

福島県内で一定の放射線量が計測された学校等に通う
児童生徒等の日常生活等に関する専門家ヒアリング（第2
回）

ALARA思想を疎外する“二元主義”

東大病院 放射線科准教授/緩和ケア診療部長 中川恵一

利益相反：なし

ALARA

(As Low As Reasonably Achievable)

放射線被ばくは、
「社会的、経済的要因を考慮に入れながら、合理的に
達成可能な限り、低く抑えるべきである」

1977年ICRP勧告で示した「放射線防護の最適化」思想

放射線障害防止法では、ALARAに基づき、一般人の
線量限度を1 mSv／年としている。

一般人の被ばく限度は、年間1ミリシーベルト

実際には、

1ミリシーベルト

+

自然被ばく 日本平均 1.5 ミリシーベルト

+

医療被ばく 日本人平均 2.3ミリシーベルト

合計：約5ミリシーベルト（年）

日本の自然被ばく=1.5mSv: 岐阜-神奈川=0.4mSv

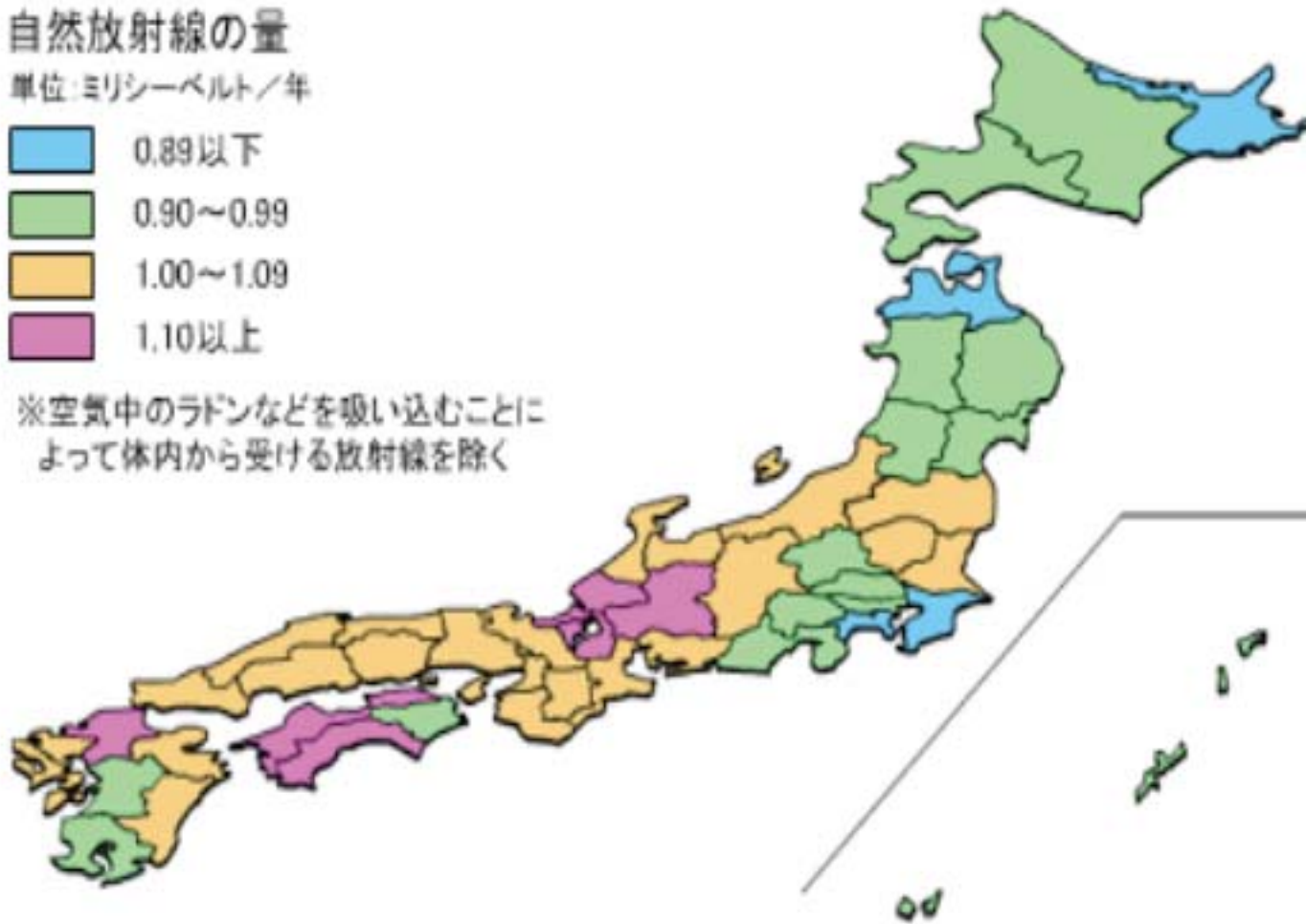
■ 日本各地の線量比較

自然放射線の量

単位:ミリシーベルト/年

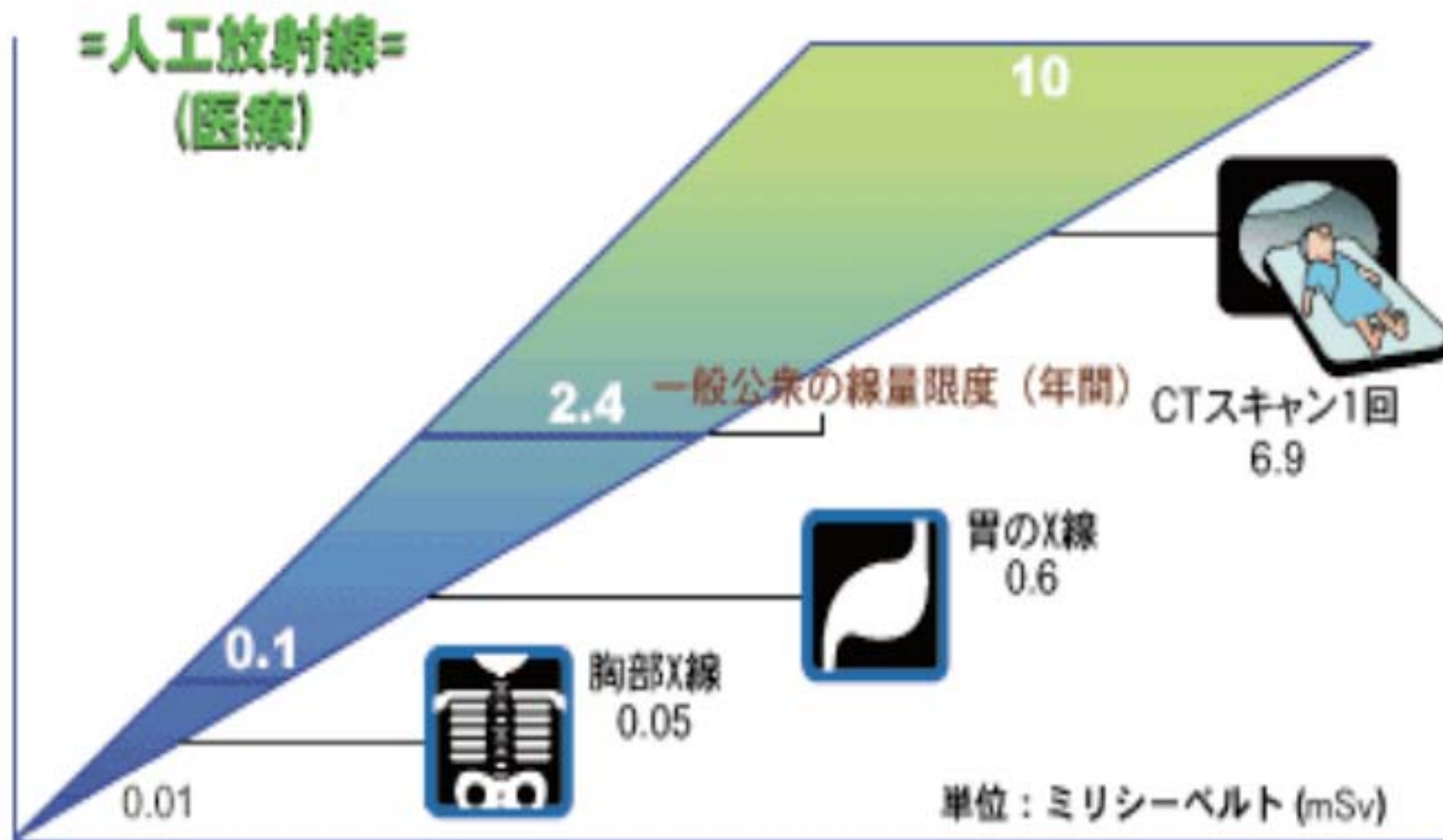


※空気中のラドンなどを吸い込むことによって体内から受ける放射線を除く



医療用被ばく:年間 2.25 mSv

科学技術庁「生活環境放射線」



日本のがんの3%以上が、医療被曝によって発生

THE LANCET

Search for in All Fields [Advanced](#)

[Home](#) | [Journals](#) | [Collections](#) | [Audio](#) | [Conferences](#) | [Education](#) | [Resource Centres](#) | [For Authors](#)

The Lancet, [Volume 363, Issue 9406](#), Pages 345 - 351, 31 January 2004
doi:10.1016/S0140-6736(04)15433-0 [Cite or Link Using DOI](#)

< [Previous Article](#) | [Next Article](#) >

Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries

Dr [Amy Berrington de González](#) DPhil [a](#) , Prof [Sarah Darby](#) PhD [b](#)

Summary

Background

Diagnostic X-rays are the largest man-made source of radiation exposure to the general population, contributing about 14% of the total annual exposure worldwide from all sources. Although diagnostic X-rays provide great benefits, that their use involves some small risk of developing cancer is generally accepted. Our aim was to estimate the extent of this risk on the basis of the annual number of diagnostic X-rays undertaken in the UK and in 14 other developed countries.

Methods

We combined data on the frequency of diagnostic X-ray use, estimated radiation doses from X-rays to individual body organs, and risk models, based mainly on the Japanese atomic bomb survivors, with population-based cancer incidence rates and mortality rates for all causes of death, using life table methods.

Findings

Our results indicate that in the UK about 0.6% of the cumulative risk of cancer to age 75 years could be attributable to diagnostic X-rays. This percentage is equivalent to about 700 cases of cancer per year. In 13 other developed countries, estimates of the attributable risk ranged from 0.6% to 1.8%, whereas in Japan, which had the highest estimated annual exposure frequency in the world, it was more than 3%.



