

平成24年度保物セミナー

テーマ2：リスクコミュニケーション
～科学者とマスコミの役割～

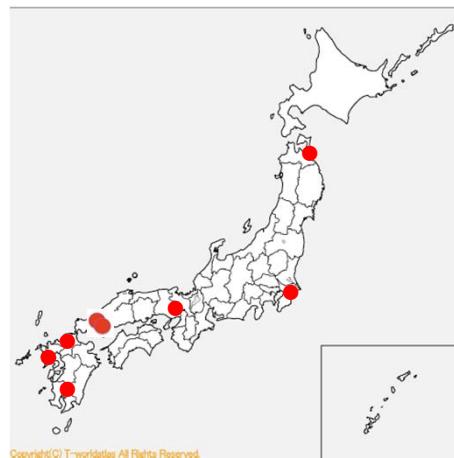
放射線の生体影響から

2013年2月1日

田ノ岡 宏

- 放射線健康影響について報道に紹介されてきた情報はICRPの解説など二次情報に基づくものが多い。一次情報を把握しておくことが大切。
- このためにイギリスの Science Media Center の例（後述）が役に立つ。

わが国において放射線発がん線量一効果関係の一次情報を発信できる拠点



マスコミから第一に報道してもらいたい事実

最も恐れられる原爆白血病の場合でも200mSv以下ではその増加は見出されていない。

非被ばく群に対する相対リスク

組織吸収線量、Gy (シーベルトとみてよい)

0.01-0.05 0.06-0.09 0.10-0.19 0.20-0.49 0.50-0.99 1.0-1.9 2.0-

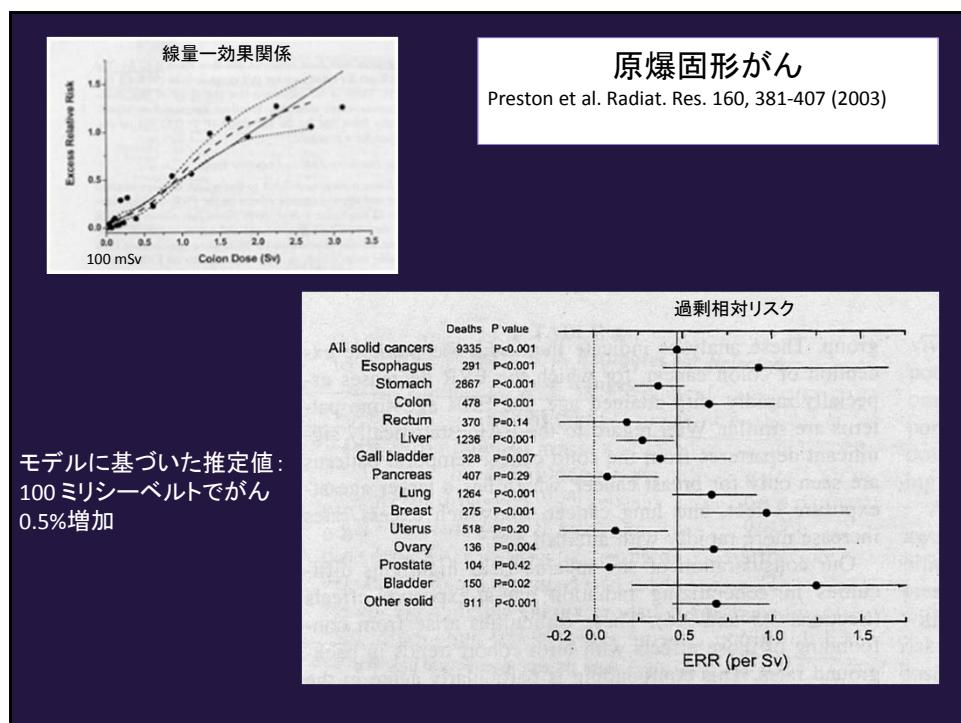
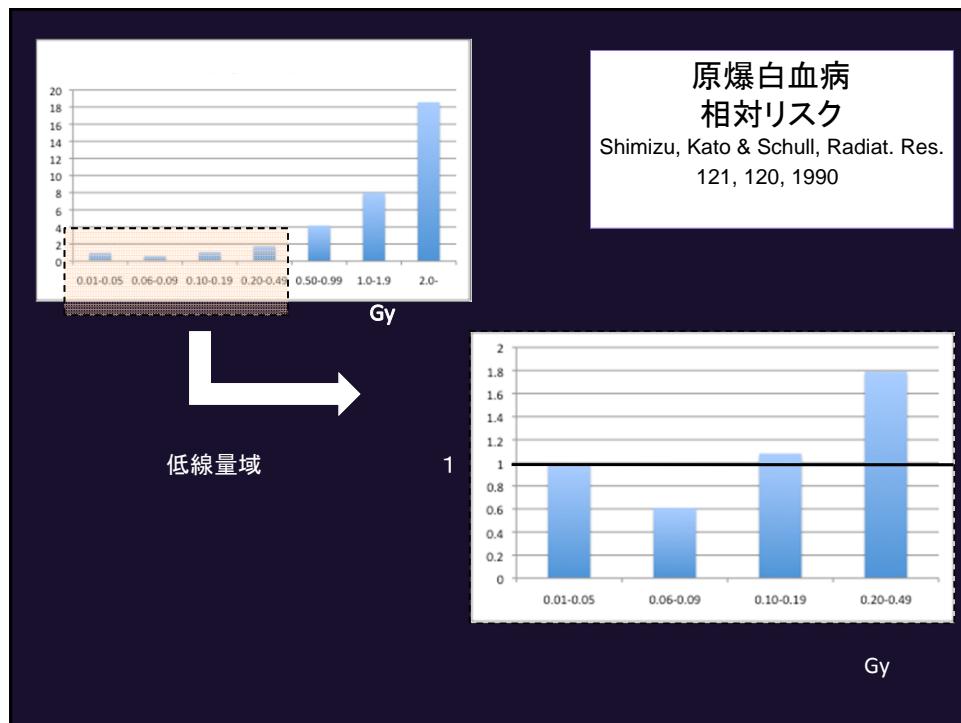
0.99 0.61 1.08 1.79 4.15 8.01 18.57

