

東京大学理学部

放射線取扱者講習会  
(一般講習会)

放射線の人体への影響

令和2年度前期

# 放射線業務従事者の線量限度

実効線量限度	1. 100 mSv / 5年
	2. 50 mSv / 年
	3. 女子 5 mSv / 3月
	4. 妊娠中である女子の内部被ばく 1 mSv / 申し出から出産までの間
等価線量限度	1. 眼の水晶体 150 mSv / 年
	2. 皮膚 500 mSv / 年
	3. 妊娠中である女子の腹部表面 2 mSv / 申し出から出産までの間

## 緊急作業

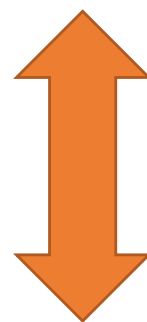
実効線量	100 mSv
眼の水晶体	300 mSv
皮膚	1000 mSv

# 眼の水晶体等価線量の被ばく限度について

現在...

年 150 mSv

(ICRP 1990 年勧告に基づく)



7.5 倍の開き

5 年平均で 20 mSv (年最大 50 mSv)

(ICRP 2011 年声明)

常に放射線防護に努めるようにご注意ください!

# 放射線防護の目標

放射線防護の目標は、  
「**確率的影響**の発生を容認できるレベルに制限し、  
**確定的影響**の発生を完全に防御する」こと。

**確率的影響**→全身の被ばく線量「**実効線量**」に限度を定める

**確定的影響**→組織・臓器ごとの被ばく線量「**等価線量**」に限度を定める

実効線量は、身体のすべての組織、臓器における加重された等価線量の総和

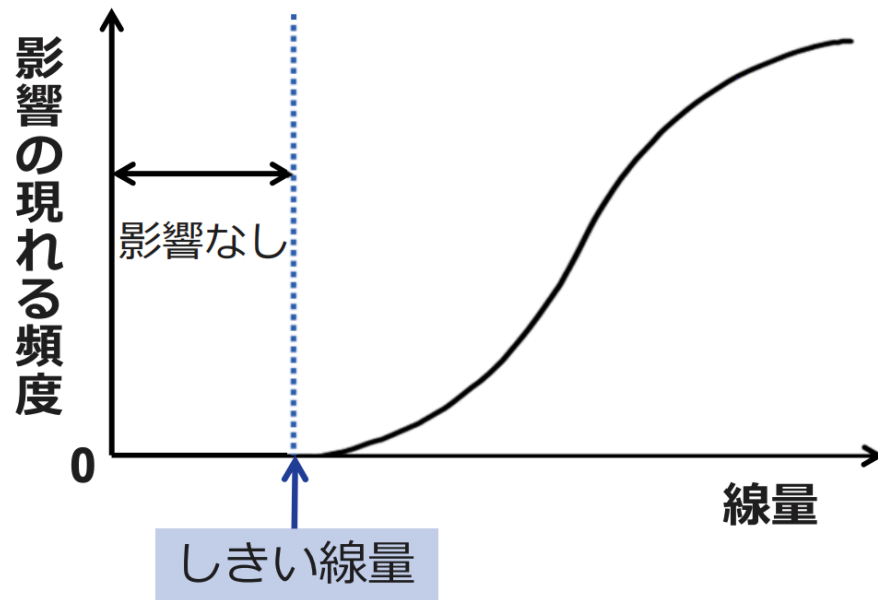
# 確定的影響と確率的影響

## 確定的影響

(脱毛・白内障・皮膚障害等)

