

放射線の人体影響の基礎

+ 放射線測定の基礎

東京大学大学院 農学生命科学研究科
放射性同位元素施設/放射線植物生理学研究室
廣瀬 農

本日の講義内容

放射線・放射能測定的基础

GM管

Ge半導体検出器

シンチレーション検出器

イメージングプレート

放射線の人体影響的基础

人体影響メカニズム

シーベルトという単位

実効線量と等価線量

シーベルト算出の実際

シーベルトとリスクの目安：相対的評価

シーベルトとリスクの目安：絶対的評価

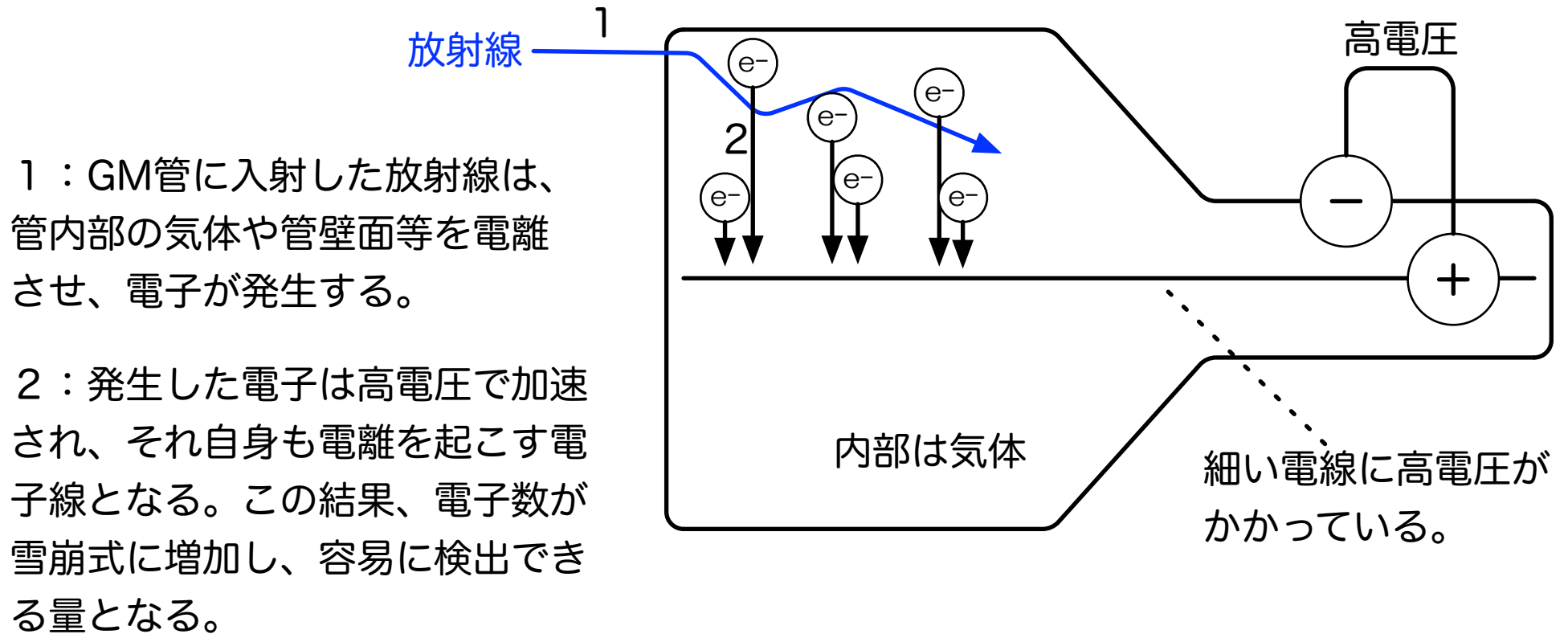
トランスサイエンスという概念

放射線・放射能測定的基础

※ ある試料から放出される放射線をもとに、試料中の放射性同位体量
を測定することを、「放射能測定」と呼ぶことがあります。

電氣的な測定の例

ガイガー・ミュラー管 (GM管)



※ GM管を用いていない放射線測定器をガイガーカウンターと呼ぶのは不正確。

GM管实演



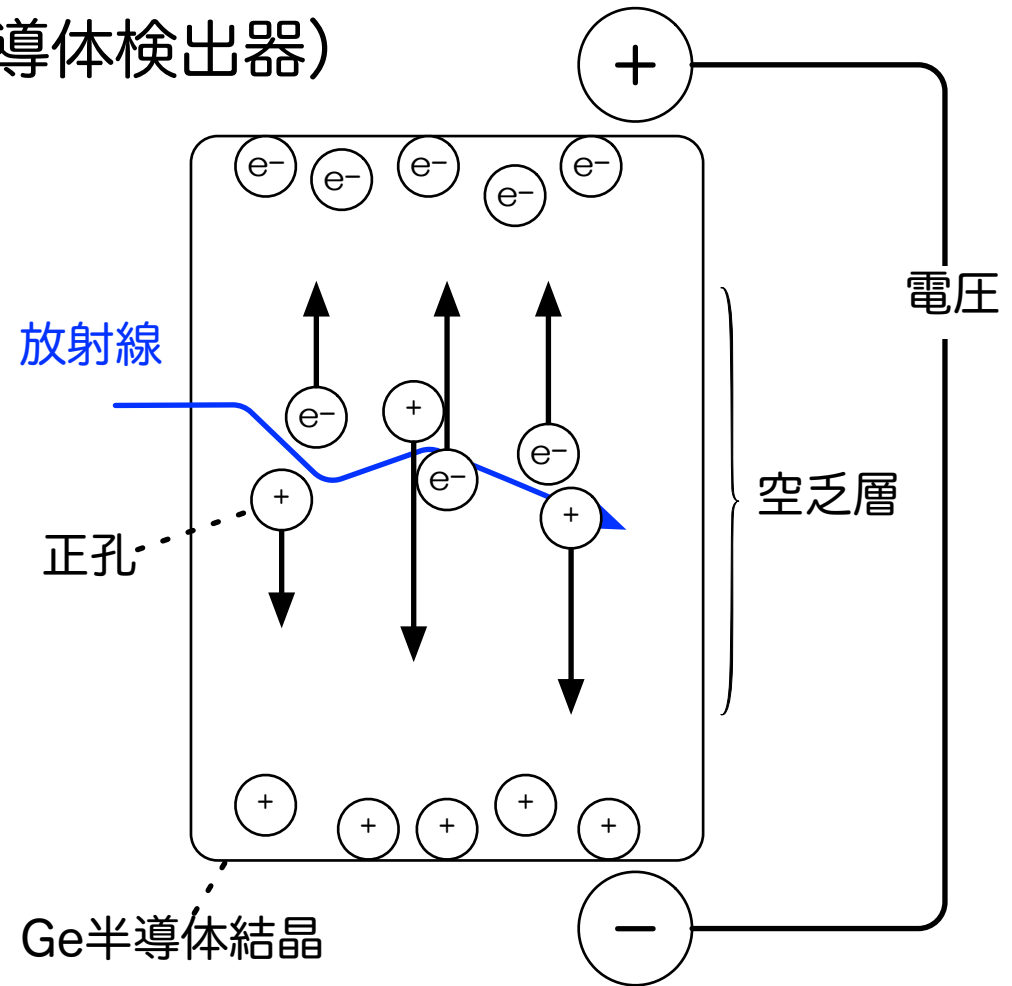
電氣的な測定の例

ゲルマニウム半導体検出器 (Ge半導体検出器)

