

Sv(シーベルト)=Gy(グレイ) × RBE(生物効果比)

X, γ線ではRBE=1, 中性子線はエネルギーにより2-10

人体に対する放射線の影響

1. 急性致死障害

- a. 中枢神経死 きわめて高線量 100 Gy 以上
- b. 胃腸死 1週間以内 10-100 Gy
- c. 骨髄死 1カ月内外 4-10 Gy

2. 放射線に高感受性の組織

- a. 細胞分裂の盛んな組織
骨髄、腸上皮、皮膚、性腺など
- b. 胎児
- c. 放射性物質の集積しやすい組織
甲状腺、骨など

3. 晩発・(遅発) 障害

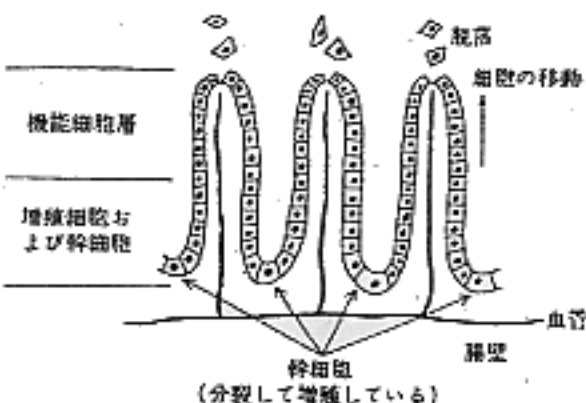
発がん

4. 遺伝的障害

- a. 染色体異常
- b. 遺伝子突然変異

(5. 社会的
(心理的)
影響)

腸の内腔(食物の通り部分)

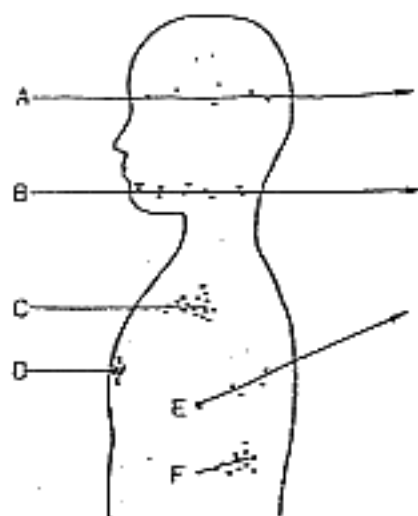


(分裂して増殖している)

図4-1 腸上皮の villi (絨毛) の構造と細胞動態の模式図。

放射線照射により幹細胞は分裂しなくなるが細胞の移動と脱落は続くため腸から出血して死亡する

胃腸死(出血による)の機構



放射線の急性効果による死亡は

線量によって機構が異なる

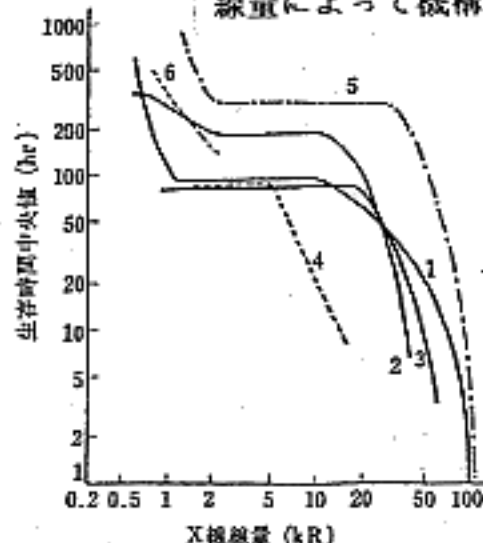
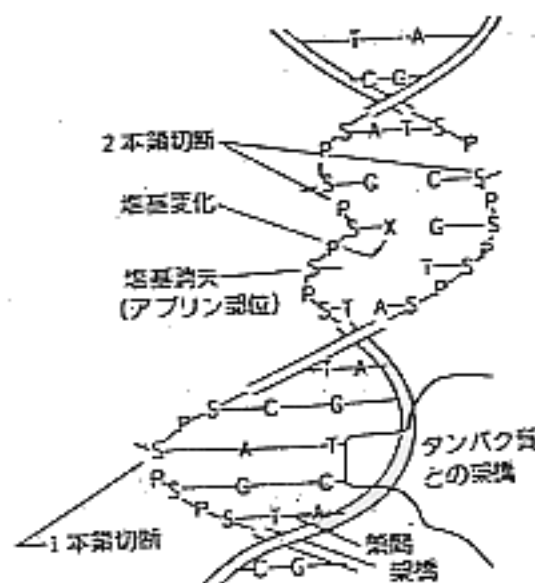


