”
「クラスター」
(多発)



[解剖したマウスの肺に腫瘍が多発している例]

父親被曝群で有意に肺腫瘍「多発」が出現*

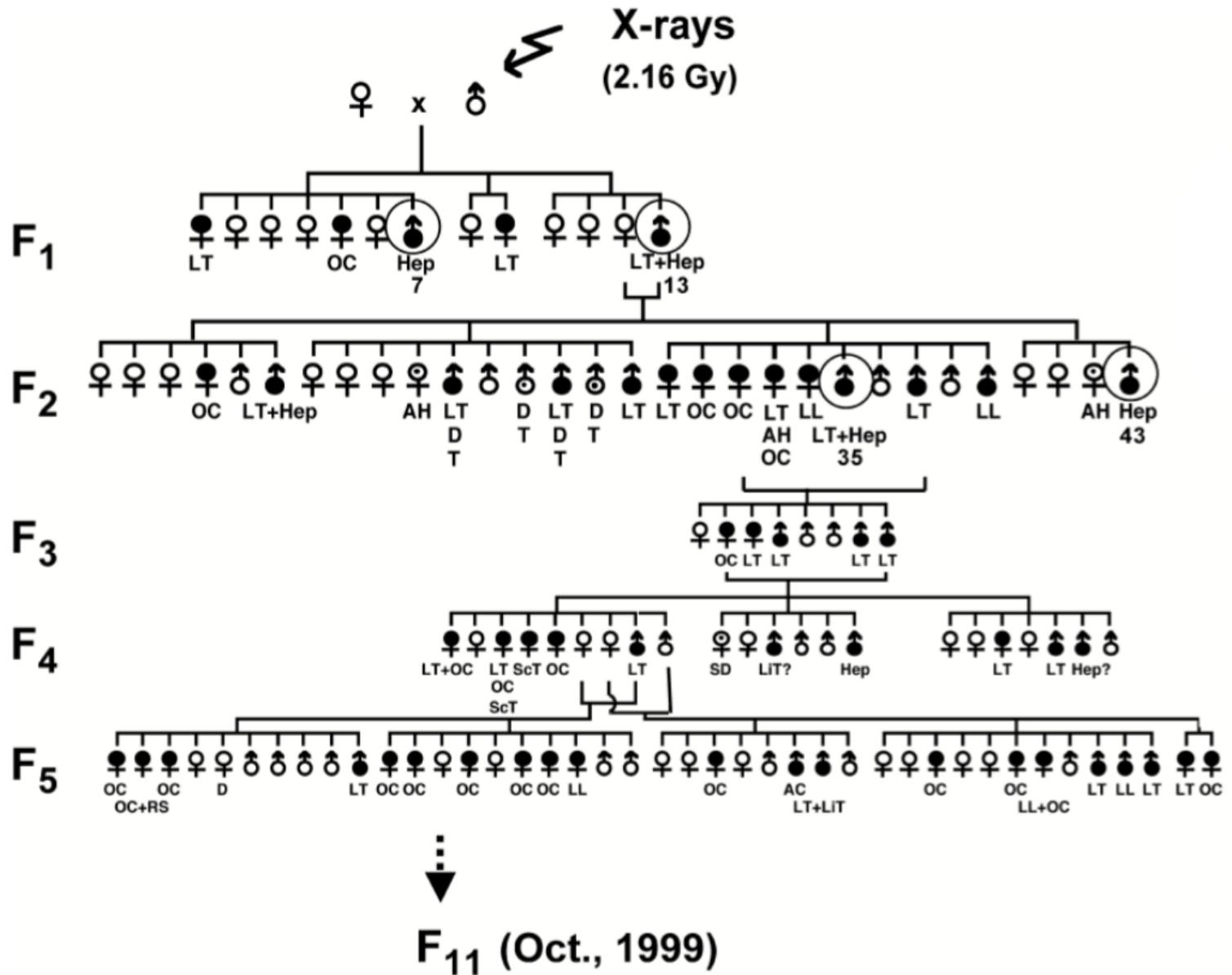


原論文に基づき一部訂正

J. Rad. Res. 47(2006) Nomuraより、日本文を追加して作成

* 原論文では: カイ2乗検定, $P < 0.01$

多因子性疾患: 「遺伝的要因と環境要因両者を含む疾患」
(UNSCEAR 2001)



野村のマウス実験の結果から推察された ヒトの放射線による継世代影響

1. ヒトでも継世代影響が誘発される可能性は否定できない。
2. 放射線に特異的疾患ではなく、広く自然発症する（慢性）多因子疾患が次世代に誘発されそれ以降の世代に受け継がれていく可能性がある。
3. 生後に環境変異原などの因子が加わることで、多因子疾患が誘発・増幅される可能性がある。
(野村のマウス実験はヒトの生後の生活環境のモデル)
4. 継世代影響リスクは親の被曝線量に応じて増加。
(野村らのマウス実験の多因子疾患の倍加線量は、ラッセルらの推定した1Gyよりも低かった。)

マウス実験の重要性

放射線影響の調査研究を目的にヒトに故意に放射線を照射するというようなことは、あってはならない行為である。

そのような事情から、マウスなどの実験動物を用いた基礎研究がヒトへの放射線の遺伝的（継世代）影響の評価に重要な役割を果たしてきた。

原子力利用のための「放射線防護」においては、ヒトの（継代的）自然変異率とマウスの（継代的）放射線誘発変異率を基礎に、ヒトの放射線による遺伝的影響リスクを推定して用いている。