20歳の会員の
レントゲン撮影は
“正当化”されるか？

児童生徒等の日常生活に関する
放射線の影響と防護の影響のバランス

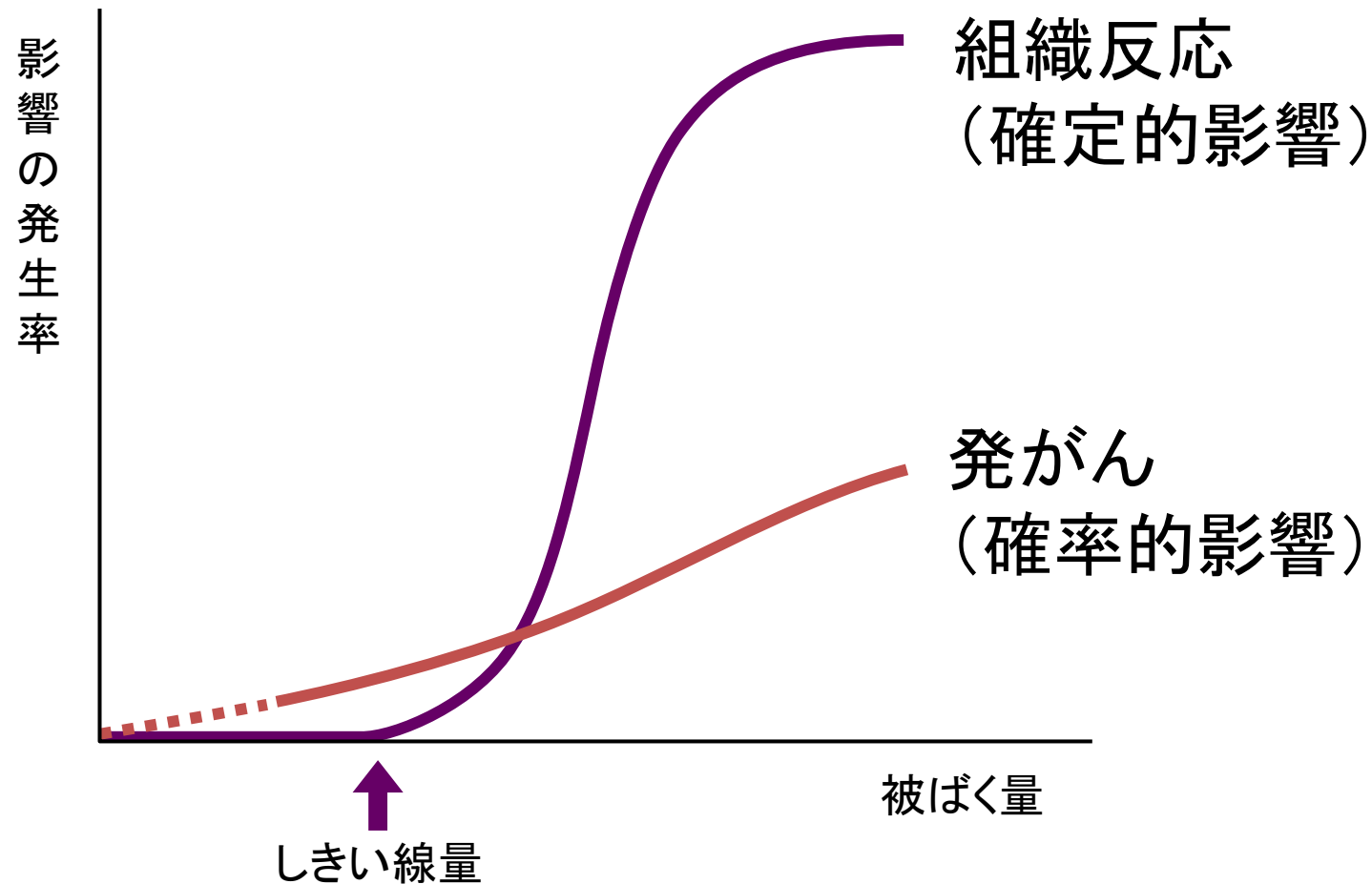
放射線による被害
＝ 発がんリスクの上昇

防護に伴う被害
＝ 避難、集団転校、
日常生活の制限など

放射線リスクのとらえ方

- 1) 人体影響に関する「科学」
- 2) 放射線防護の「哲学」(倫理)
- 3) バランスする際の「価値判断」

放射線量と人体への影響の関係



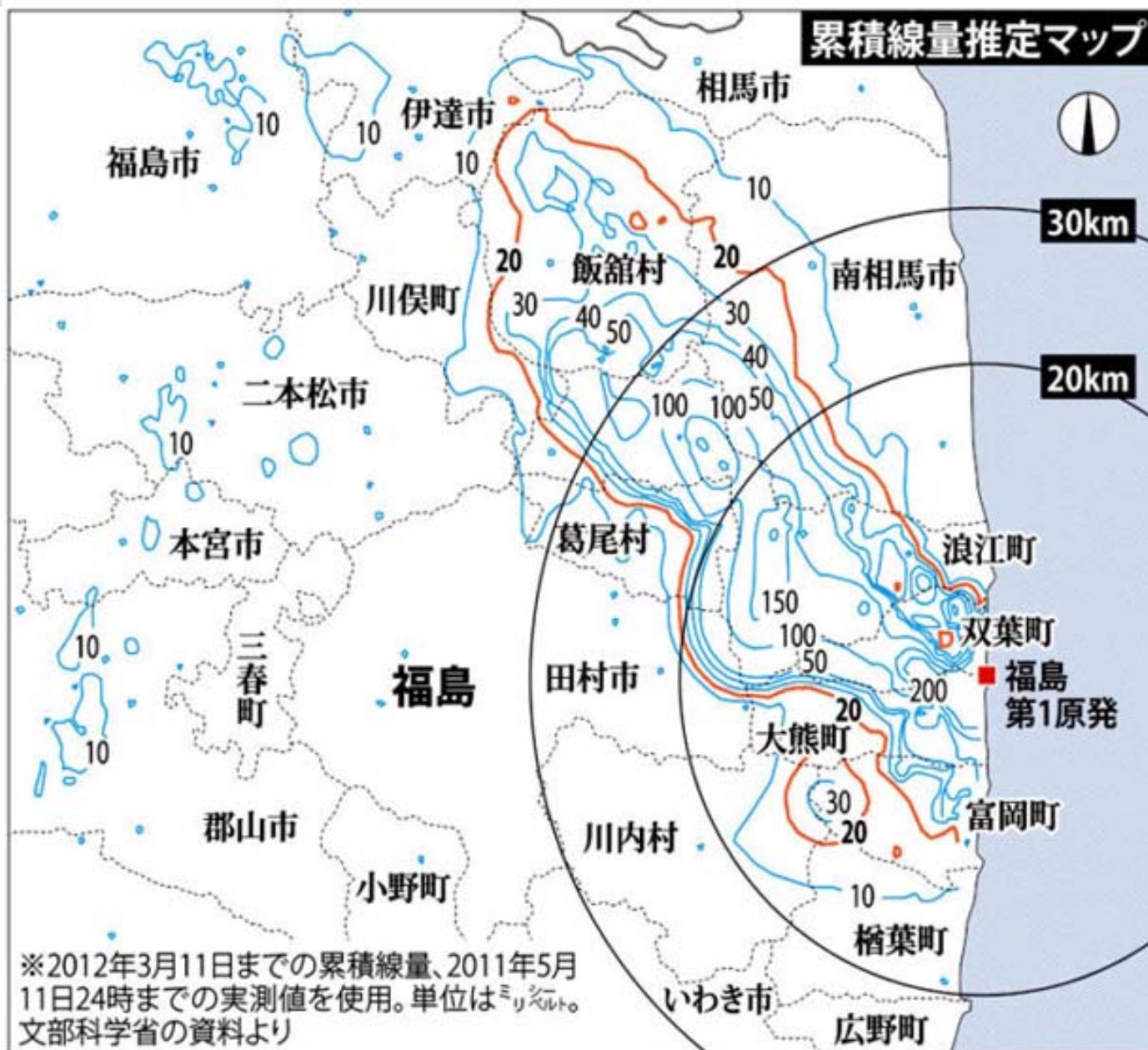
被ばく線量と発がん率の関係

広島・長崎の被爆者のデータ

チェルノブイリなどの原発事故のデータ

原発作業者のデータ

原発事故では、個人の被ばく線量の把握が困難



Life-style and Other Characteristics of Radiation Workers at Nuclear Facilities in Japan: Base-line Data of a Questionnaire Survey

Motoi Murata,¹ Toshio Miyake,¹ Yasushi Inoue,¹ Sumio Ohshima,¹ Shin-ichi Kudo,¹ Takesumi Yoshimura,² Suminori Akiba,³ Toshiro Tango,⁴ Yasuhiko Yoshimoto,⁵ Yukiko Shimizu,⁶ Tomotaka Sobue,⁷ Shizuyo Kusumi,¹ Tamiko Iwasaki,^{1,5} Chikao Yamagishi,¹ and Hiromichi Matsudaira¹

To examine confounding on the risk assessment of the radiation workers at nuclear facilities in Japan, a questionnaire survey of their characteristics such as life-style and occupational history was performed for 54,369 male and 470 female workers who were currently engaged in the job and valid answers were obtained from 48,281 males and 428 females. In order to know whether these characteristics were different among different dose groups, the Mantel extension statistical test was performed only for male respondents, with cumulative radiation doses stratified into 5 classes. Increasing trend according to the increasing doses was statistically significant for the percentages of tobacco smokers and of heavy smokers. It was also the case for heavy alcohol drinkers. Percentages of workers who were engaged in jobs dealing with specific toxic materials were also increasing in the higher dose groups. On the other hand, percentage of workers who underwent the X-ray examination of the upper digestive tracts or other radiological examinations tended to be lower in higher dose groups. These results indicate that characteristics of radiation workers such as life-style are different among dose groups and thus may play a role as a confounding factor in the statistical relation between the radiation doses and cancer mortalities. *J Epidemiol* 2002;12:310-319.

Key words: radiation worker, low dose radiation, cancer mortality, confounding factor, life-style.

- ◎ 質問票による原発作業員の生活習慣調査
- ◎ 有効回答：48,709名(男性48,281名、女性428名)

Table 4. History of tobacco smoking in male workers of different dose categories.

Smoking history	Dose categories (mSv)					Total
	0-9	10-19	20-49	50-99	100+	
Current smoker	18,382 (59.2)	3,237 (64.0)	4,080 (66.0)	2,277 (65.5)	1,687 (66.8)	29,663 (61.4)
Past smoker	4,005 (12.9)	714 (14.1)	862 (13.9)	535 (15.4)	389 (15.4)	6,505 (13.5)
Never-smoker	7,356 (23.7)	863 (17.1)	945 (15.3)	463 (13.3)	274 (10.9)	9,901 (20.5)
Unknown	1,297 (4.2)	246 (4.9)	295 (4.8)	200 (5.8)	174 (6.9)	2,212 (4.6)
Total	31,040 (100.)	5,060 (100.)	6,182 (100.)	3,475 (100.)	2,524 (100.)	48,281 (100.)

percentages in parentheses.