がん増加みられず。

有意の増加。

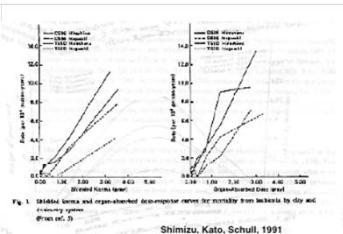
↑ 0.2 Gy (200ミリシーベルト)

Shimizu, Kato & Schull, Radiat. Res. 121, 120, 1990.

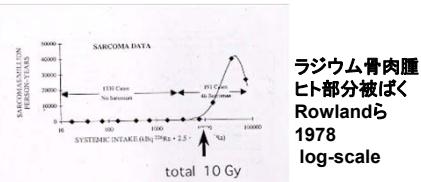


放射線発がん線量一効果関係の例：ヒト

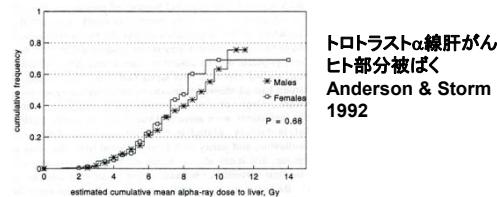
直線型の例



非直線型の例



原爆白血病。ヒト全身被ばく
清水ら。1991
超高線量率

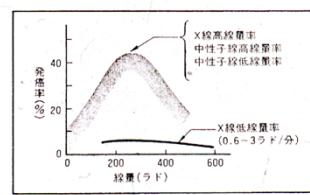


放射線発がん実験の基本データ

1. 線量率効果

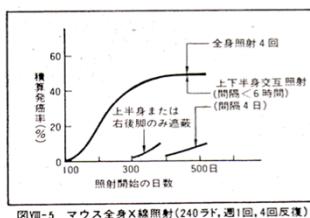
A. C. Upton

(線量一効果関係曲線にみられる山:Grayの説明)



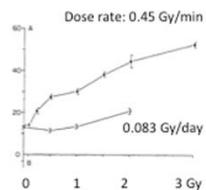
2. 全身照射と部分照射

H. S. Kaplan

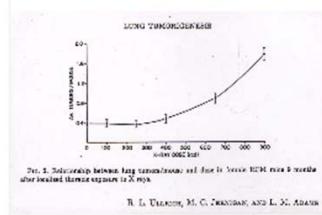


放射線発がんの線量一効果曲線の例：マウス

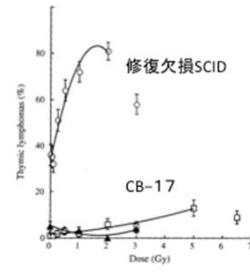
γ -ray Mice Whole-body
Thymic lymphoma
Ullrich et al. 1979



X-ray Mice Partial-body
Lung cancer
Ullrich et al. 1979



γ -ray Mice Whole-body
Thymic lymphoma
Ishii et al. 2007



初期の放射線生物学が関わった重要課題。

- Actions of Radiations on Living Cells (標的理論)