一般にマウス実験からヒトへのリスクを推定することは薬剤開発での副作用のテストなどでも広く用いられていることは周知の通りである

国連科学委員会(UNSCEAR,2001)による 放射線の遺伝リスク推定

疾患の種類	基準頻度/ 100 万人生産児*	連続被ばく		1世代被ばく	
		リスク/0.1Gy/100 万人子孫			
		第1世代 (子ども)	第2世代 (孫)	第1世代 (子ども)	第2世代 (孫)
メンデル型 常染色体顕性と X染色体連鎖	16500	75-150	130-250	75-150	50-100
常染色体潜性	7500	0	0	0	0
染色体型	4000	**	**	**	**
多因子性					
慢性多因子性	650000 ***	25-120	25-120	25-120	25-120
先天異常	60000	200 ****	240-300	200	40-100
合計	73800	300-470	393-670	300-470	115-320

* 2001年報告の値を記載した。

** 一部は常染色体顕性とX染色体連鎖性のリスクに、そして一部は先天異常のリスクに含有されると
UNSCEAR2001報告では仮定している。

***ハンガリー等での有病率に基づく。悪性腫瘍(癌・白血病)は含まれていない。

****先天異常については、マウスデータを用いて得られた推定値で、倍加線量法によるものではない。
子宮内で検査された**先天異常のデータ(Nomuraら)**、離乳期に調べた骨格異常と白内障データに基づく。
「緩照射の線量率低減係数3」を仮定してリスクを3分の1にして誘発率 10×10^{-4} /配偶子/Gyとし、
両性なのでその2倍にしている。(表はUNSCEAR 2001年報告, 表45, 46より、振津が作成)

原爆被爆者の子どもに関する調査

ABCC/放影研による研究・調査

異常妊娠終結頻度(流死産,奇形,乳児死亡)	1948～1954年*
性比	1948～1962年
成長と発達(身長,体重,知能発達)	1965年
染色体異常	1967～1984年
悪性腫瘍頻度	1960年～進行中
死亡率	1960年～進行中
突然変異(血清蛋白の異常を調査)	1977～1984年
DNAレベルでの突然変異	1985年～進行中
臨床健康診断(成人の多因子疾患)	2001年～進行中

* 2021年に最新の再評価報告が出された。

「原爆被爆者の子ども達の先天性形成異常と周産期死亡：再評価」, 山田ら, 2021

ABCC/放影研の遺伝的調査の科学的 問題点・限界についての研究者自身の考察

- 対象集団の大きさの限界
- 調査期間の限界
- 遺伝的影響検出の指標の感度・適性
- 生殖細胞の成熟課程と放射線感受性
- 遺伝的負荷が淘汰されてきた可能性

「遺伝的障害の増加を証明できなかったが、リスクがないことを示すものではない。...遺伝的負荷の可能性はあるが定量的に証明するまでには至っていない。」等々

健康と命を守るために、今、できることを…

ヒトの放射線による遺伝的（継世代）健康影響を直接にヒトで証明するようなデータは、未だ数多くはない。

しかし、マウス実験の結果などからも、被爆二世の遺伝的（継世代）健康影響の可能性は否定できない。このことは国内外の科学者のコンセンサスである。

ヒトの調査で「統計的に有意な影響」を示す結果が多数得られない限り、対策を講じない、健康や医療の保障を行わないというのでは、被爆二世の健康と命を守ることはできない。

予防原則／Precautionary principle

「環境を保護するためには、各国により、それぞれの能力に応じて、予防的アプローチが広く適用されなければならない。深刻な、あるいは、不可逆的な損害のおそれがある場合には、完全な科学的確実性の欠如が、環境悪化防止のための費用効果的な措置を延期するための理由とされるべきではない。」

「地球環境サミット」リオ宣言(1992年)

「立証義務」は加害者側にある

有害物質や放射線への被ばくが、健康や環境に「被害を及ぼさない」ことの証明は、加害者側（政府・企業・軍など）が行うべき。

Hiroshima and Nagasaki



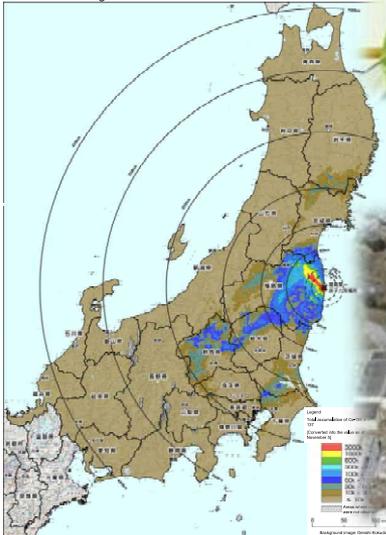
Chernobyl



Four Corners, Indigenous people



Fukushima



米核実験のひばく被害を受けたマーシャル諸島



日本軍による占領と戦争の傷跡～
爆撃を受けた日本軍司令部の建物（ジャルート環礁）



子ども達に核実験被害の歴史を教える、核実験
ヒバクシャの二世（アイルック環礁で）



フクシマを「核時代」の終わりの始まりに！

「核と人類は共存できない」

核被害の実相を原点に

核廃絶とヒバクシャの権利と補償を求める運動を両輪に



ご清聴ありがとうございました。