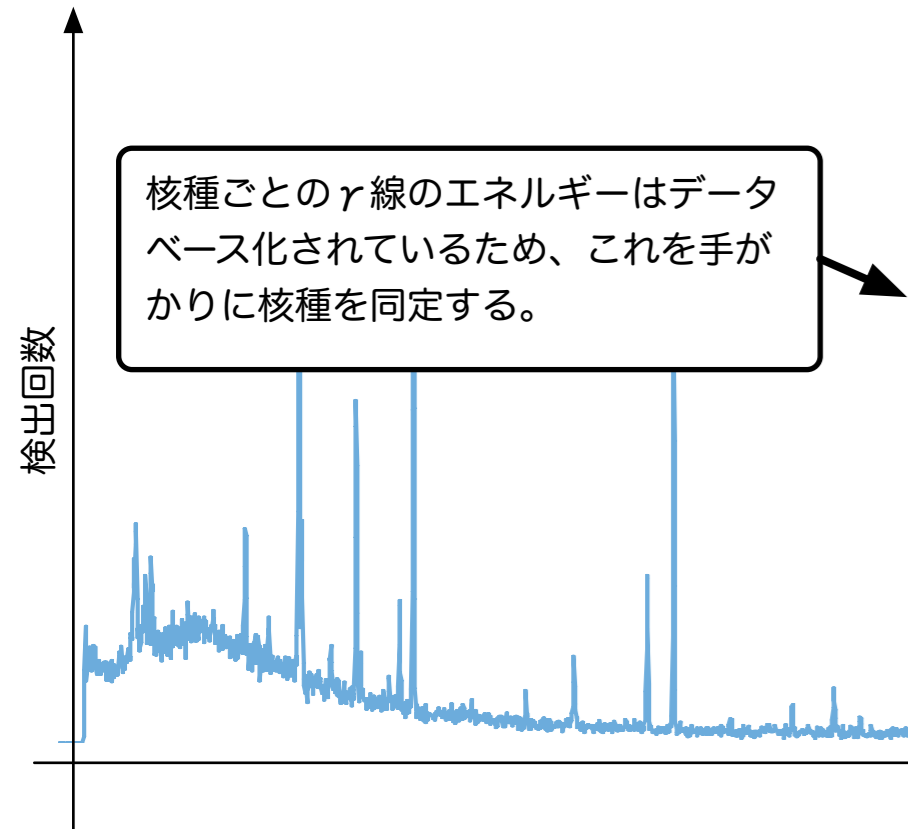
Ge半導体結晶に逆電圧をかけることで、結晶内に空乏層を形成する。

空乏層に入射した放射線は、電離作用によって結晶内部に電子と正孔を発生させるため、パルス電流が生じる。この電流を測定することで放射線のエネルギーを測定できる。

Ge結晶内では電子正孔対を形成するために必要なエネルギーが気体中よりも少ないため、放射線のエネルギーを正確に測定できる。このため核種弁別能力が高いことが最大の利点。ただし、高価であるため台数を揃えることが難しい。