L. L. Lea

「私にとってはバイブルであった。」

J. D. Watson: 日本の放射線生物研究者への
メッセージより。2011

- 血液幹細胞の研究

多分化能 (Pluripotent) --- iPS

L. Laitha

直線仮説(Linear Non Threshold, LNTモデル) の根拠。

- マラーのショウジョウバエ突然変異の実験

線量一効果関係が一次直線。
線量率効果はない。(実はあった)
- カラブリス(E. Calabrese: Dose-Response Society)の批判
- 電中研、小穴らの実験 (Radiat. Res. 161, 391, 2004ほか)。

毒生物学の考え方

- 無毒量(無毒と有害の境界値)を設定する。
- その1/100を規制値とする。

(放射線防護にはこの考え方はない。)

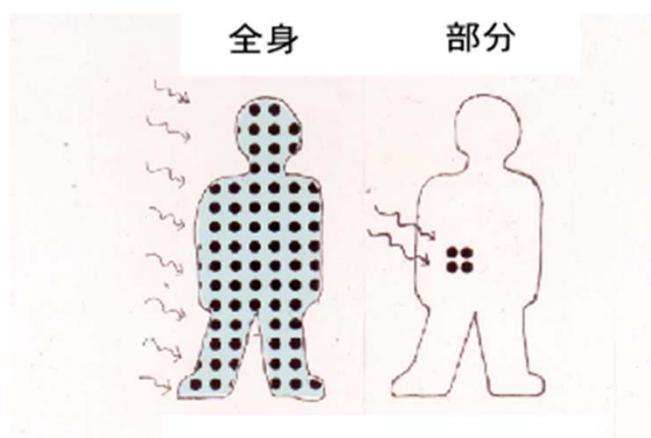
線量率効果の補正

ICRPの考え方。

- 原爆放射線の被ばく時間($\sim 1\mu\text{sec}$)が一定であるとすれば高線量と低線量のデータは異なる線量率で得られたものということになる。
- それで線量一効果曲線を直線(LNT)とはみなさず、高低二つのグループからなるものとみて、各々の勾配の比をとって2倍の差があるとみる。

DDREF (dose and dose-rate effectiveness factor)=2

全身か部分かによる補正も必要。



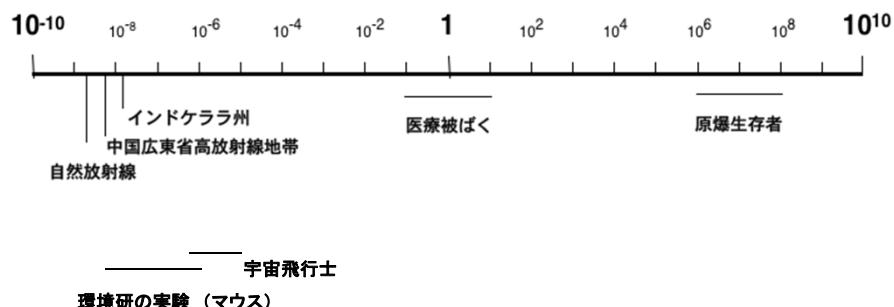
原爆データの特色

超高線量率（低線量、低線量率の場合との比較）

全身被ばく（部分被ばくとの比較）

原爆データをそのまま環境放射線や部分被ばく（例 CT検査）のリスク推定に使うと過剰評価になる。

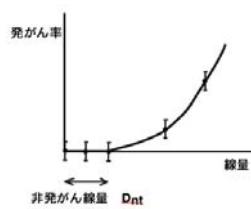
ヒトが放射線を受ける時の線量率の範囲 (単位を Gy/minで表現した)