図 13-1 各種の動物についての生存時間と線量の関係の比較

1. 普通マウス: Rajewsky, B. 1954 Radiobiology Symp. (ed. by Bacq & Alexander).
2. 無菌マウス: 松沢 (1968).
3. ラットと 4. サル: Langham, R. et al. 1956 Radiation Res. 5: 404.
5. メダカ: Egami, N. and Etoh, H. 1963 Annot. Zool. Japon. 35: 188.
6. ウサギ: Rust, S. and Folmer, E. B. 1955 Amer. J. Roent. 74: 135. (江藤, 田口, 江上, 1958. 著者の好意ある許可を得て, 図表 2 を追加して転写)

放射線の種類とエネルギーが異なると、人体に与えられるエネルギー(損傷を生じさせる)の分布と量も異なる。図中の小さい点はイオン化(原子から電子が飛び去る)や励起(電子のエネルギーが変化して反応しやすくなる)が起きたことを示す。

A: エネルギーの高いガンマ線, B: エネルギーの比較的低いガンマ線, X線など, C: エネルギーの高い粒子線, D: エネルギーの低い粒子線, E: 内部臓器, エネルギーの高いガンマ線を放出する核種, F: 内部臓器, 粒子線(ベータ線)を放出する核種, アルファ線の場合はもっと射程が短く、きわめて微小な範囲にエネルギーが集中して与えられる



電離放射線で照射された細胞から抽出されたDNAにみられる種々の変化

DNA損傷は大部分修復される
生物は修復機構を備えている

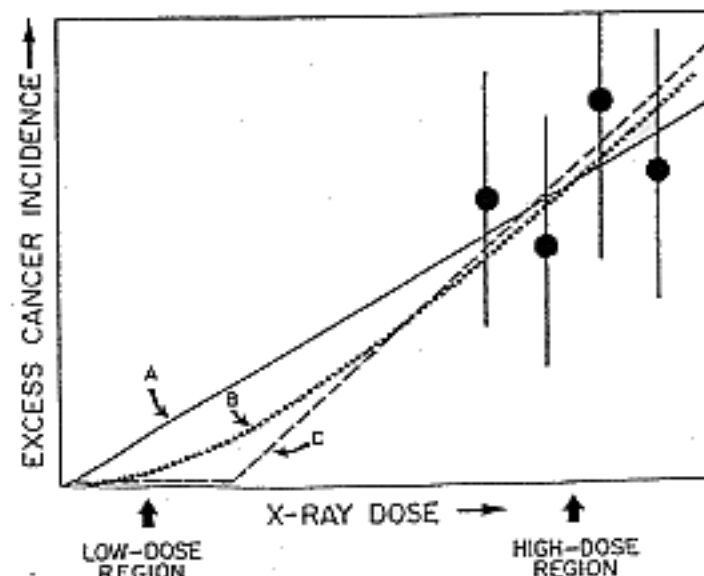
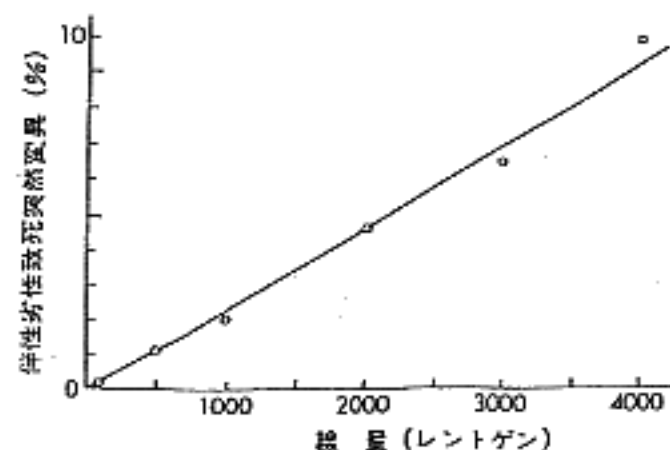