同じ線量を多数の人が被ばくしたとき、全体の1%の人に症状が現れる線量を「しきい線量」としている。

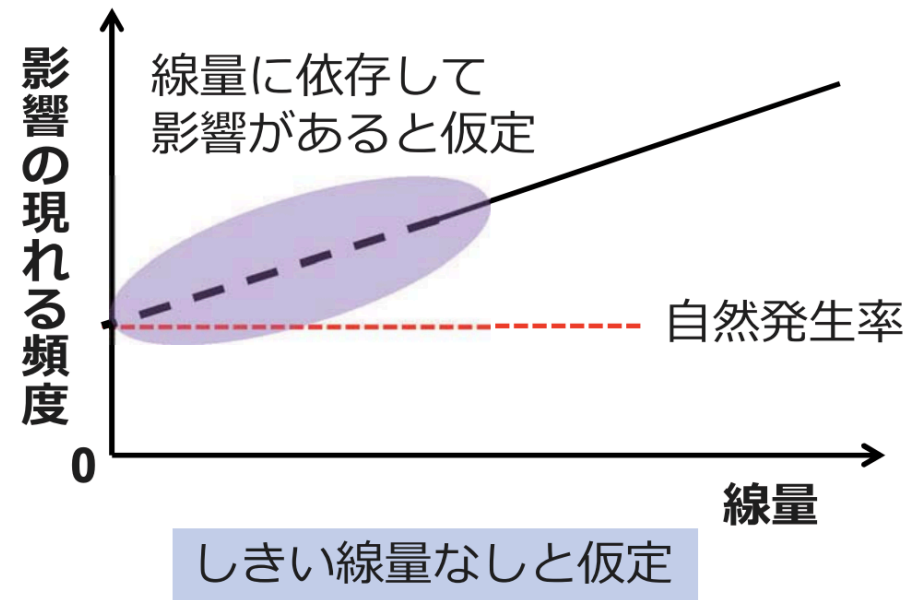
(国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告)



## 確率的影響

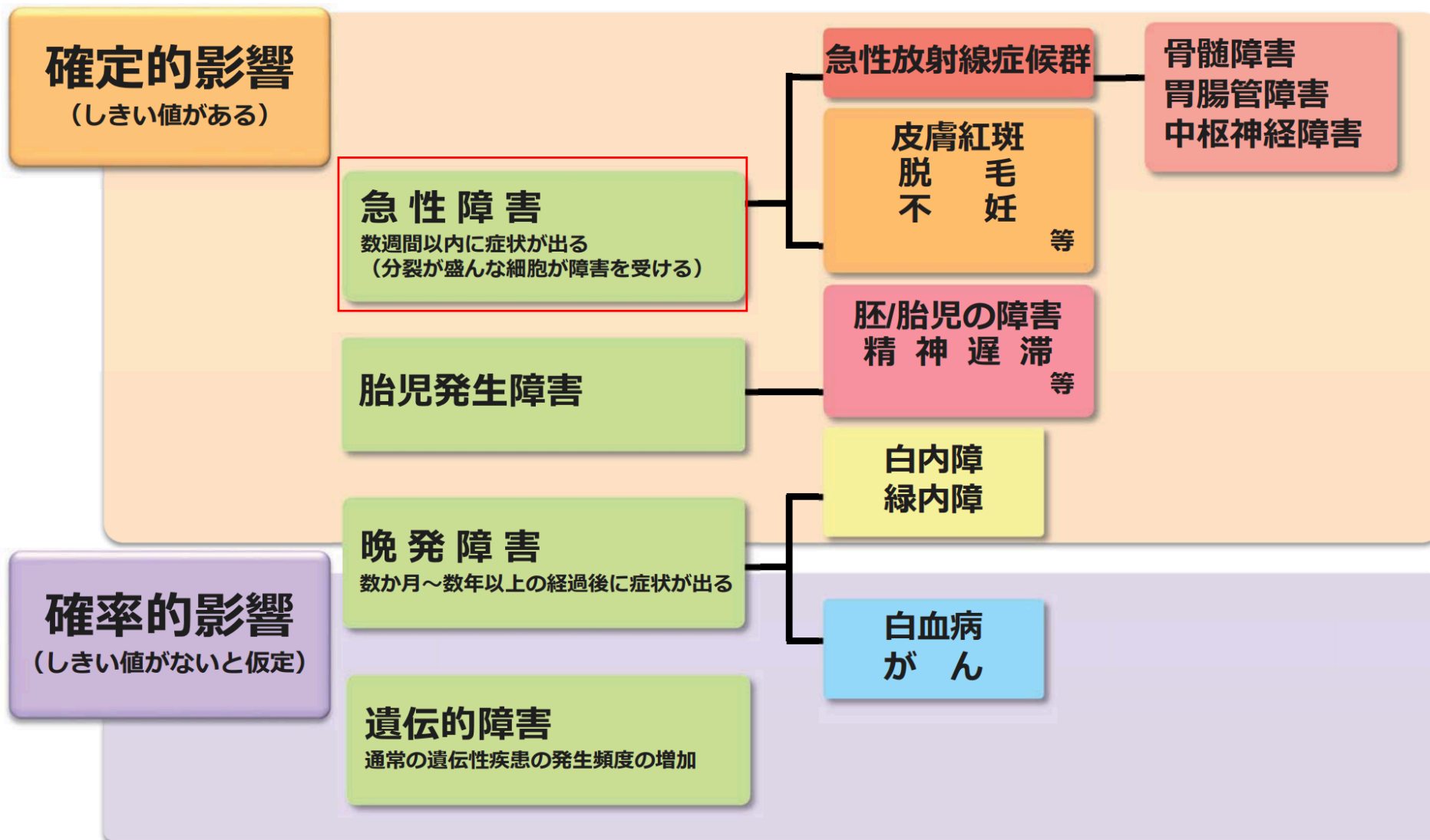
(がん・白血病・遺伝性影響等)