線量一効果関係を
調べた論文56編から
非発がん線量D_{nt}値を
読み取る。

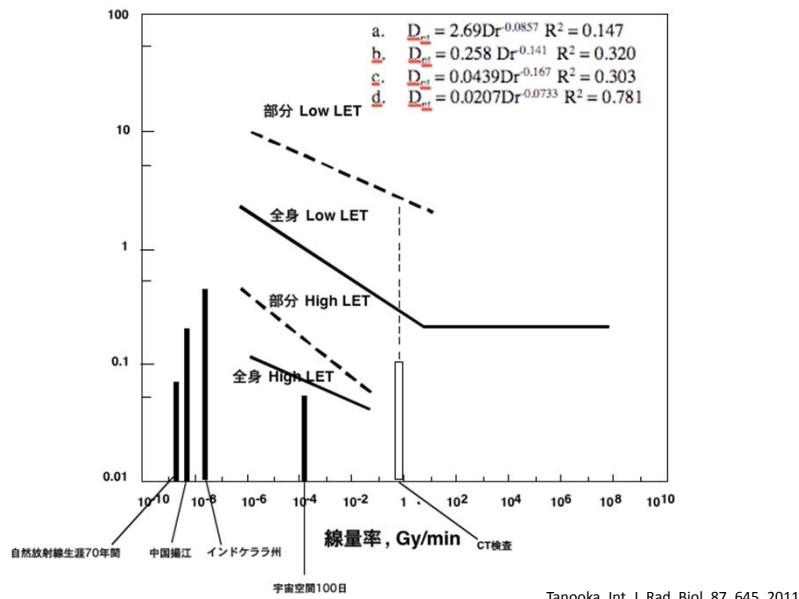
Human
Dog
Rat
Mouse

Leukemia
Solid tumors



Data number	Subject	Radiation ^a	Tumor	Dose-rate, Gy/min	Non-tumoral dose D _{nt} , Gy	Reference	
1. Acute exposure							
1	Mouse	RFMDSn	WB γ-ray	-	acute lymphoma	0.45	Ulrich et al. (1976)
2	-	-	WB γ-ray	-	Burkitt's tumor	0.1	-
3	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	-
4	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	-
5	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1976)
6	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1976); Ulrich & Seiner (1978)
7	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
8	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
9	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
10	-	-	WB γ-ray, protracted	-	uterine tumor	2	-
11	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
12	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
13	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
14	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
15	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
16	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
17	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
18	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
19	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
20	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
21	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
22	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
23	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
24	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
25	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
26	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
27	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
28	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
29	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
30	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
31	-	-	WB γ-ray	-	uterine tumor	0.45	Ulrich & Seiner (1978)
32	Human	Acute normoxic	WB γ-ray, normoxic	-	leukemia	1 × 10 ⁻²	Santos et al. (1998)
33	Human	Acute normoxic	WB γ-ray, normoxic	-	leukemia	1 × 10 ⁻²	Santos et al. (1998)
34	Human	Acute normoxic	WB γ-ray, normoxic	-	leukemia	1 × 10 ⁻²	Santos et al. (1998)
35	Human	Acute normoxic	WB γ-ray, normoxic	-	leukemia	1 × 10 ⁻²	Santos et al. (1998)
36	-	Water	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	2 × 10 ⁻³	Pfeifer et al. (1999)
37	-	-	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	fibrosarcoma	0.4 × 10 ⁻³	Pfeifer et al. (1999)
38	-	-	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	fibrosarcoma	0.4 × 10 ⁻³	Pfeifer et al. (1999)
39	Donkey	-	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	8 × 10 ⁻³	Santos & Maluf (1977)
40	-	-	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	8 × 10 ⁻³	Santos & Maluf (1977)
41	-	-	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	long tumor	3.5 × 10 ⁻³	White et al. (1998)
42	-	-	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	5 × 10 ⁻³	White et al. (1998)
43	-	-	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	5 × 10 ⁻³	White et al. (1998)
44	-	-	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	2.6 × 10 ⁻³	White et al. (1998)
45	-	-	PB ⁷⁵ Se, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	4.9 × 10 ⁻³	White et al. (1998)
46	-	Water	PB ⁷⁵ Se + ⁷⁵ Co, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	2.5 × 10 ⁻³	Rosenthal et al. (1992)
47	-	-	PB ⁷⁵ Se + ⁷⁵ Co, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	3.4 × 10 ⁻³	Rosenthal et al. (1992)
48	-	-	PB ⁷⁵ Se + ⁷⁵ Co, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	3.4 × 10 ⁻³	Rosenthal et al. (1992)
49	-	-	PB ⁷⁵ Se + ⁷⁵ Co, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	8 × 10 ⁻³	Rosenthal et al. (1992)
50	-	-	PB ⁷⁵ Se + ⁷⁵ Co, v-v, inhaled	-	bone sarcoma	8 × 10 ⁻³	Rosenthal et al. (1992)
51	Donkey	WB γ-ray, continuous	-	-	myeloid leukemia	2 × 10 ⁻³	Pfeifer et al. (1999)
52	Human	High radiation background area in India	-	-	bone sarcoma	1.5 × 10 ⁻³	Nair et al. (1999)
53	Human	High radiation background area in China	-	-	myeloid leukemia	2 × 10 ⁻³	Nair et al. (1999)
54	Donkey	WB γ-ray, continuous	-	-	bone sarcoma	3.7 × 10 ⁻³	Nair et al. (1999)
55	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
56	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
57	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
58	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
59	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
60	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
61	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
62	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
63	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
64	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
65	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
66	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
67	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
68	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
69	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
70	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
71	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
72	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
73	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
74	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
75	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
76	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
77	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
78	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
79	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
80	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
81	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
82	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
83	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
84	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
85	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
86	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
87	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
88	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
89	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
90	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
91	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
92	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
93	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
94	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
95	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
96	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
97	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
98	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
99	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
100	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
101	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
102	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
103	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
104	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
105	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
106	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
107	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
108	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
109	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
110	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
111	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
112	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
113	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
114	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
115	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
116	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
117	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
118	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
119	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
120	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
121	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
122	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
123	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
124	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
125	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
126	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
127	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
128	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
129	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
130	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
131	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
132	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
133	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
134	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
135	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
136	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
137	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
138	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
139	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
140	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
141	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
142	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
143	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
144	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
145	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
146	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
147	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
148	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
149	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
150	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
151	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
152	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
153	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
154	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
155	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
156	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
157	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
158	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
159	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
160	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
161	-	-	-	-	non cancer disease	8.6	Thompson (1998)
162	-						