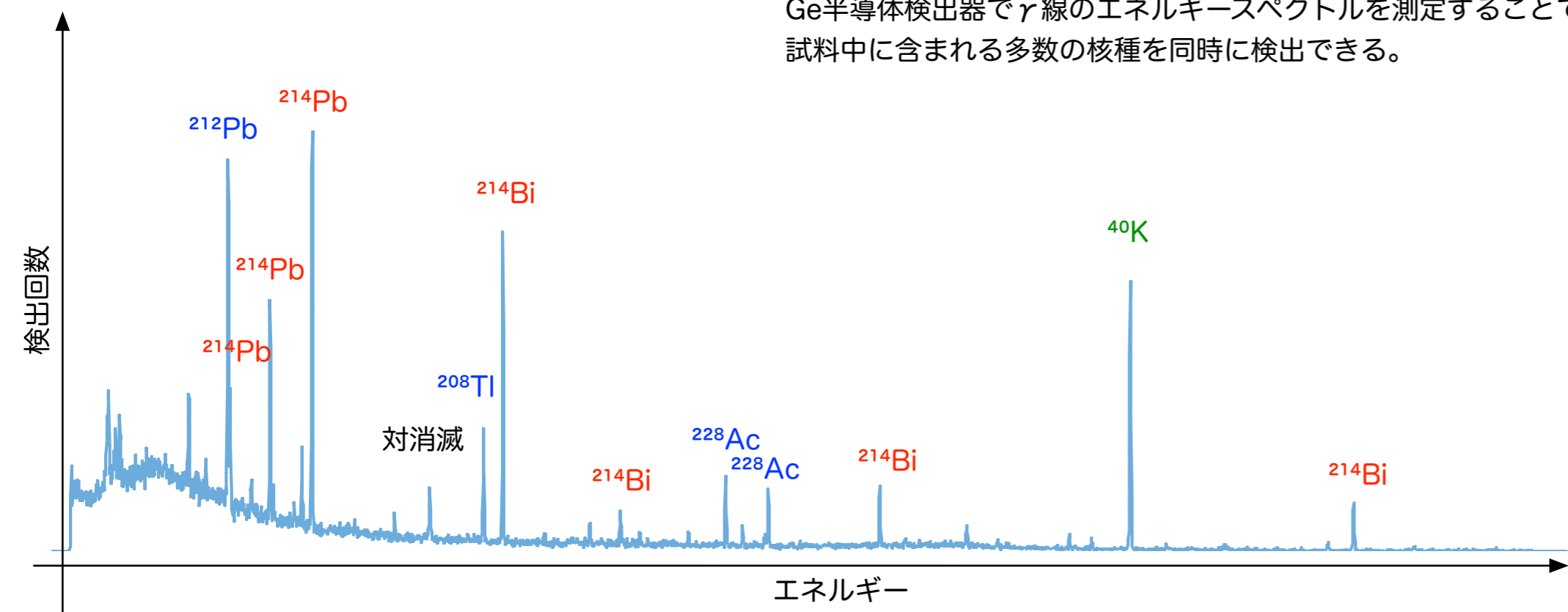
測定例：御影石のGe半導体検出器スペクトル



	核種名	半減期	エネルギー (keV)	放出比 (%)	備考
	^{214}Bi	19.7m	主要 609.31210	46.112	β^- , α 親: ^{226}Ra
人工	^{103}Ru		主要 610.332	5.4456	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要 614.3710	89.731	
人工	^{106}Ru		616.3317 D	0.8219	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	252.23d	620.3461	2.785	β^- , IT
人工	^{132}I		621.02	2.01	
人工	^{106}Ru		主要 622.23 D	9.814	
人工	^{132}I		630.229	13.76	
人工	^{125}Sb		636.154	12.1	
人工	^{131}I		636.9732	7.21	
人工	^{124}Sb	60.203d	645.824	7.2322	β^-
人工	^{132}I		650.62	2.72	
人工	^{91}Sr		652.33	2.98	
人工	^{91}Sr		652.92	7.611	
人工	^{91}Sr		653.2	0.469	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		主要 657.74910	94.41	
人工	^{97}Nb	72.17m	主要 657.9210	98.21	β^- 親: ^{97}Zr
人工	^{137}Cs	30.17434Y	主要 661.63819D	85.05	β^- 娘: $^{137\text{m}}\text{Ba}$
人工	^{143}Ce		664.5510	5.35	
	^{214}Bi		665.45322	1.569	
人工	^{132}I		主要 667.698	98.71	
機器	^{63}Zn	38.01m	主要 669.625	8.44	β^+ , EC
人工	^{132}I		669.83	4.98	
人工	^{132}I		671.63	5.24	
人工	^{125}Sb		671.664	1.71	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		677.60211	10.61	
人工	^{127}Sb	3.917d	主要 685.75	36.1	β^-
人工	^{147}Nd		685.8025	0.7112	

測定例：御影石のGe半導体検出器スペクトル

Ge半導体検出器でγ線のエネルギースペクトルを測定することで、試料中に含まれる多数の核種を同時に検出できる。



^{214}Pb ^{214}Bi ^{238}U の子孫核種

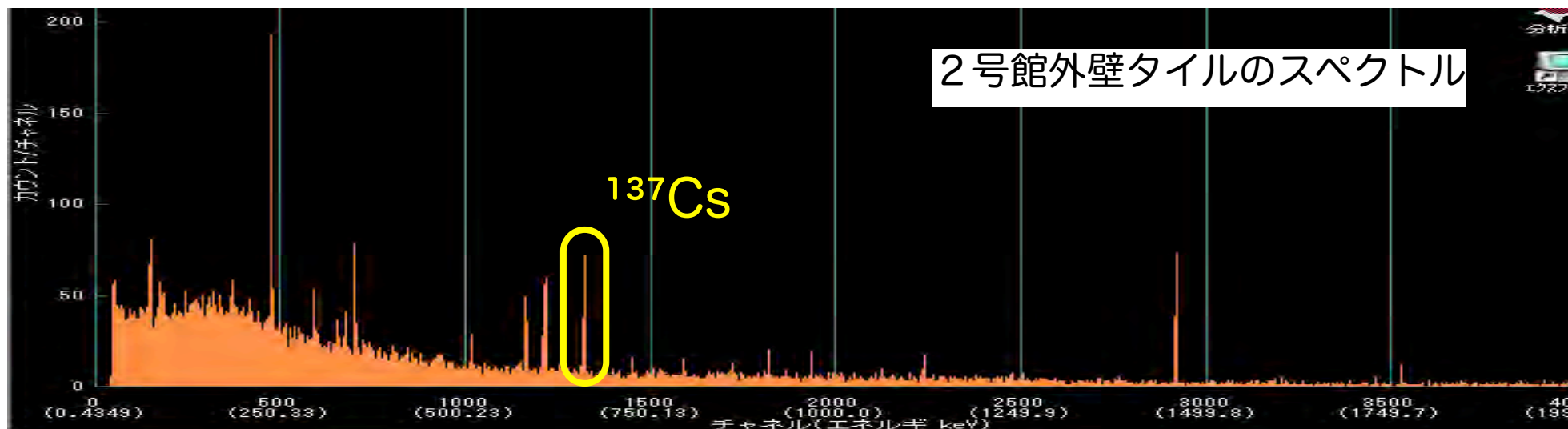
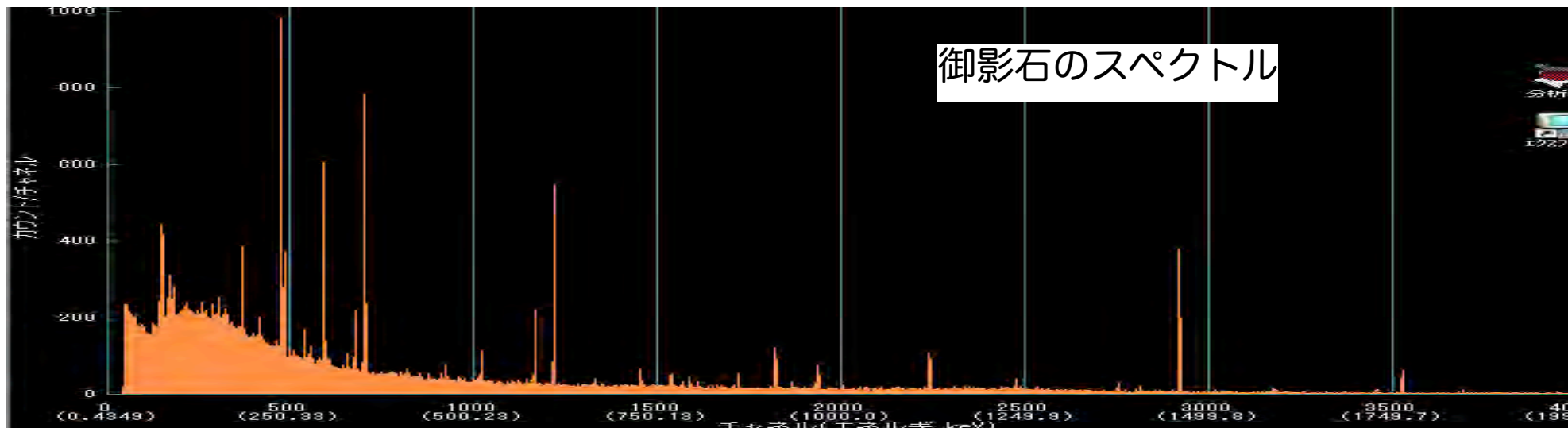
^{228}Ac ^{212}Pb ^{208}Tl ... ^{232}Th の子孫核種

^{40}K



このスペクトルから、御影石には ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{40}K が含まれていることが分かる。