◎ 男性作業員の喫煙率 61.4%

→全平均(当時約46.8%)と比べると高い。

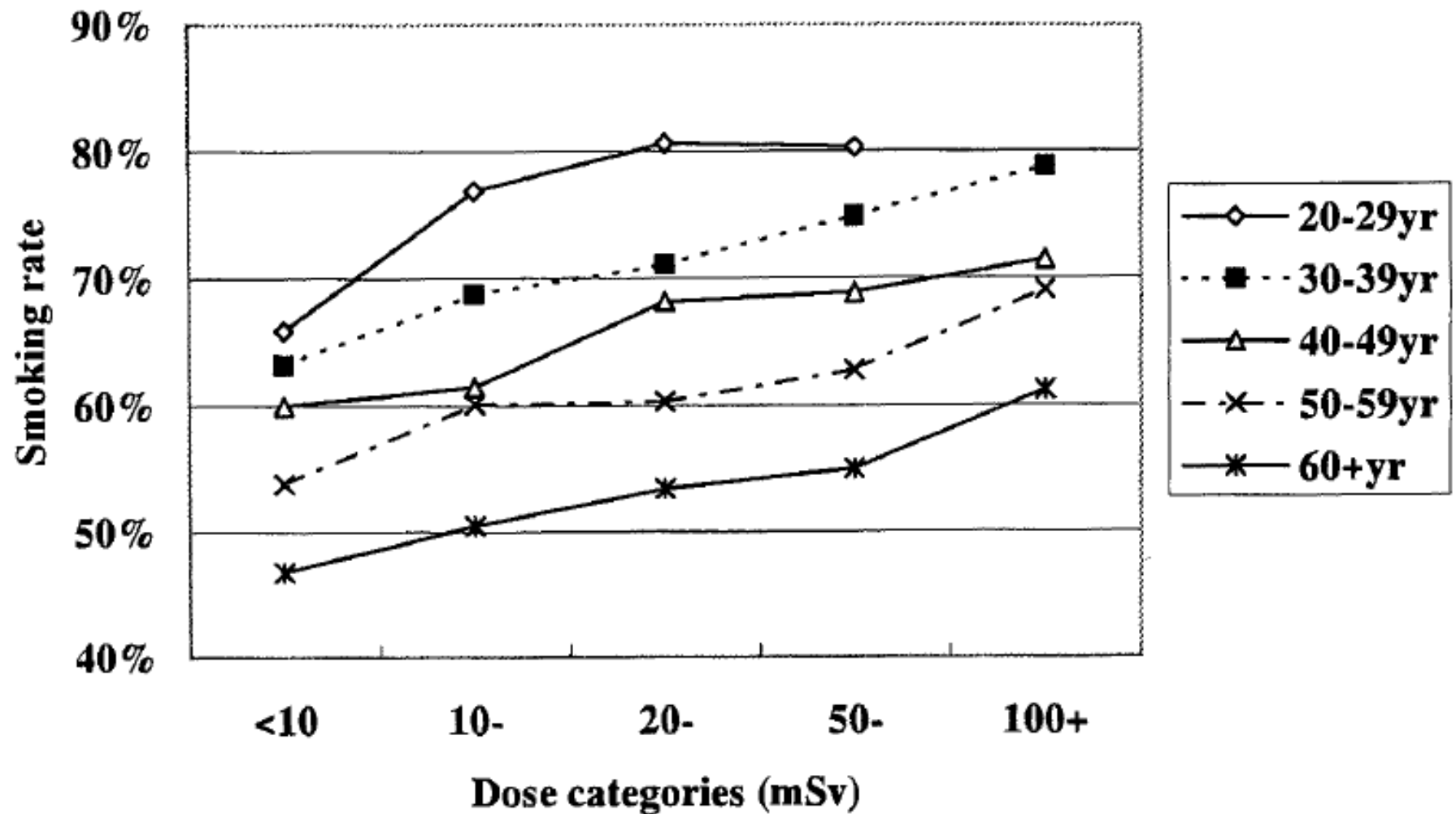


Figure 1. Percentages of current tobacco smokers in male workers by age class and dose category.

Interaction of age and dose classes on the percentage; $p < 0.001$. Positive trend with increasing doses; $p < 0.001$ in all the age classes.

◎ 被ばく線量が多いと、喫煙率が増加する傾向

Table 6. Alcohol drinking habit in male workers of different dose categories.

Drinking habit	Dose categories (mSv)					Total
	0-9	10-19	20-49	50-99	100+	
Current drinker	23,640 (76.2)	3,934 (77.7)	4,726 (76.4)	2,661 (76.6)	1,895 (75.1)	36,856 (76.3)
Past drinker	606 (2.0)	113 (2.2)	158 (2.6)	94 (2.7)	77 (3.1)	1,048 (2.2)
Never-drinker	5,509 (17.7)	769 (15.2)	980 (15.9)	525 (15.1)	354 (14.0)	8,137 (16.9)
Unknown	1,285 (4.1)	244 (4.8)	318 (5.1)	195 (5.6)	198 (7.8)	2,240 (4.6)
Total	31,040 (100.)	5,060 (100.)	6,182 (100.)	3,475 (100.)	2,524 (100.)	48,281 (100.)

percentages in parentheses.