線量率と非発がん線量(Gy)との関係



原発事故のあと周辺地域で問題となる核種 (ガンマ線については Gy=Sv)

ヨウ素: 短半減期 β, γ

^{125}I : 60 日

^{131}I : 8 日

子ども甲状腺被ばく 2011年3月測定

福島県1080人測定

いわき市137人のうち11人: 5-35 mSv 最高値: 85 mSv (2012年3月9日報道)

ラット注入内部被ばく実験 ^{131}I (Lee et al. Radiat. Res. 92, 307, 1982)

non tumor dose: 3.3 Gy (dose-rate: 1.7×10^{-4} Gy/min)

セシウム:

^{134}Cs : 2 年、 β, γ

^{137}Cs : 30 年、 β, γ

外部被ばくの主原因

ヒト外部全身急照射の超高線量率原爆例からみると白血病について

non tumor dose: 0.2 Sv (dose-rate: 1×10^8 Gy/min)

(Shimizu et al. Radiat. Res. 121, 120, 1990)

内部被ばく(イヌ、マウス)について線量効果関係が明らかでない。

トリチウム(β)注入実験によるマウス胸腺型リンパ腫の線量-効果関係が参考になる。

non tumor dose: 0.71 Gy (dose-rate: 6.4×10^{-7} Gy/min)

(Yamamoto et al. Int. J. Rad. Biol. 73, 535, 1998)

ホルミシスからみた低線量放射線効果

ホルミシス、適応応答の例

- 近藤宗平(大阪大学)

航空機乗務員の健康調査例、原子力船修理作業員、高自然放射線地域住民の健康調査例(vs.テチャ河流域住民例)

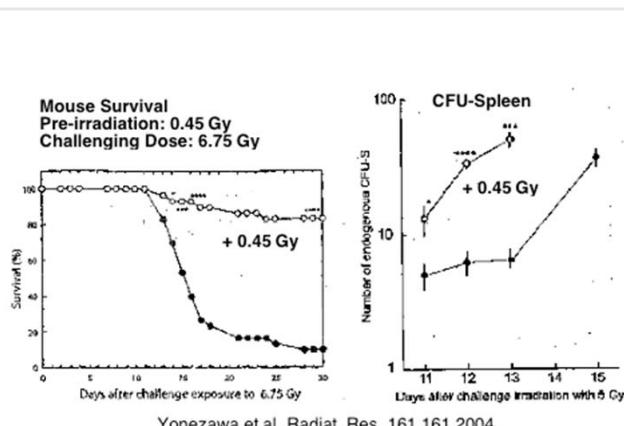
- 米沢司郎(大阪府立大学)

マウスの予備照射による抵抗性の獲得

- ホメオパシー (Homeopathy)

すべての症状に、それに似た作用を起こす極微量の劇毒薬を投与する治療法。ハーネマン(1755-1843)により体系化され、ドイツを中心に今日も民間療法的に普及。(広辞苑)

あらかじめ低線量照射しておくと放射線に強くなる例（米沢効果）。



結論

生体影響からみて放射線のリスクは過大に見積もられて伝えられている。
放射線はもっと安全なものである。

科学情報を正確に伝えるための方策

イギリスの場合 (オーストラリア、ニュージーランドを含む)
Science Media Centre (Fox女史が主催)

研究者 — SMC — 報道機関編集部