図 13-3 高線量域での発生率をいかに低線量域に外挿し危険率推定をするかを示す。黒丸印は比較的高線量で得られた発生率の仮定データである。曲線Aは直線外挿を表し、曲線Bは発生率と線量との間に二次式の関係があるとしたもの、また曲線Cは閾値型の反応を示す。これらモデルは3つとも高線量域のデータに同等によくフィットしているが、低線量域での危険率推定はどのモデルを選んで外挿するかによりまったく異なっている。

遺伝的影響

放射線の遺伝的影響(突然変異)

突然変異頻度は線量に比例する

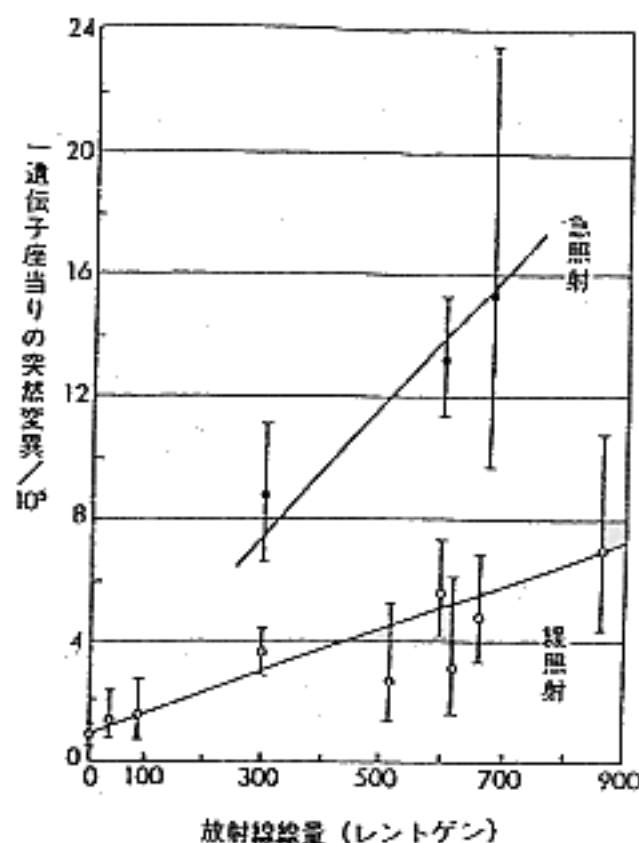


ショウジョウバエの伴性劣性致死突然変異発生の線量-効果関係
(W. P. Spencer and C. Stern, 1948年、単位は発表当時)

X線5レントゲン(約50ミリシーベルト)照射による
ショウジョウバエの突然変異(Glass, 1962)

非照射対照区の Minute	334/684,160	0.049%
照射区の Minute	383/676,788	0.057%

線量率(同じ線量を短い時間か長い時間か) 放射線によるヒトへの遺伝的影響は示されていない
と突然変異頻度の関係



マウスの特定位法による放射線誘発突然変異の線量率依存性
(W. L. Russell and E. M. Kelly, 1982年、単位は発表当時)

原爆被爆者の子供に検出された突然変異

a. 電気泳動の移動度に変化を生じさせる突然変異

	被爆群	対照群
親の生殖線線量	$\geq 0.01 \text{ Sv}$	$< 0.01 \text{ Sv}$
検査した子供	11,364	12,297
遺伝子座相当数	544,779	589,506
突然変異	2	4
突然変異率/遺伝子座/世代	0.37×10^{-5}	0.68×10^{-5}

b. 酵素活性を減少させる突然変異

	被爆群	対照群
検査した子供	4,989	5,026
遺伝子座相当数	60,529	61,741
突然変異	1	0
突然変異率/遺伝子座/世代	1.65×10^{-5}	0

奇形(東島・斎藤)