◎ 原発作業者は、飲酒率も高い傾向にある。

原爆被爆では、どこに居たかで、被ばく量が決まる



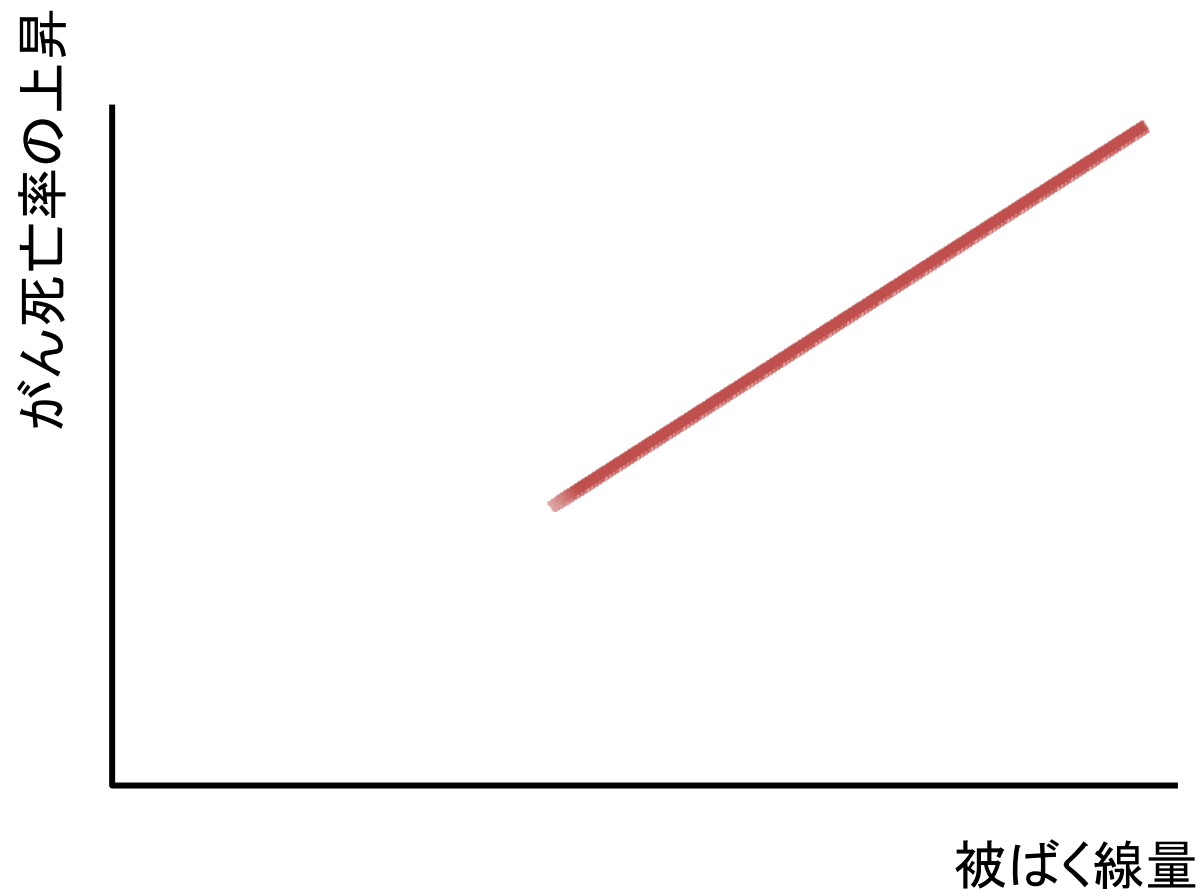
被ばく量は、爆弾からの距離の二乗に反比例

被爆時に居た場所を聞けば、線量が決定
→唯一信頼できるデータ

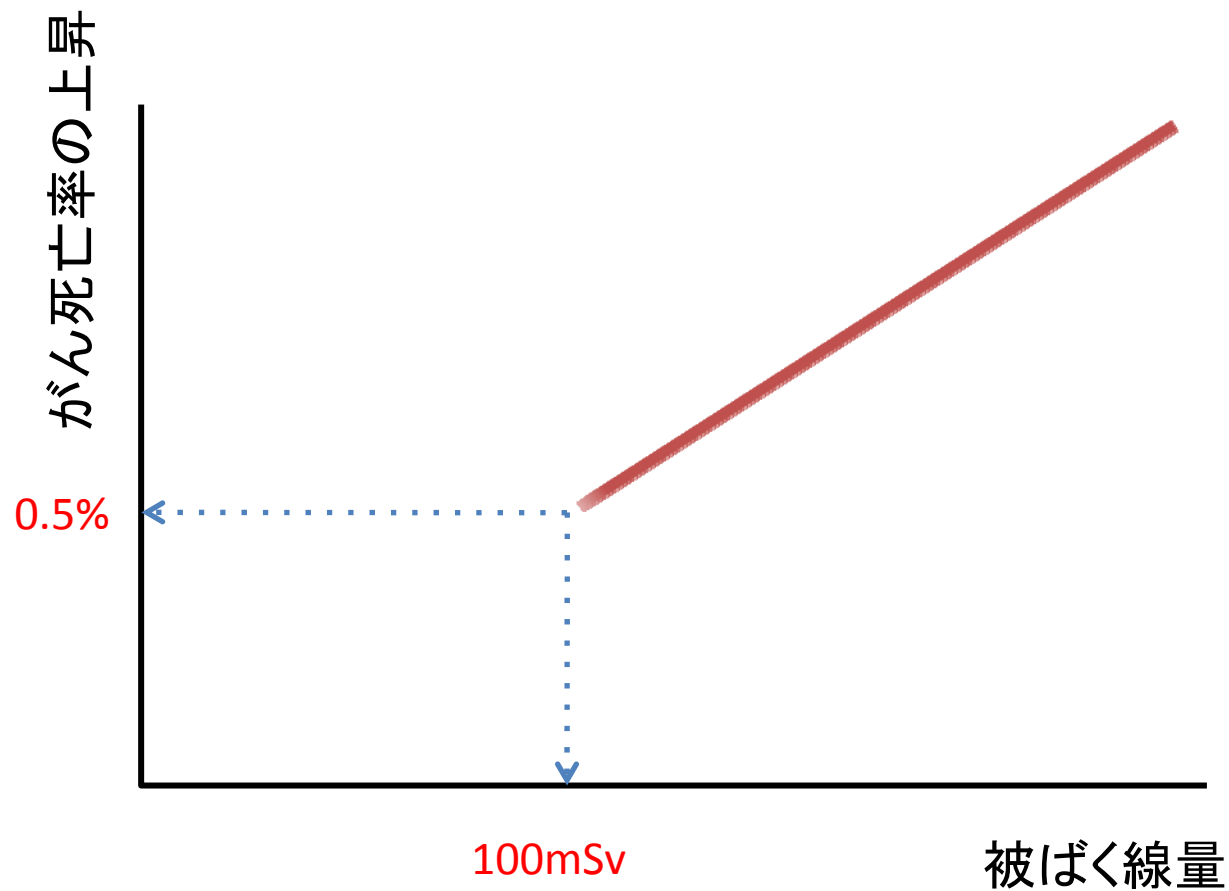
高線量被ばく故、低線量被ばくとの対比が困難



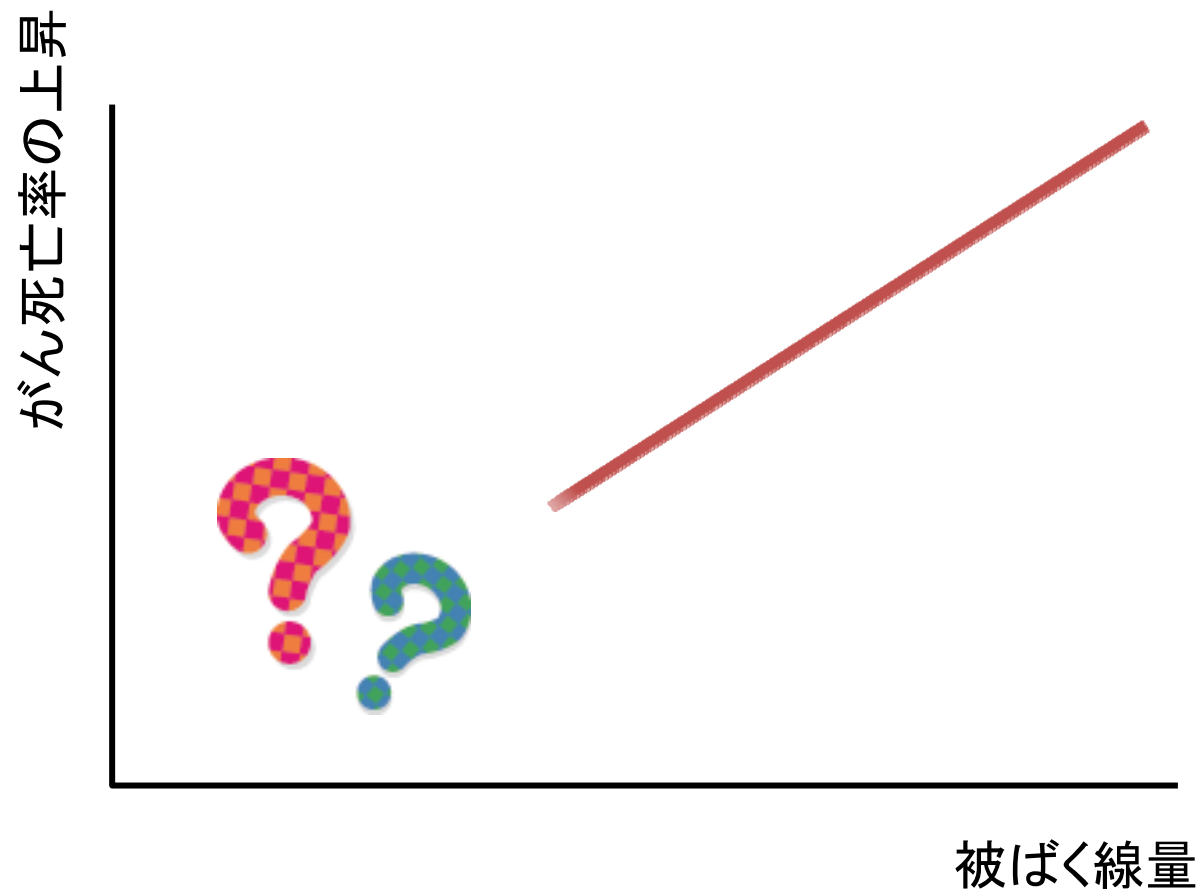
広島・長崎のデータでは、
100mSv以上の被ばくで、発がん率が上昇



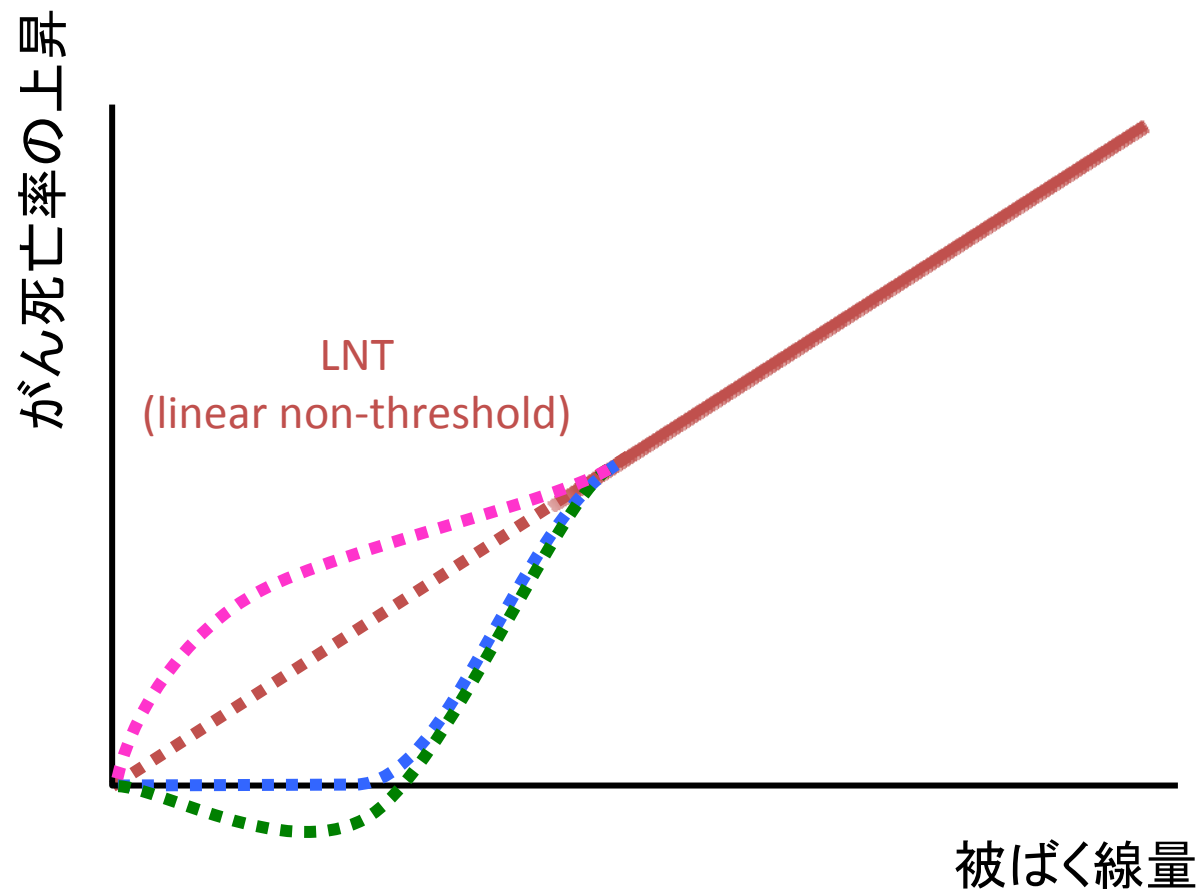
広島・長崎のデータでは、
100mSv以上の被ばくで、発がん率が上昇



100mSv以下で、発がんが増えるかは、？



100mSv以下で、発がんが増えるかは、？

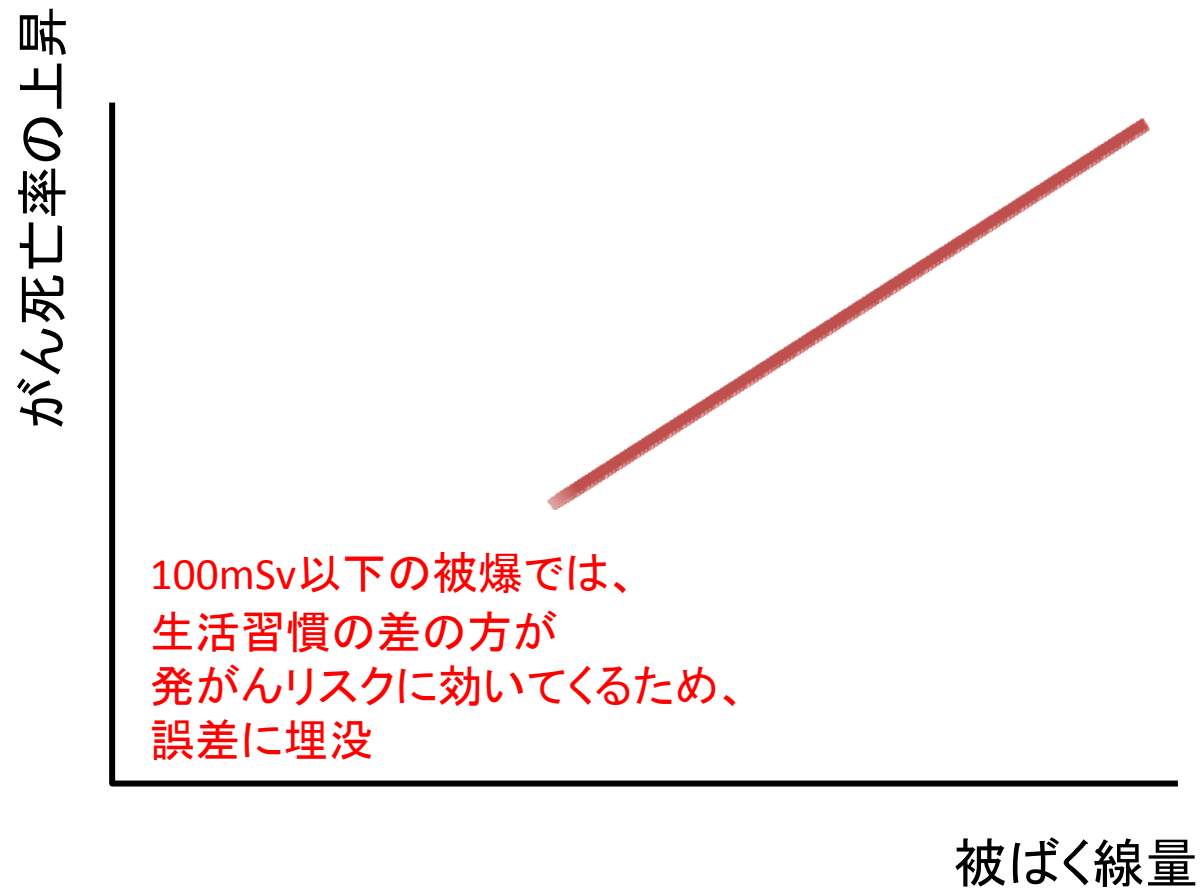


がんのリスク – 放射線、ダイオキシンと生活習慣(JPHC Study) -

相対リスク	全部位 * 固形がん: 広島・長崎 ダイオキシン: 職業曝露・伊工場爆発事故	特定部位 * チェルノブイリ18歳以下被ばく10-15年後
10～		C型肝炎感染者(肝臓: 36) ピロリ菌感染既往者(胃: 10)
2.50～9.99		650-1240mSv (甲状腺: 4.0) 【1000mSv当たり3.2倍と推計】 喫煙者(肺: 4.2-4.5) 大量飲酒(300g以上/週)※(食道: 4.6)
1.50～2.49	1000-2000mSv (1.8) 【1000mSv当たり1.5倍と推計】 喫煙者(1.6) 大量飲酒(450g以上/週)※(1.6)	150-290mSv(甲状腺: 2.1) 高塩分食品毎日(胃: 2.5-3.5) 運動不足(結腸<男性>: 1.7) 肥満(BMI>30)(大腸: 1.5)(閉経後乳がん: 2.3)
1.30～1.49	500-1000mSv(1.4) * 2,3,7,8-TCDD血中濃度数千倍【職業曝露】(1.4) 大量飲酒(300-449g/週)※(1.4)	50-140mSv(甲状腺: 1.4) 受動喫煙<非喫煙女性>(肺: 1.3)
1.10～1.29	200-500mSv (1.19) 肥満(BMI $\geq$ 30)(1.22) やせ(BMI<19)(1.29) 運動不足 (1.15-1.19) 高塩分食品 (1.11-1.15)	
1.01-1.09	100-200mSv (1.08) 野菜不足(1.06) 受動喫煙<非喫煙女性>(1.02-1.03)	
検出不可能	100mSv未満 2,3,7,8-TCDD血中濃度数百倍【農薬工場爆発事故周辺住民】	