一定の線量以下では、喫煙や飲酒といった他の発がん影響が大きすぎて見えないが、ICRP等ではそれ以下の線量でも影響があると仮定して、放射線防護の基準を定めることとしている。



(環境省ホームページ資料より)

▶ 放射線を受けた後にどのような健康影響が生じるか、生じないか、受けた放射線の量、受けた場所（全身、局所）、時間的経過（被ばくの様式）を考慮する

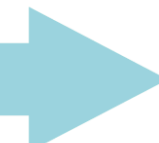


## 急性放射線症候群の病期

被ばく時



時間経過



前駆期 ～48時間	潜伏期 0～3週間	発症期	回復期 (あるいは死亡)
嘔気・嘔吐 (1 Gy以上) 頭痛 (4 Gy以上) 下痢 (6 Gy以上) 発熱 (6 Gy以上) 意識障害 (8 Gy以上)	無症状	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-right: 10px;">                         被ばく線量大  </div> <div>                         造血器障害 (感染・出血)                          消化管障害                          皮膚障害                          神経・血管障害                     </div> </div>	

※全身に1 グレイ (1000ミリグレイ) 以上の放射線を一度に受けた場合に見られる急性放射線症候群

Gy : グレイ

出典 : (公財) 原子力安全研究協会 緊急被ばく医療研修テキスト「放射線の基礎知識」

(環境省ホームページ資料より)

## $\gamma$ (ガンマ) 線急性吸収線量のしきい値

障害	臓器／組織	潜伏期	しきい値 (グレイ)※
一時的不妊	精巣	3～9週	約0.1
永久不妊	精巣	3週	約6
	卵巣	1週以内	約3
造血能低下	骨髄	3～7日	約0.5
皮膚発赤	皮膚 (広い範囲)	1～4週	3～6以下
皮膚熱傷	皮膚 (広い範囲)	2～3週	5～10
一時的脱毛	皮膚	2～3週	約4
白内障 (視力低下)	眼	数年	0.5

※臨床的な異常が明らかな症状のしきい線量 (1%の人々に影響を生じる線量)



# 放射線防護の目標

放射線防護の目標は、  
「**確率的影響**の発生を容認できるレベルに制限し、  
**確定的影響**の発生を完全に防御する」こと。

**確率的影響**→全身の被ばく線量「**実効線量**」に限度を定める

**確定的影響**→組織・臓器ごとの被ばく線量「**等価線量**」に限度を定める

実効線量は、身体のすべての組織、臓器における加重された等価線量の総和

# 等価線量とは

人体のある臓器・組織が放射線を受けた時の影響に放射線の種類による影響の大きさを加味した線量を表す。皮膚、眼などの線量限度を定めるなどの線量管理に用いられる。単位はシーベルト(Sv)。

$$\text{(臓器 T の等価線量 [Sv]) } H_T = \text{(臓器 T の平均吸収線量 [Gy]) } D_T \times \text{(放射線 R の放射線加重係数) } W_R$$