測定例：御影石と2号館外壁のタイルの比較



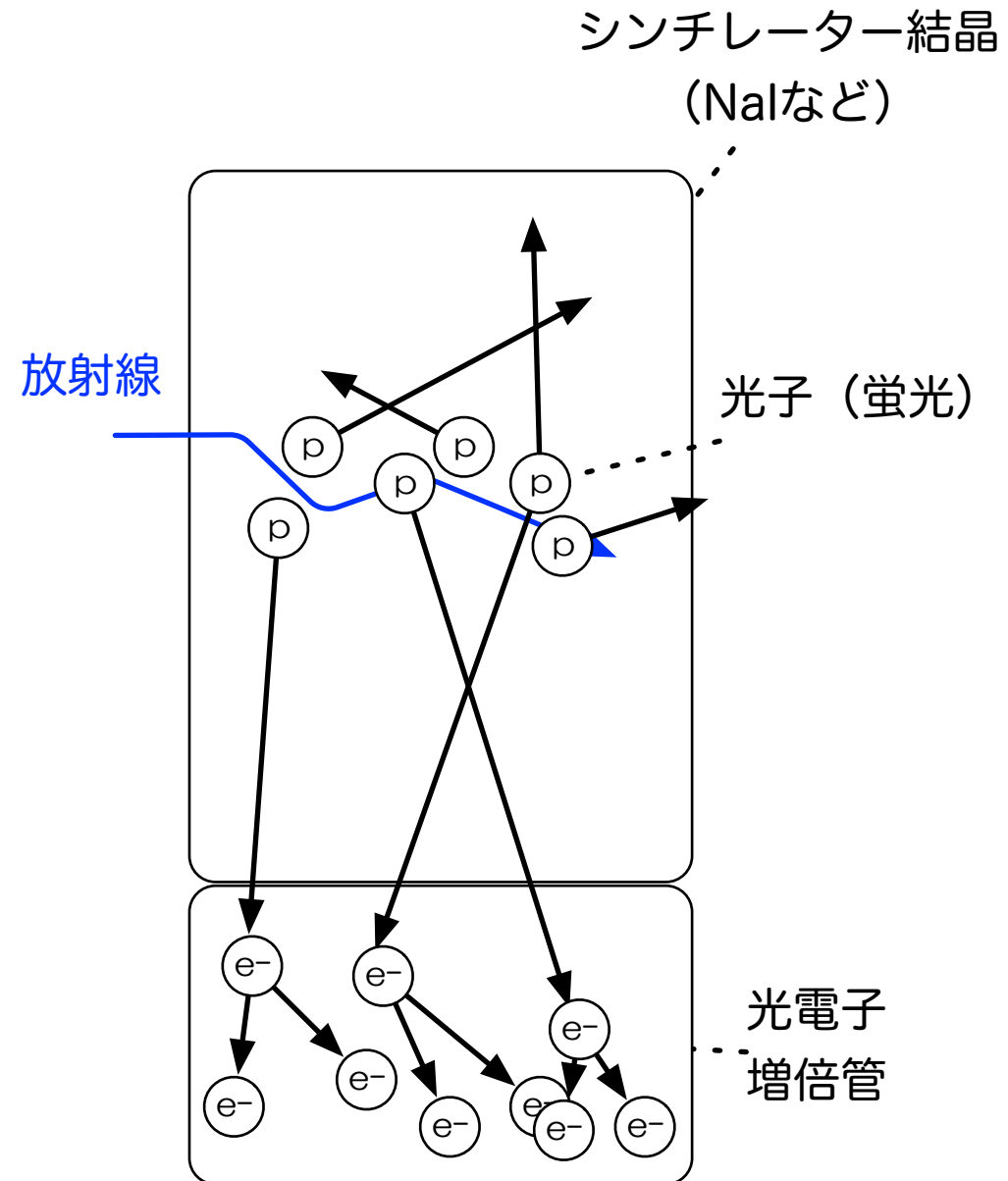
光学的な測定の例

シンチレーション検出器

NaI（ヨウ化ナトリウム）、CsI（ヨウ化セシウム）等の結晶に放射線が入射すると、微弱な蛍光（シンチレーション）が発生する。

結晶に光電子増倍管を接続することで、この微弱な蛍光を電子に変換し、増幅・検出することができる。

光の発生量は放射線のエネルギーに比例するが、エネルギー弁別能はGe半導体検出器に劣る。比較的安価であるため、多検体のスクリーニング（例えば玄米の全袋検査）等に活用されている。