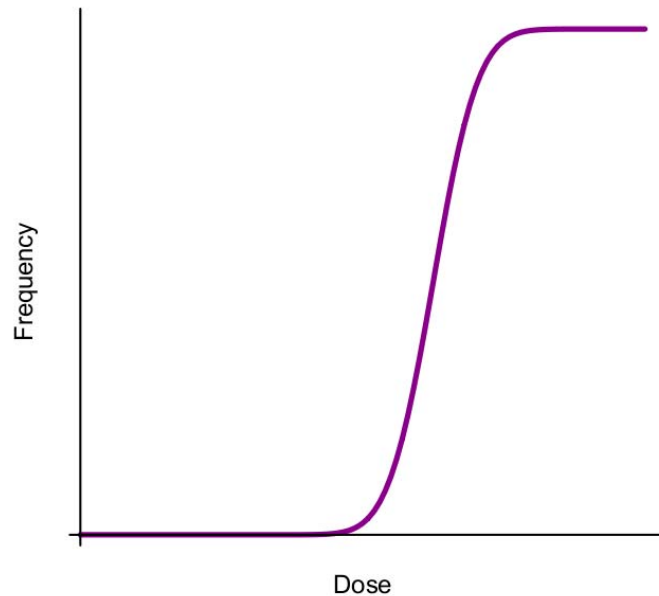
※飲酒については、エタノール換算量を示す

100mSv以下で、発がんが増えるかは、？

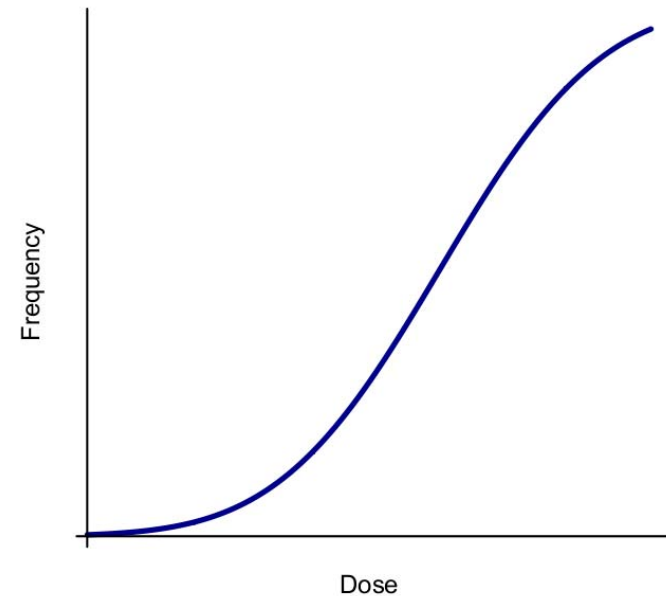


しきい値型の線量反応曲線

ばらつき小



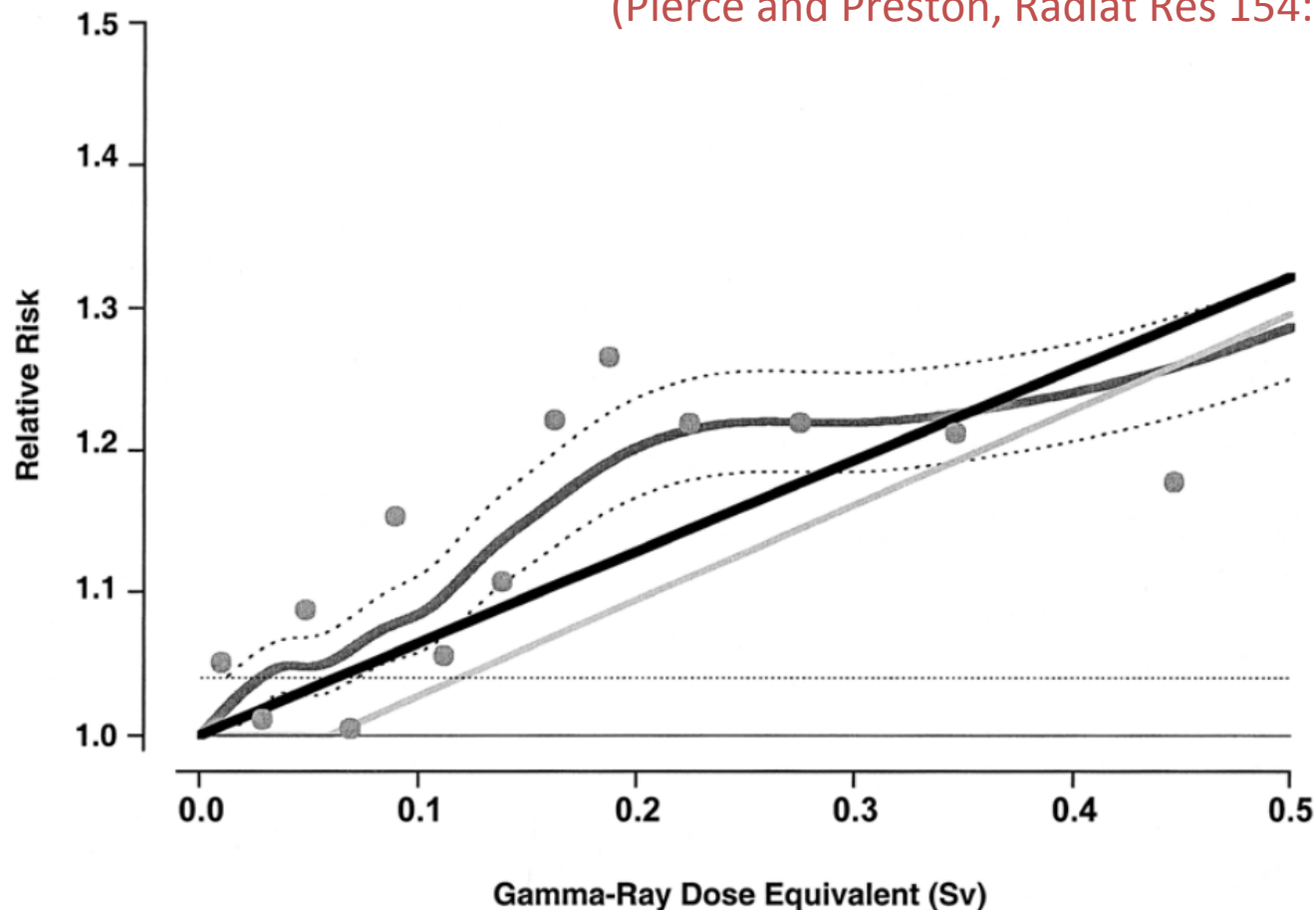
ばらつき大



すべての人・被ばく状況にあてはまる
しきい線量を設定するのは困難

低線量と発がんのしきい値はあるか？

(Pierce and Preston, Radiat Res 154:178, 2000.)

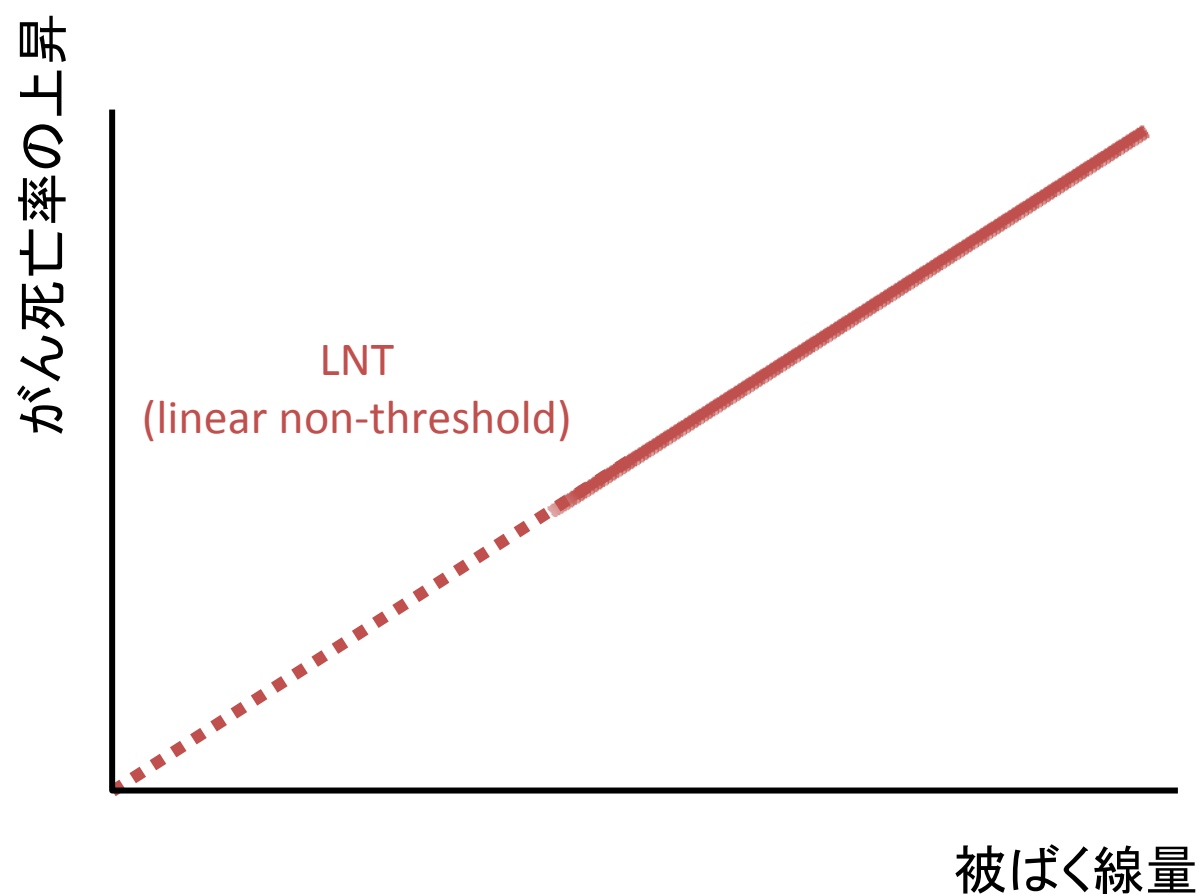


しきい線量の上側95%信頼限界: 60 mSv
(最新のLSSによれば、上側90%信頼限界が85mGy)

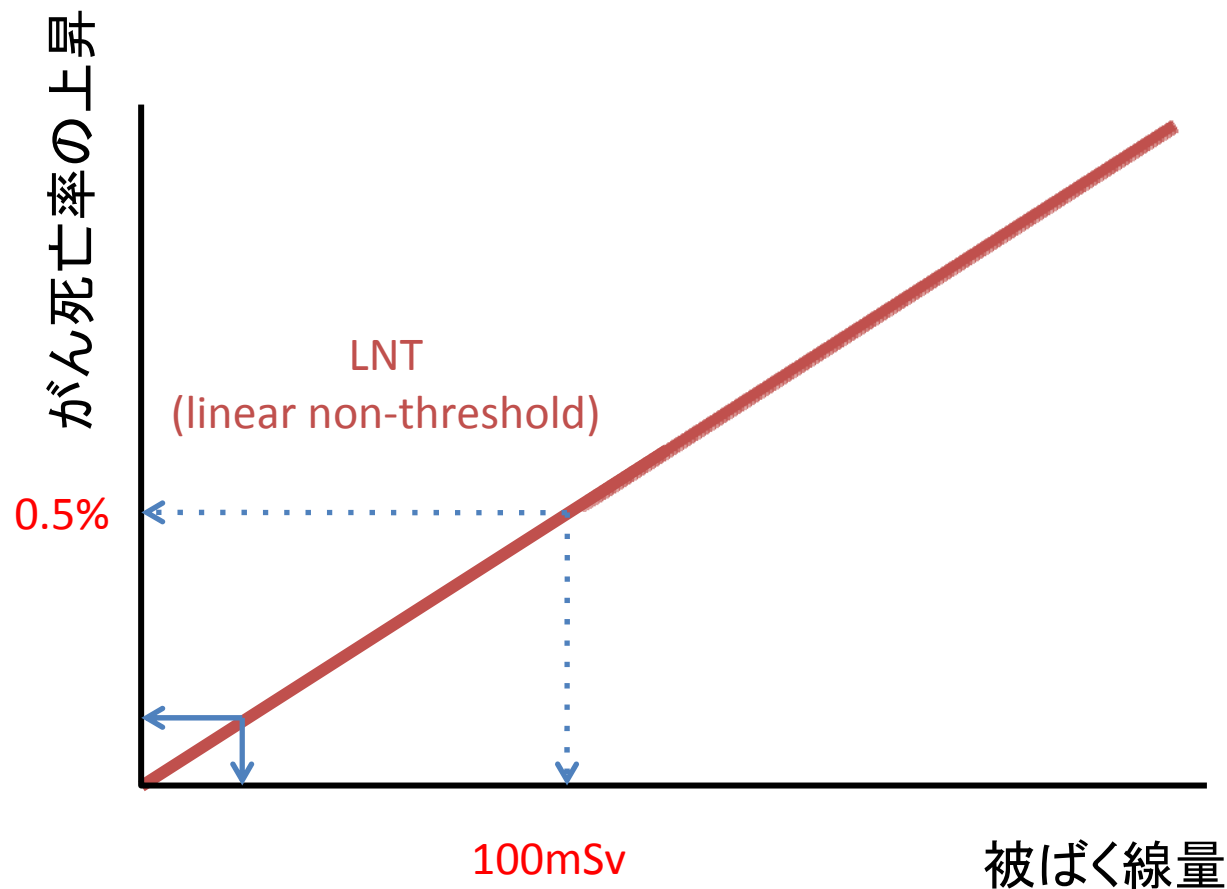
ICRP Publication 99の結論

- 放射線発がんに関するしきい線量の存在を完全に否定することはできない。
- ユニバーサルなしきい線量が確実に存在すると考えることも難しい。
- 科学的には不明だが、、しきい線量がないと仮定して放射線防護を考えた方が安全。