## ◆放射線加重係数

放射線の種類	放射線加重係数
光子(ガンマ線、エックス線)	1
電子(ベータ線)	1
陽子	2
アルファ粒子、核分裂片、重い原子核	20
中性子線	2.5~20

(引用: 文部科学省HP 放射線等に関する副読本)

同一の臓器吸収線量であっても放射線の種類とエネルギーが異なれば生体への影響が異なってくるため「放射線加重係数」をかける。

# 放射線防護の目標

放射線防護の目標は、  
「**確率的影響**の発生を容認できるレベルに制限し、  
**確定的影響**の発生を完全に防御する」こと。

**確率的影響**→全身の被ばく線量「**実効線量**」に限度を定める

**確定的影響**→組織・臓器ごとの被ばく線量「**等価線量**」に限度を定める

実効線量は、身体のすべての組織、臓器における加重された等価線量の総和

# 実効線量とは

身体のすべての組織、臓器における加重された等価線量の総和。  
放射線被ばくによる個人の確率的影響（がん、遺伝的影響）のリスクの程度を表す線量概念である。単位はシーベルト(Sv)

(実効線量 [Sv])  $E$

$$= \sum (\text{臓器 } T \text{ の等価線量 [Sv]}) H_T \times (\text{臓器 } T \text{ の組織加重係数}) w_T$$

## ◆組織加重係数

組織・臓器	組織加重係数	組織・臓器	組織加重係数
赤色骨髄	0.12	食道	0.04
結腸	0.12	甲状腺	0.04
肺	0.12	唾液腺	0.01
胃	0.12	皮膚	0.01
乳房	0.12	骨表面	0.01
生殖腺	0.08	脳	0.01
膀胱	0.04	残りの 組織・臓器	0.12
肝臓	0.04		