シンチレーション検出器による玄米の検査

福島県は、玄米の全量全袋検査を実施

1000万袋以上の玄米全てを検査！



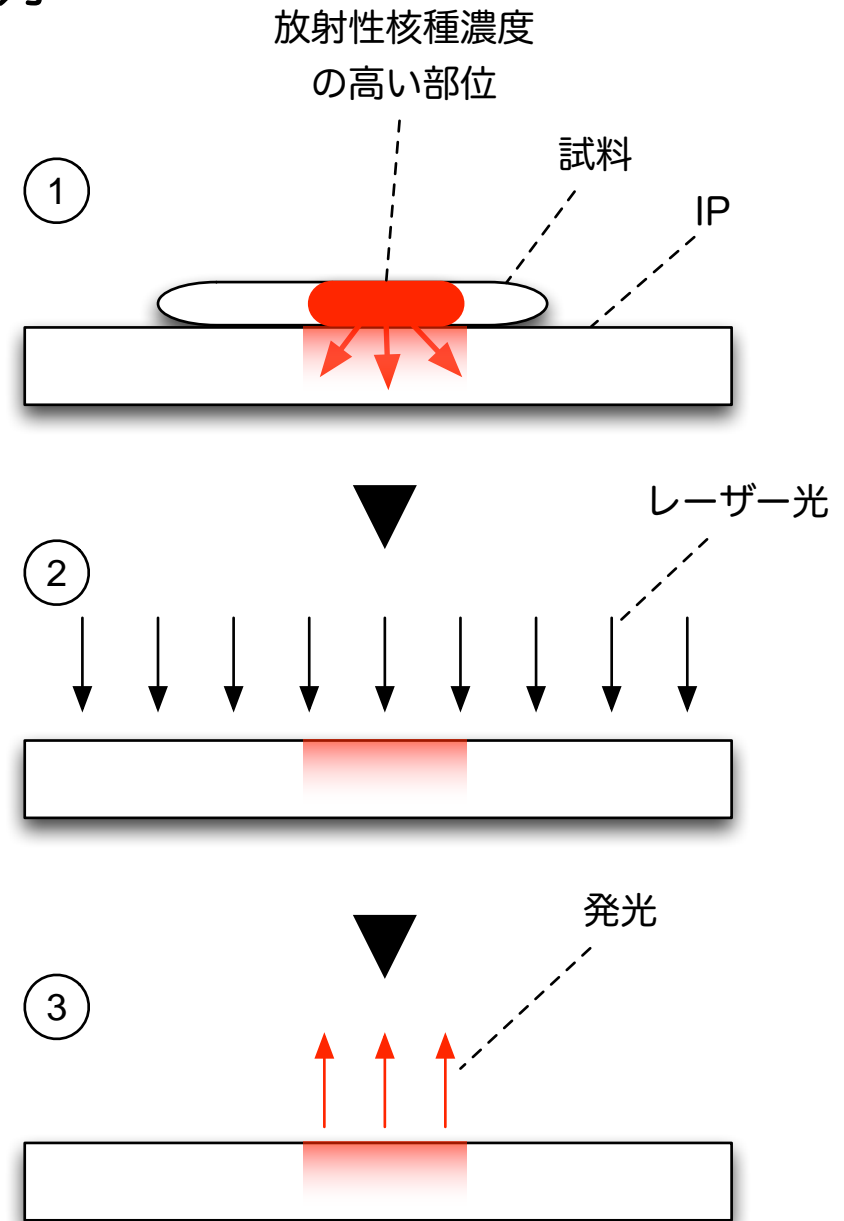
農林水産省ウェブサイトより引用

化学的な測定の例

イメージングプレート

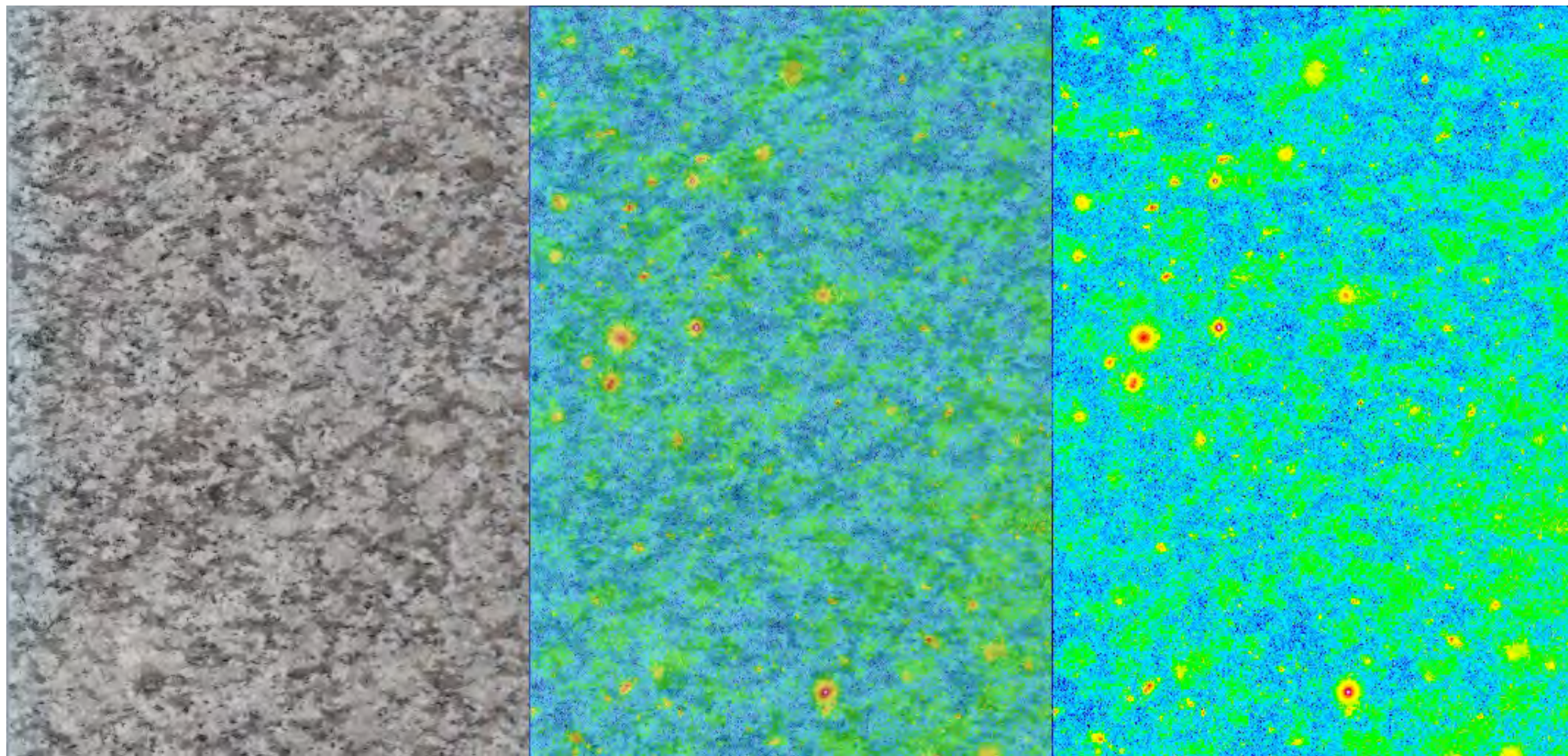
イメージングプレート（IP）とは、特殊な結晶の粉末を塗布したシートである。この結晶は、照射された放射線のエネルギーを蓄えることができるため、試料中の放射性核種の2次元分布を把握するために利用できる。

- 1) IPに試料を密着させると、試料から出た放射線がIPに吸収される。
- 2) 特定の波長のレーザーでIPをスキャンする。
- 3) IPが吸収した放射線のエネルギーが可視光に変換されて放出される。