100mSv以下でも、直線関係があると考えた方が安全→“直線しきい値なし”モデル

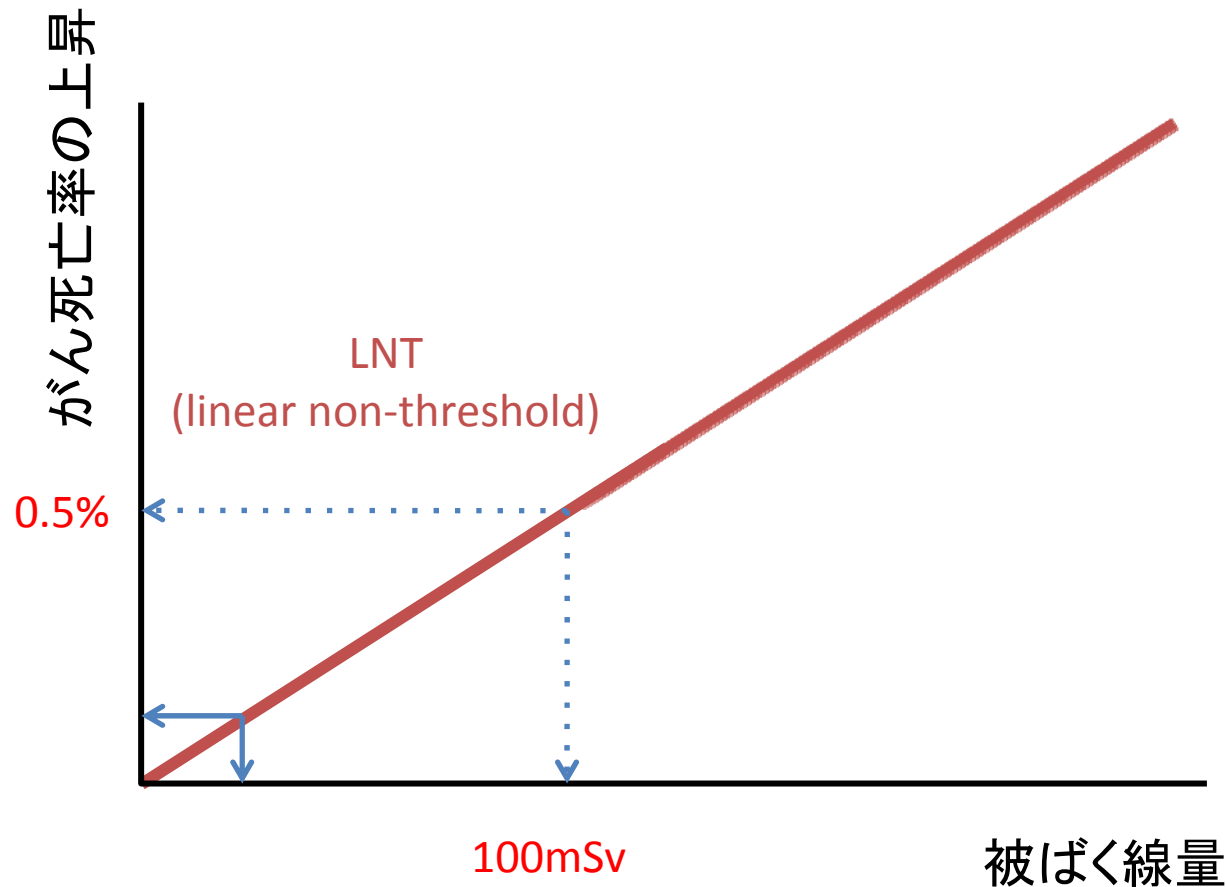


“直線しきい値なし”モデルでは、
どんな低線量でも、発がんリスクが存在



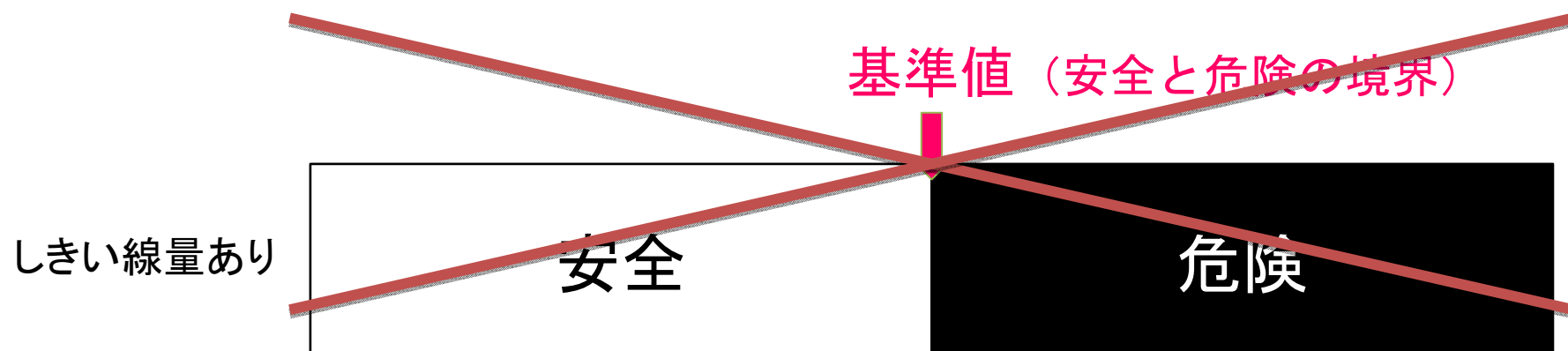
1mSvを100万人が被ばくしても、100mSvを1万人が被ばくしても、50人が余計にがんで死ぬ計算

“直線しきい値なし”モデルは、 「科学」ではなく、放射線防護の「哲学」



1mSvを100万人が被ばくしても、100mSvを1万人が被ばくしても、50人が余計にがんで死ぬ計算

“直線しきい値なし”モデルでは、 “純白”は存在しない



基準値（リスクが十分に低い） 基準以下でもリスクはゼロではない

基準値は、“社会が決める”べきものである

放射線の目安 (ICRP)

(ミリシーベルト)

100

緊急事態期

(事故による被ばく量を20～100ミリシーベルト/年に抑える)

20

事故収束後の復旧期

(事故による被ばく量を1～20ミリシーベルト/年に抑える)