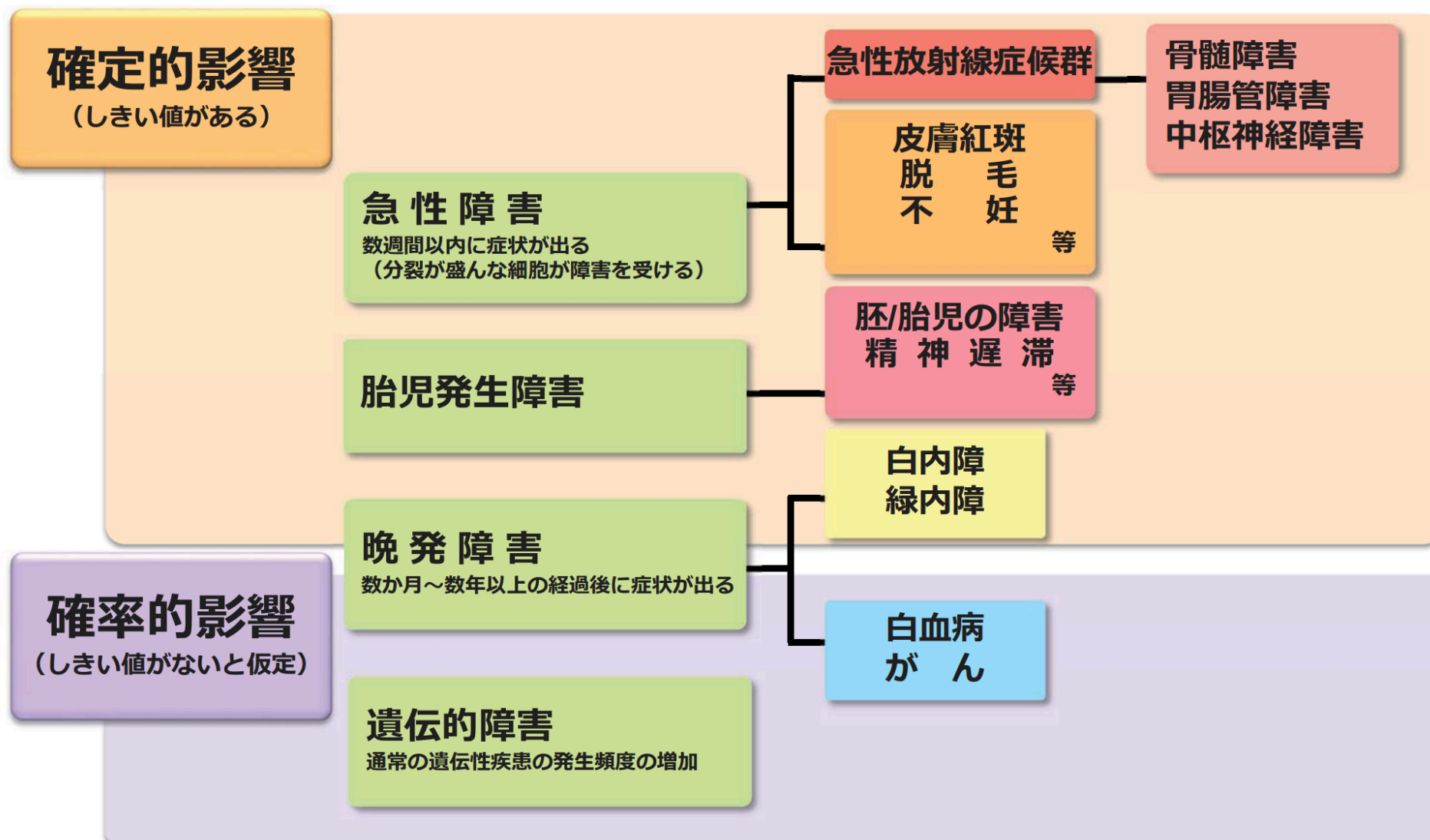
出典：ICRP Publication 103, 2007

(引用：文部科学省HP 放射線等に関する副読本)

組織加重係数は、各組織・臓器における放射線の影響度  
(放射線感受性)の指標となる係数

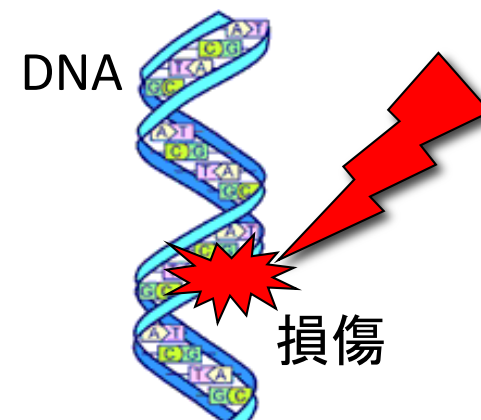
# 影響の種類

- ▶ 放射線を受けた後にどのような健康影響が生じるか、生じないか、受けた放射線の量、受けた場所（全身、局所）、時間的経過（被ばくの様式）を考慮する



# がんの発生要因

がんは放射線によってのみ起こるわけでは無い。  
さまざまな要因が人の遺伝子(DNA)を傷つける。



(引用:関西原子力懇談会教育資料)

細胞には傷ついたDNAを修復する能力があるが、修復ミスや失敗などにより傷の量が一定レベルを超えると、がん細胞になると考えられている。

日本人死亡原因の第1位は「がん」であり、死因の約30%を占める。また、死亡者数も増え続けている。

# 放射線と生活習慣によってがんになる相対リスク

要 因	がんになるリスク
1000～2000ミリシーベルトの放射線を受けた場合	1.8倍
喫煙 飲酒(毎日3合以上)	1.6倍
痩せ過ぎ	1.29倍
肥満	1.22倍
200～500ミリシーベルトの放射線を受けた場合	1.19倍
運動不足	1.15～1.19倍
塩分の取り過ぎ	1.11～1.15倍
100～200ミリシーベルトの放射線を受けた場合	1.08倍
野菜不足	1.06倍

- 放射線は、広島・長崎の原爆による瞬間的な被ばくを分析したデータ(固形がんのみ)であり、長期にわたる被ばくの影響を観察したものではない。
- その他は、国立がん研究センターの分析したデータである。

※対象:40～69歳の日本人

運動不足:身体活動の量が非常に少ない 野菜不足:野菜摂取量が非常に少ない

出典:(独)国立がん研究センター調べ

## 問題 2

放射線被ばくによるがんの発生は、

「**確定的影響**」と「**確率的影響**」

いずれの影響に分類されるか？