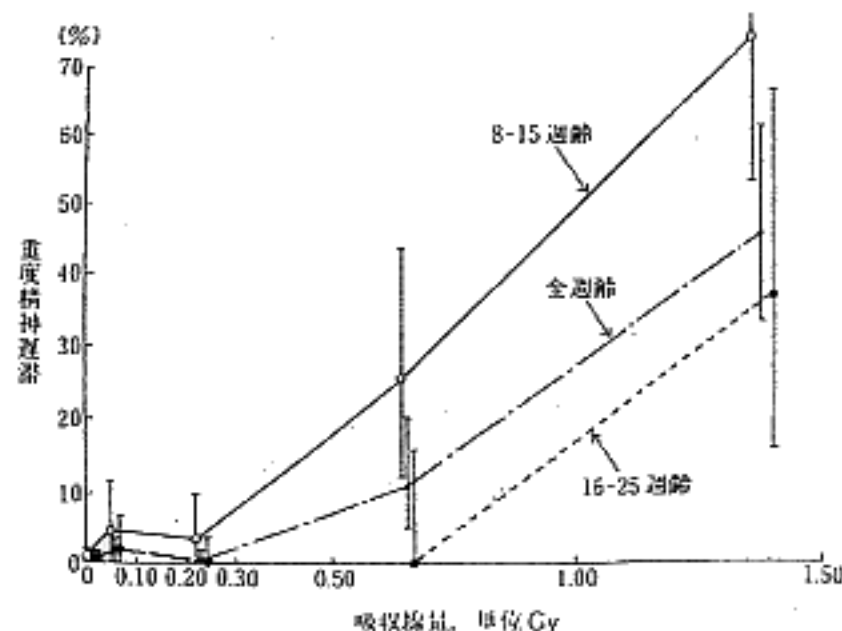
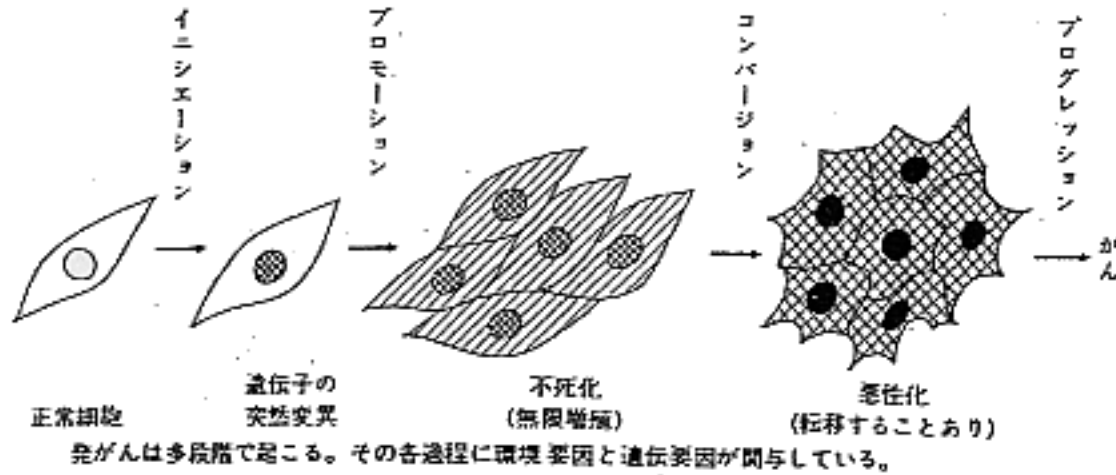


図2 重度精神遅滞の発生頻度および90%信頼限界、DS86・子宮吸収線量および胎児年齢別(文献29)より

広島・長崎の原子爆弾の影響(発癌を中心に)

なぜ長い年月の後に発癌するのか(多段階発癌)



線量 (シーベルト)	対象者数	観察値	期待値	過剰
固形がん				
0.005以下	36459	3013	3054	-41
0.005～0.1	32849	2795	2711	84
0.1～0.2	5467	504	485	19
0.2～0.5	6308	632	555	77
0.5～1	3202	336	263	73
1～2	1608	215	131	84
2<	679	83	44	39
合計	86572	7578	7243	335
白血病				
0.005以下	35458	73	65	8
0.005～0.1	32915	59	63	-4
0.1～0.2	5613	11	12	-1
0.2～0.5	6342	27	13	14
0.5～1	3425	23	7	16
1～2	1914	26	4	22
2<	905	30	2	28
合計	86572	249	166	83

(注) 固形がんと白血病で線量別の対象者数が同一線量で異なるのは、胸での測定 (固形がん) と骨髄での測定 (白血病) の違いによる (原研調査、1995年)

白血病 - 1970年ごろまでに多発した 肺癌 - 被爆時の年齢によって発症の時期が異なる