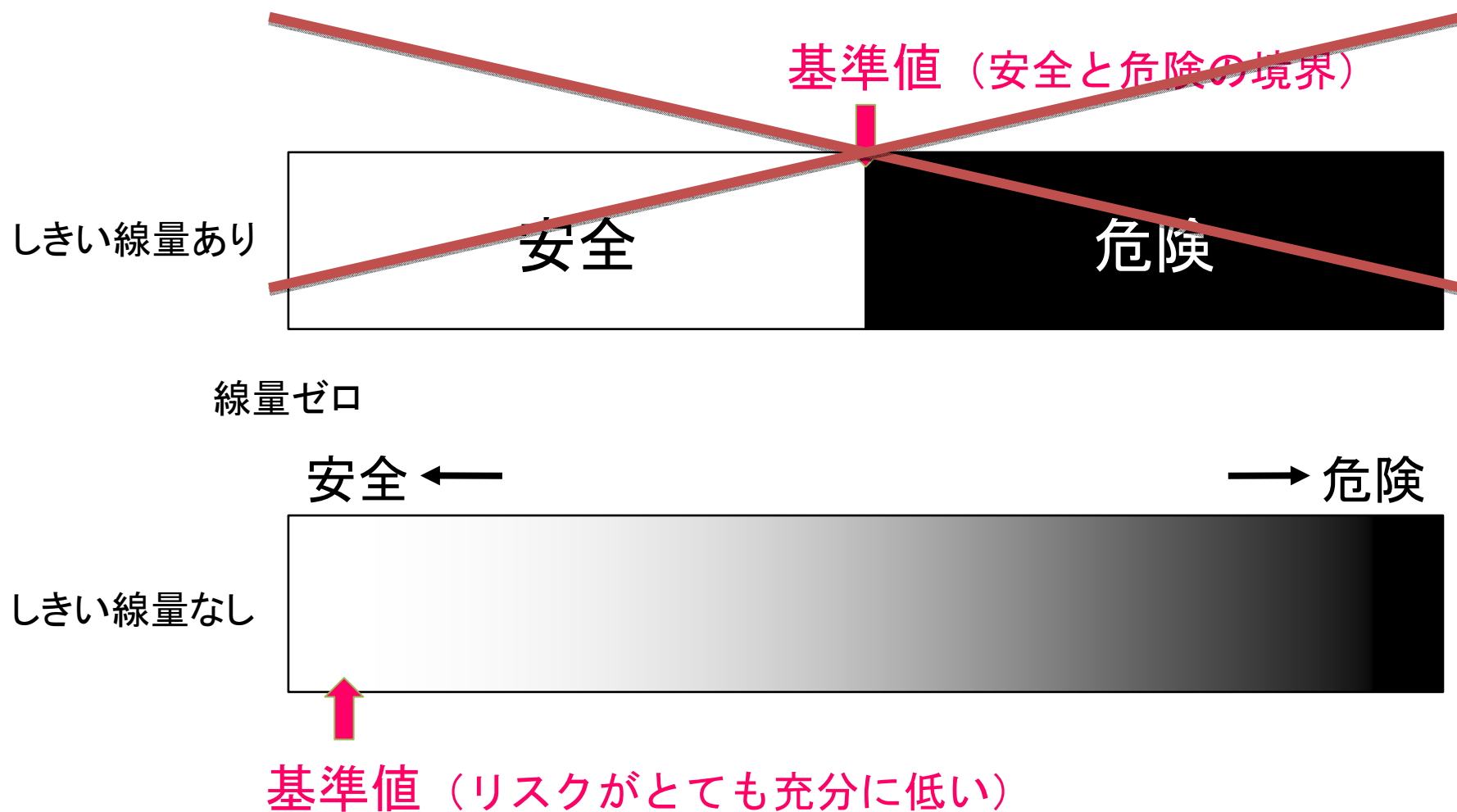
1

平常時

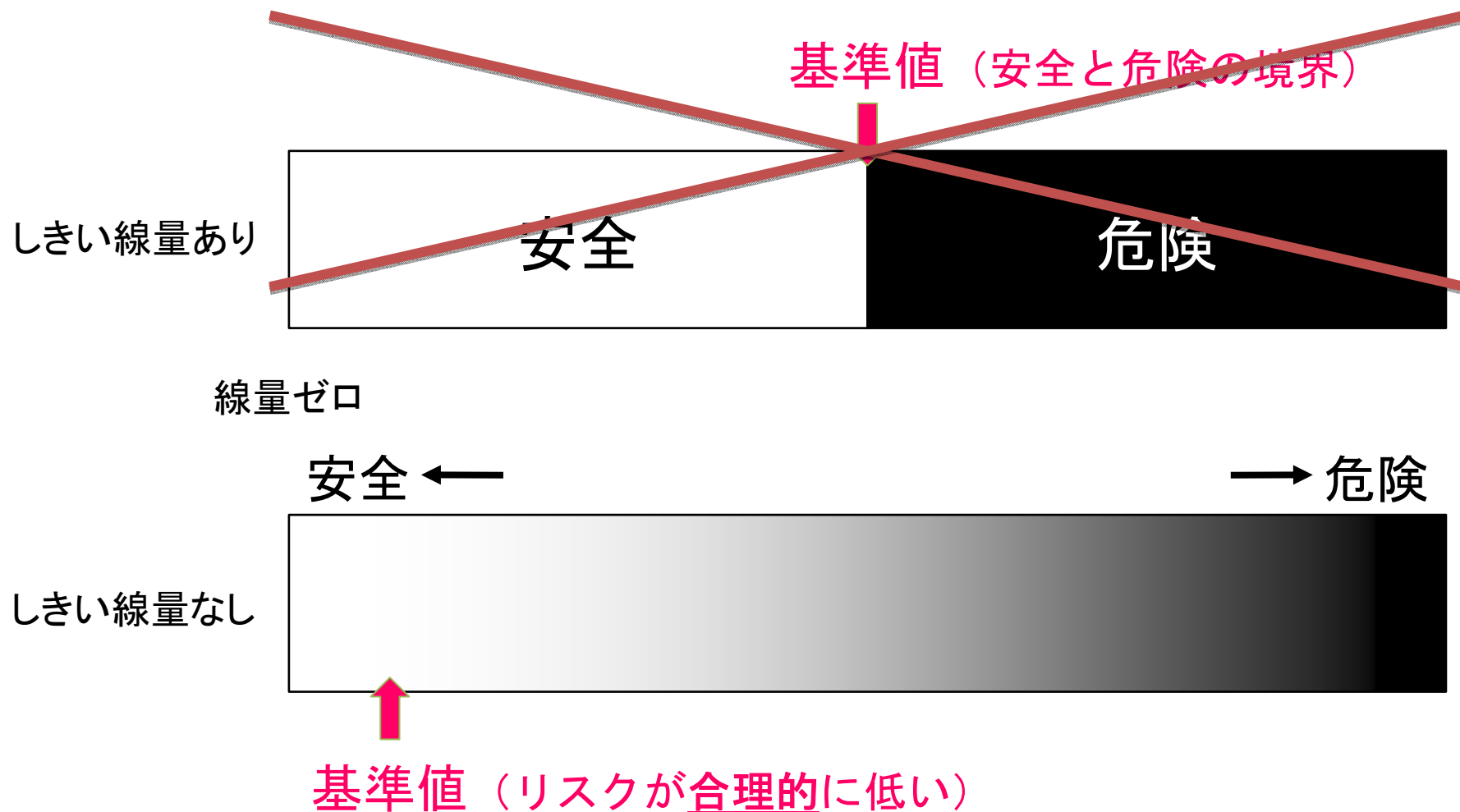
(医療被ばく以外の放射線利用による被ばく量を
1ミリシーベルト/年以下に抑える)

様々な防護方策により被ばく量の低減を行う
(避難、食品流通管理、環境回復など)