測定例：御影石中の放射性核種の分布

IPを用いることで、試料中の核種の分布を一目瞭然に把握できる。



御影石表面の写真

重ね合わせ

IPで測定した
放射性核種の分布

放射線の人体影響の基礎



では

そもそも何が
どう危険
なのでしょう？



だから

でてきた放射線が
バーンと当たると

当たると？



…痛いん
じゃない？

わかるの？

放射線の生物影響

放射線のエネルギーによって細胞内で電離が起こる

電離で生じたイオンは不安定な化学種（ラジカル）であることが多く、周囲の分子と化学反応を起こす。

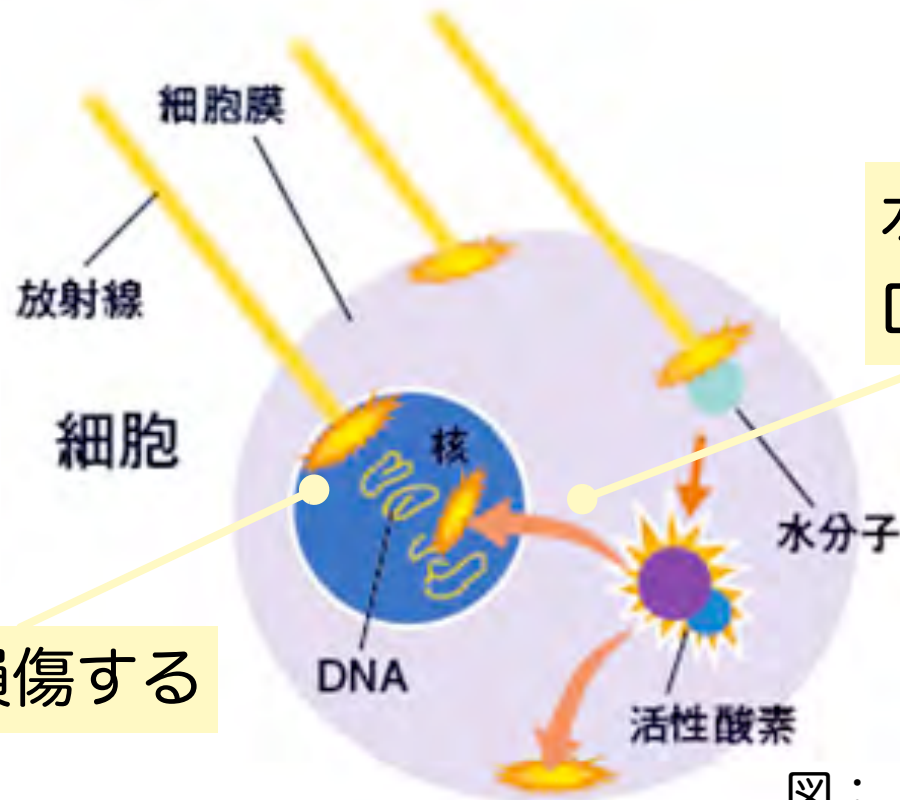
細胞内の分子のほとんどは、化学反応で壊れてしまっても代わりが利くが…

放射線の生物影響

放射線のエネルギーによって細胞内で電離が起こる



DNAが損傷



DNAが直接損傷する

水や酸素が電離され、DNAを損傷する

放射線の生物影響

放射線のエネルギーによって細胞内で電離が起こる



DNAが損傷



DNA修復機構が働く



修復成功



修復失敗



細胞死

※少数なら問題無い

主に細胞死によって引き起こされる影響を「確定的影響」と呼ぶ。詳しくは独習用資料を参照のこと。

放射線の生物影響

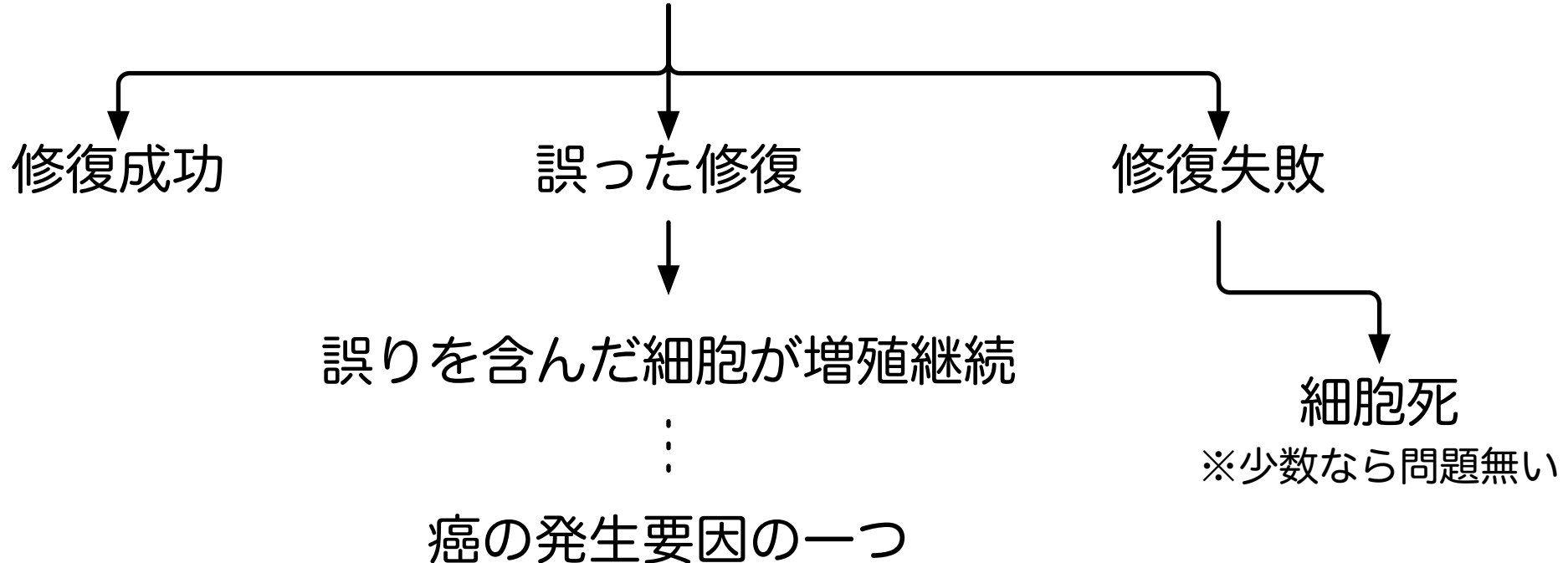
放射線のエネルギーによって細胞内で電離が起こる



DNAが損傷



DNA修復機構が働く



放射線の生物影響

放射線のエネルギーによって細胞内で電離が起こる

ポイント1
 α 線は、 β 線や γ 線よりも
誤った修復を起しやすい。

DNAが損傷

修復機構が働く

修復成功

誤った修復

修復失敗

誤りを含んだ細胞が増殖継続

⋮

癌の発生要因の一つ

細胞死

※少数なら問題無い

放射線の生物影響

放射線のエネルギーによって細胞内で電離が起こる



DNAが損傷



DNA修復機構が働く



ポイント2
癌になりやすさ、癌の重大さは組織によって違う。

た修復



誤りを言んだ細胞が増殖継続



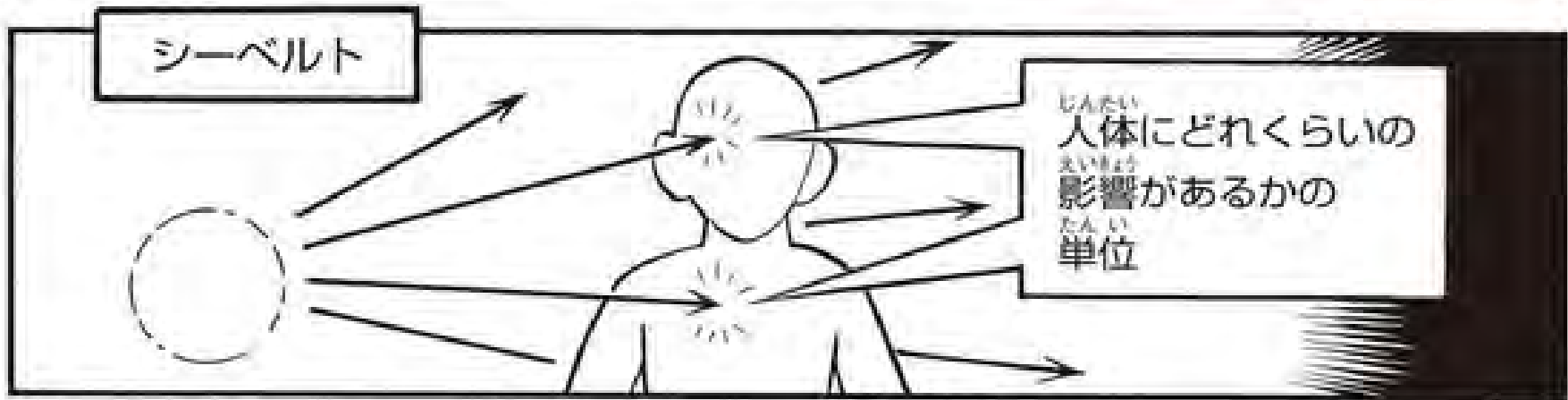
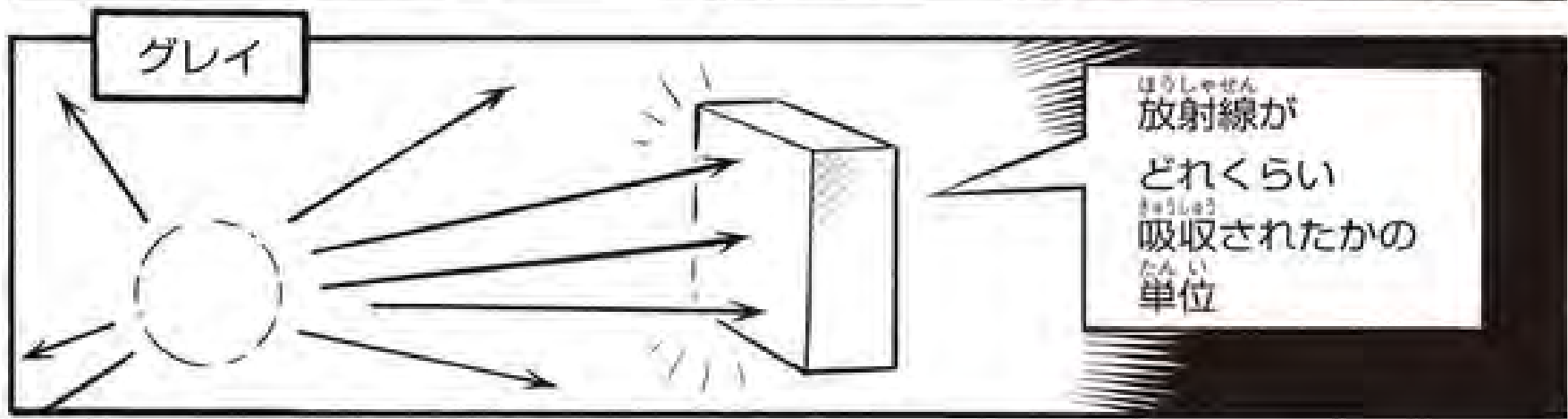
癌の発生要因の一つ

修復失敗



細胞死

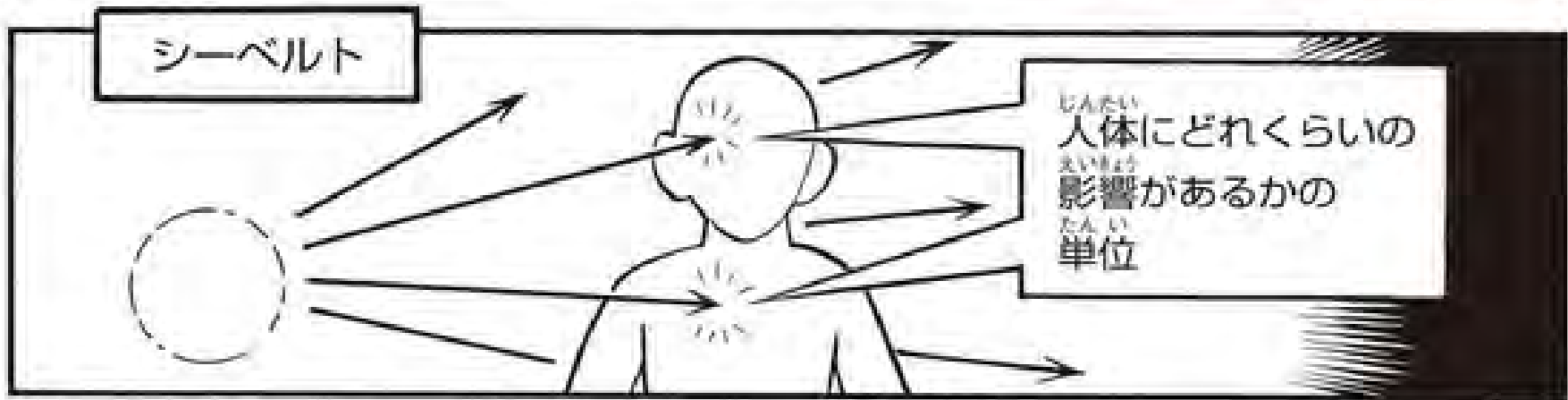
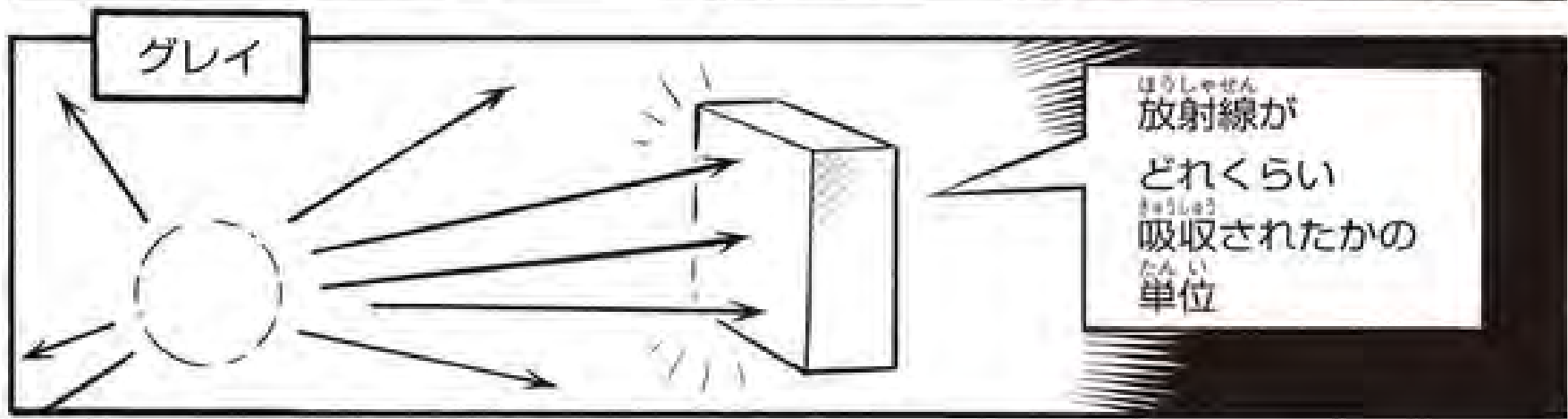
※少数なら問題無い