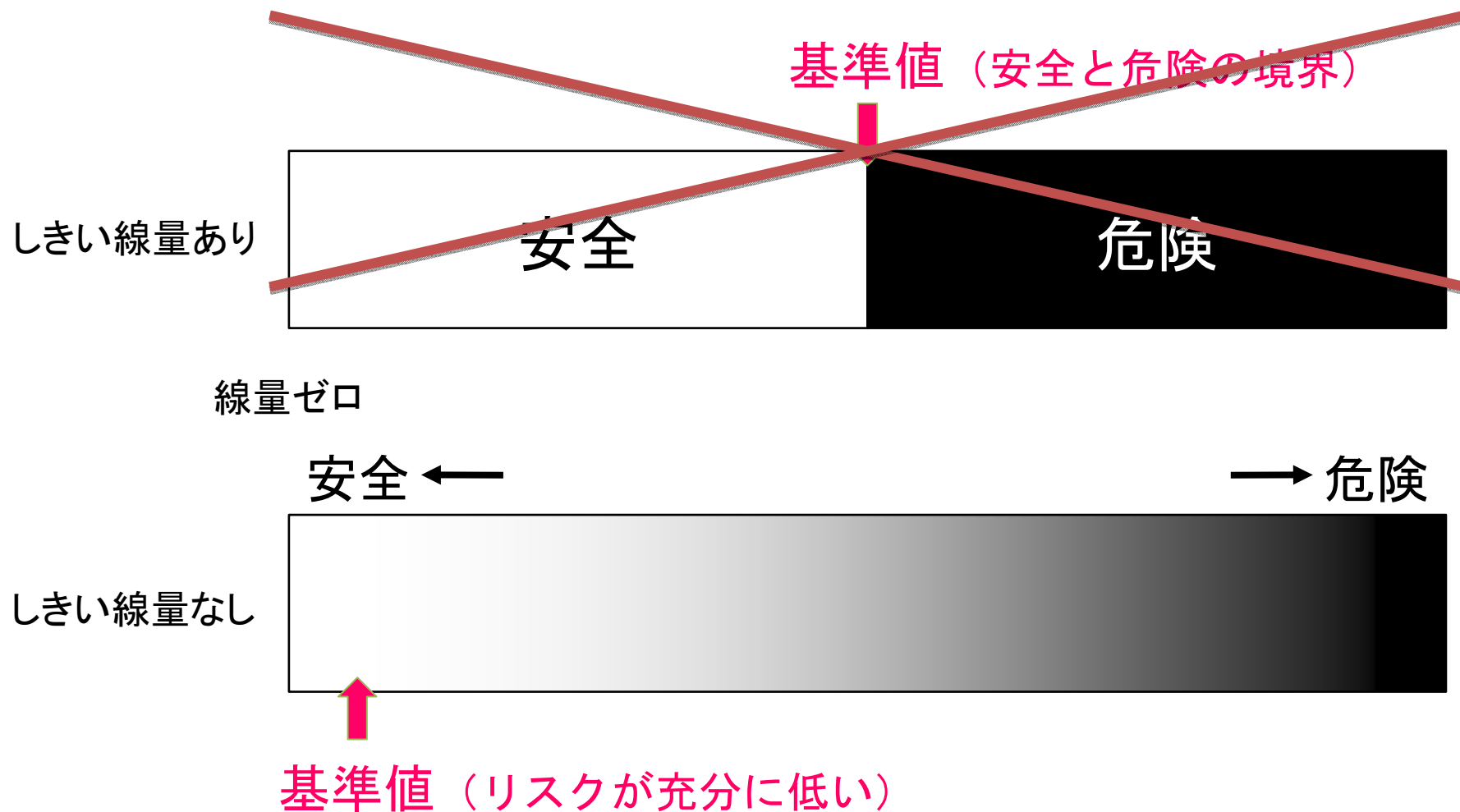
単一の基準値は存在しない



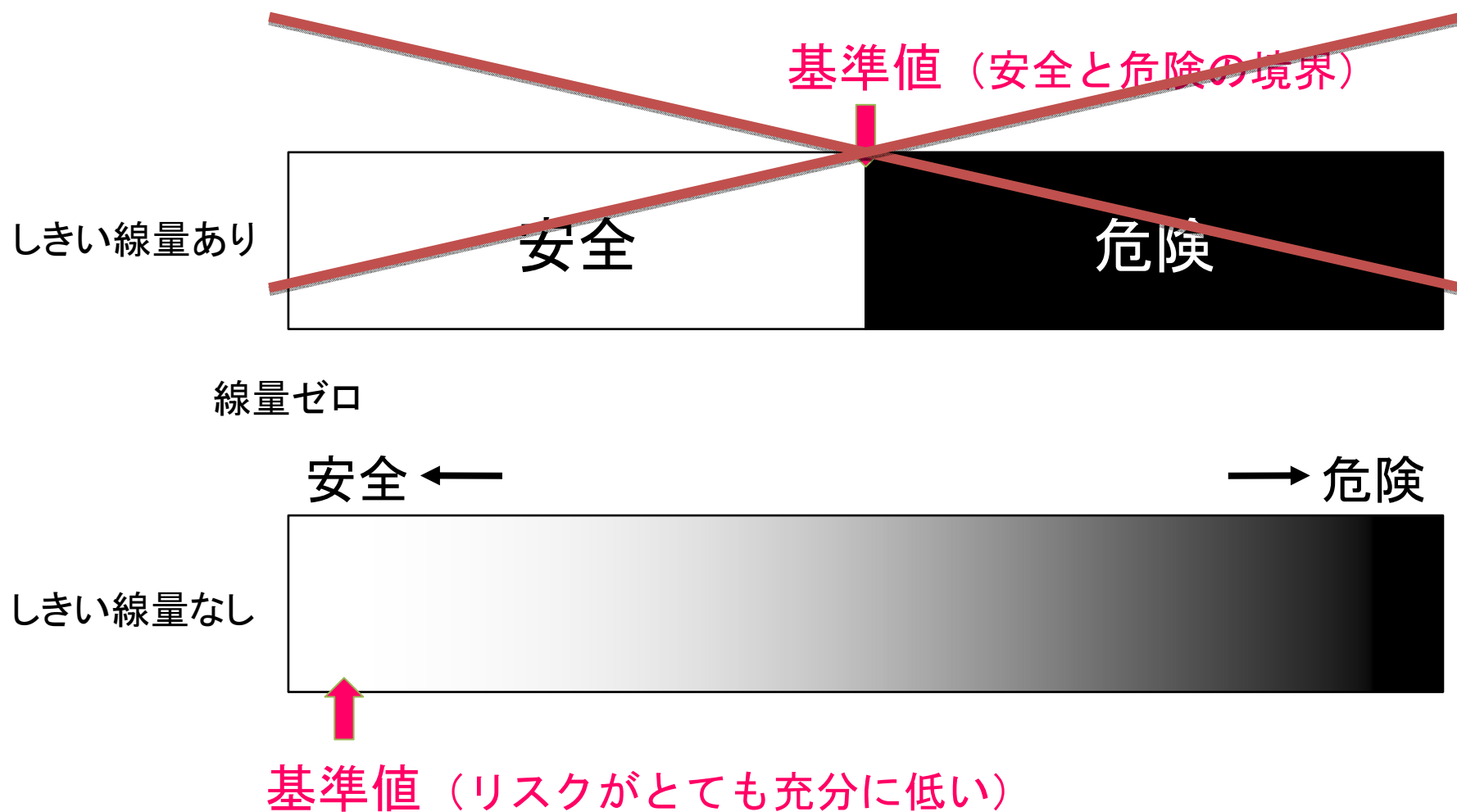
基準値は、社会が決めるべきもの



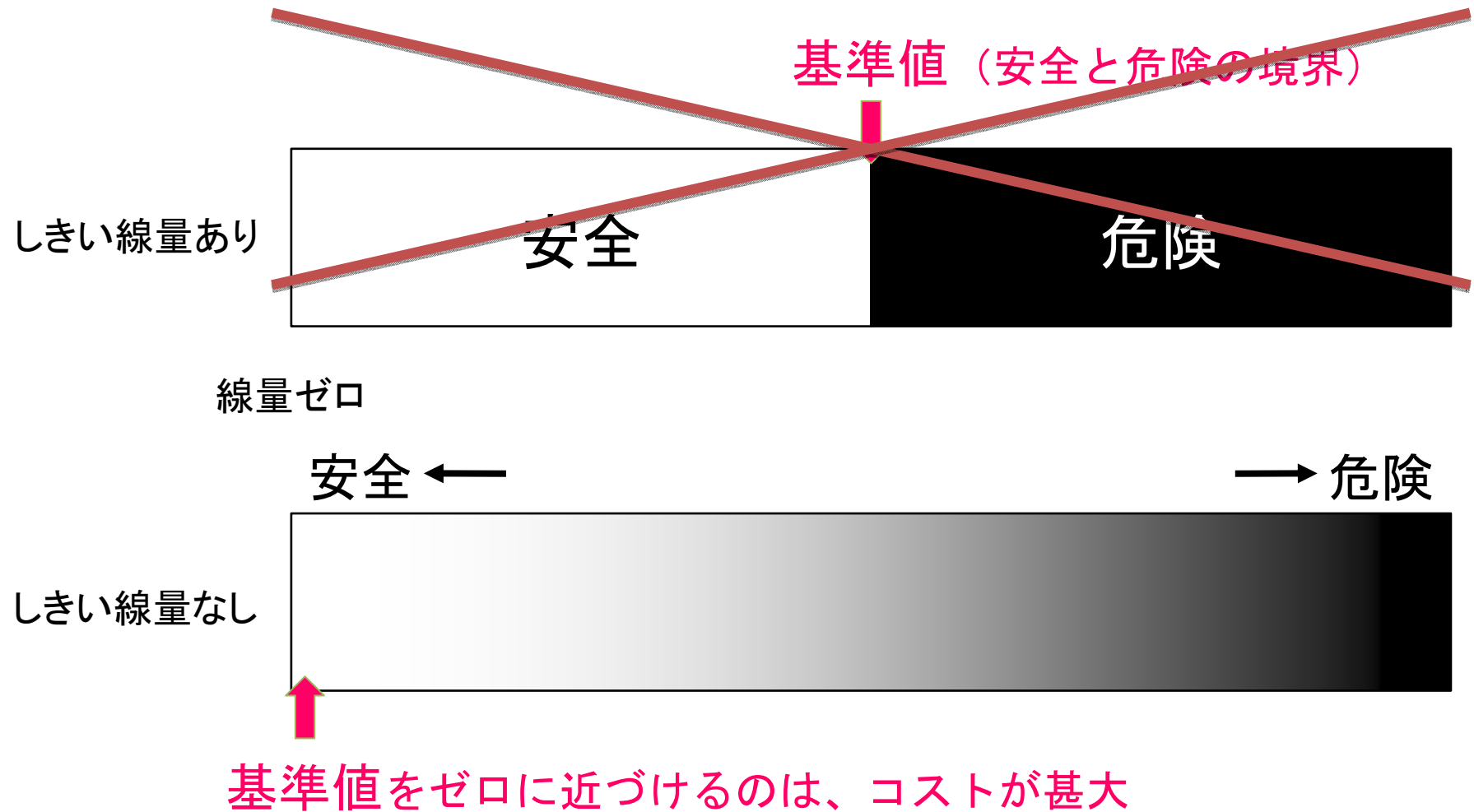
単一の基準値は存在しない



合理的に達成可能な限り、低く抑えるべき



基準値をゼロ付近にするのは、コストに見合わない



基準値（目安）の変更は段階的に

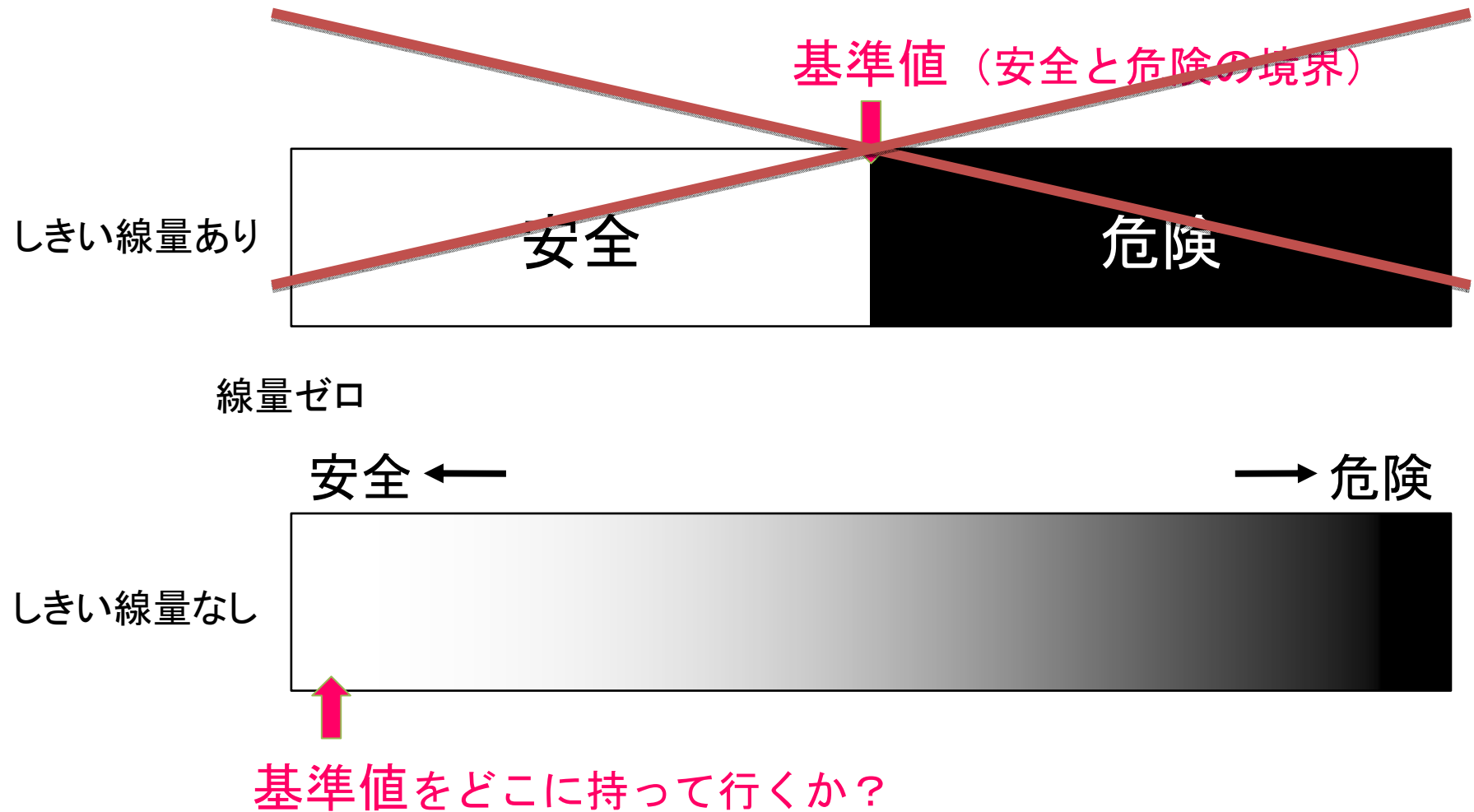
- # 最終的には、1mSv（実際には5mSv）を目指す
- # 1mSv→20mSv→1mSvは、変動が大きすぎる
- # ICRPの“3段階説”にこだわる必要なし
- # 20mSvの次に、10mSvを目安にしては？

放射線によって誘発される健康影響についての要約

表 3.1 放射線によって誘発される健康影響についての要約

予期される放射線量	影 響	結 果
極低線量：約 10 mSv 以下 (実効線量)	急性影響なし 非常にわずかながんリスクの増加	大きな被ばく集団でさえ、がん罹患率の増加は見られない
低線量：約 100 mSv 程度 まで (実効線量)	急性影響なし その後、1% 未満のがんリスク増加	被ばく集団が大きい場合（恐らく約 10 万人以上）、がん罹患率の増加が見られる可能性がある
中線量：約 1000 mSv 程度 まで (急性全身線量)	吐き気、嘔吐もありうる、軽い 骨髄抑制 その後、約 10% のがんリスク増加	被ばくした集団が数百人以上の場合、がん罹患率の増加が恐らく見られる
高線量：約 1000 mSv 以上 (急性全身線量)	吐き気が確実；骨髄症候群が起こりうる；約 4000 mSv を超える急性全身線量では、医学的治療を行わないと致死リスクが高い かなりのがんリスクの増加	がん罹患率の増加が見られる

基準の設定には、利害関係者(住民)が参加すべき



LNTモデルにおける基準値

- LNTモデル(哲学)では、安全と危険の境界を定める「基準値」(閾値)はそもそも存在しない。
- それでも、迅速な判断と適切な対処を実現し、人々に安心を与える「目安」が用いられる。
- この目安をどう設定するかは状況に応じて変化する。
- この目安は、社会が作るべきものである。
- 合意形成には、住民が参加すべきである。

ALARA

- LNTでは、“純白”は存在しない。
- 「目安」＝基準値を満足すればよいわけではない。
合理的に可能ならば、さらにリスクを低減すべき。
- 放射線リスクの低減のみに特化すると、他のリスクが大きくなるか、あるいはリソースの浪費になる。
- バランス(目安の設定)は、社会が決定すべき。
- LNT、ALARAは、白か黒かの「二元論」の対極である。

学校でのがん教育、放射線教育を

日本は、
世界一の「がん大国」

&

唯一の「被爆国」
にもかかわらず、
がん教育、放射線教育がほぼ皆無

放射線のひみつ

正しく理解し、この時代を生き延びるための30の解説

中川恵一 著



寄藤文平 イラスト

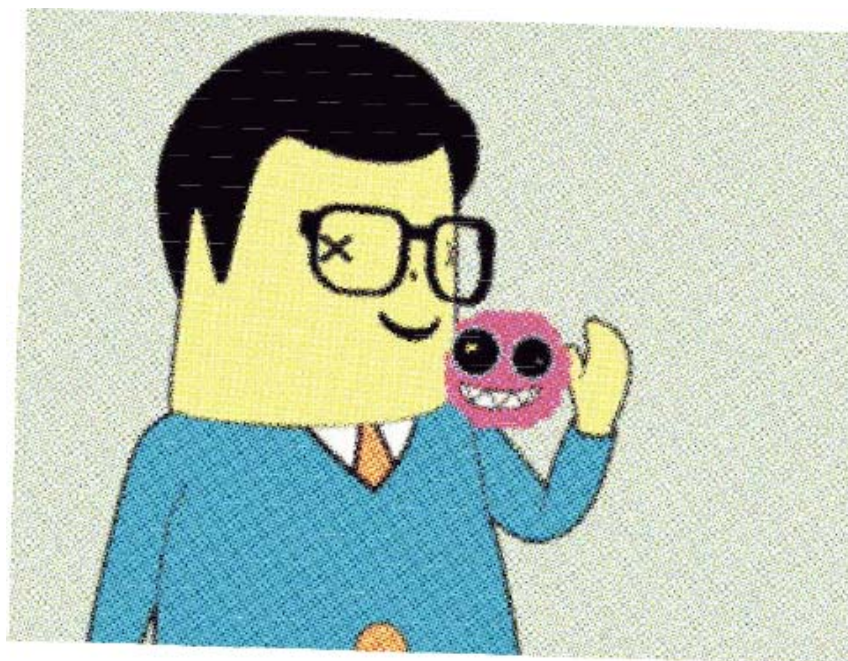
ト

朝日出版社 刊

DVD

がんちゃんの冒険

Adventure of Mr. "Cancer"



発行: 日本対がん協会(がん教育基金)

監修: 中川恵一

制作協力: 文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課