あさりよしとお「放射線ってナニモノ？」

$$\text{Gy (グレイ)} = \text{J/kg}$$

質量 (kg) あたり、どれだけのエネルギー (J) を吸収したか



あさりよしとお「放射線ってナニモノ？」

$$\text{Gy} \times \text{放射線加重係数} \times \text{組織加重係数} = \text{Sv (シーベルト)}$$

誤った修復を起しやすい放射線で大きい

致命的な癌になりやすい組織で大きい

Svの算出に用いられる係数

放射線タイプ

放射線荷重係数

光子	1
電子、ミュー粒子（ミューオン）	1
陽子、荷電パイ中間子	2
α 粒子、重イオン、核分裂片	20
中性子	※

※：エネルギーによって異なり、約2.5~21の値を取る。

^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{131}I は光子と電子のみを放出するので、放射線荷重係数は1、つまり $\text{Gy}=\text{Sv}$ となる。また、外部被ばくの大部分は光子・電子・ミューオンなので、 $\text{Gy}=\text{Sv}$ と見なせる場合が多い。

※ PHITSによるシミュレーションで見たとおり、光子によるエネルギー付与は、実際には光子からエネルギーを受け取った電子によるエネルギー付与である。このことを考えると光子と電子の放射線荷重係数が等しいことが理解しやすい。

臓器・組織名

組織荷重係数

肺、胃、結腸、骨髄、乳房、残りの組織・臓器	0.12
生殖腺	0.08
甲状腺、食道、膀胱、肝臓	0.04
骨表面、皮膚、脳、唾液腺	0.01

Svの算出に用いられる係数

放射線タイプ

放射線荷重係数

光子	1
電子、ミュー粒子 (ミューオン)	1
陽子、荷電パイ中間子	2
α 粒子、重イオン、核分裂片	20
中性子	※

※：エネルギーによって異なり、約2.5~21の値を取る。

^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{131}I は光子と電子のみを放出するので、放射線荷重係数は1、つまり $\text{Gy}=\text{Sv}$ となる。
また、外部被ばくの大部分は光子・電子・ミューオンなので、 $\text{Gy}=\text{Sv}$ と見なせる場合が多い。

^{210}Po 、 ^{220}Rn 、 ^{222}Rn 等による内部被ばくは主に α 線。

臓器・組織名

組織荷重係数

肺、胃、結腸、骨髄、乳房、残りの組織・臓器	0.12
生殖腺	0.08
甲状腺、食道、膀胱、肝臓	0.04
骨表面、皮膚、脳、唾液腺	0.01

※これらの表の値はICRPの2007年勧告から引用していることに注意。1990年勧告とは数値が若干異なる。

2種類のSv

※ 細かく言えばもっと沢山あります。
興味がある方は「実用量と防護量」などをキーワードに調べてみて下さい。

実効線量

$$\text{Gy} \times \text{放射線加重係数} \times \text{組織加重係数} = \text{Sv (シーベルト)}$$

誤った修復を起しやすい放射線で大きい

致命的な癌になりやすい組織で大きい

等価線量

$$\text{Gy} \times \text{放射線加重係数} = \text{Sv (シーベルト)}$$

誤った修復を起しやすい放射線で大きい

等価線量と実効線量

等価線量は、特定の組織に集まる性質のある核種による内部被ばくや、 β 線による体表面（皮膚や眼球）の外部被ばくの評価の際に使われることが多い。

例：成人が甲状腺に β 線と γ 線を合計100mGy吸収した場合、 β 線（電子）と γ 線（光子）の放射線荷重係数は両方とも1、甲状腺の組織荷重係数は0.04なので…

$$\text{甲状腺の等価線量} = 100 \times 1 = 100 \text{ (mSv)}$$

$$\text{実効線量} = 100 \times 1 \times 0.04 = 4 \text{ (mSv)}$$

となる。

Svの計算法

外部被ばく + 内部被ばく = 全被ばく量

外部被ばくの場合 → 空間線量率 (Sv/h) × 滞在時間 (h)

各種の測定器で測定可能

測定器は、放射線のエネルギーと入射数から、その場に人体があったらどの程度放射線を吸収するか？を計算してSv/hに換算している。
もしくは特定の放射線（例えば¹³⁷Csのγ線）を想定し、入射数からSv/hを推定している。

内部被ばくの場合 → 摂取量 (Bq) × 実効線量係数 (Sv/Bq)

核種ごとに係数が公表されている

¹³⁴Cs : 0.019 μSv/Bq

¹³⁷Cs : 0.013 μSv/Bq

ICRP Publication 119より引用

内部被ばくの計算例



このコップ1杯の牛乳に、放射性核種である ^{137}Cs が100Bq含まれているとする。

この1杯を飲むことによる被ばくリスクはどの程度か？

$$\begin{aligned}\text{実効線量} &= 100 \text{ Bq} \times 0.013 \text{ } \mu\text{Sv/Bq} \\ &= 1.3 \text{ } \mu\text{Sv}\end{aligned}$$

実効線量係数とは？

核種、化学形、摂取形態に応じて、1Bqの摂取によって、摂取後50年間（子供は70歳まで）の積算で何Svの被ばくになるのか（※）を示す係数。

- 1) 摂取された放射性核種が、摂取後一定時間経過後に、体内のどこに移動するか？
- 2) 体内のある場所に存在する放射性核種から出た放射線が、どの組織・臓器にどの程度吸収されるか？

50年間分の積算値をシミュレーションして、実効線量係数を算出する。

※：この積算値を預託実効線量という。被ばく総量が等しい場合、短期間にまとめて被ばくした方がリスクが高いと考えられている。したがって最大のリスクを考慮するために、内部被ばくの場合は預託実効線量の全量（実際には摂取直後から最大50年間に渡って被ばくする線量）を、摂取した瞬間に受けたと見なして線量管理を行う。

実効線量係数の調べ方

ICRP Database of Dose Coefficients

※ Windows用のデータベースアプリ



実効線量係数の調べ方

ICRP Database of Dose Coefficients



INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

Home

News

Consultations

Publications

Downloads

ICRP Symposia

ICRP Activities

Downloads

You are here: [Download](#) > Free Educational CD Downloads

Free Summary Recommendations

ICRP Annual Reports

Free ICRP Posters: Paediatric radiology

Free Guides and Explanatory Notes

Free Educational Downloads


Free Educational CD Downloads

Free Educational CD Downloads

The following files are downloadable installation files for CDs of dose coefficients available here at no cost. They can be used by teachers, students, and those interested radiological protection together with their parent ICRP Publications. Please note that while we encourage you to download and use these CDs, ICRP retains copyright and you must not edit or attempt to repackage these materials for sale.

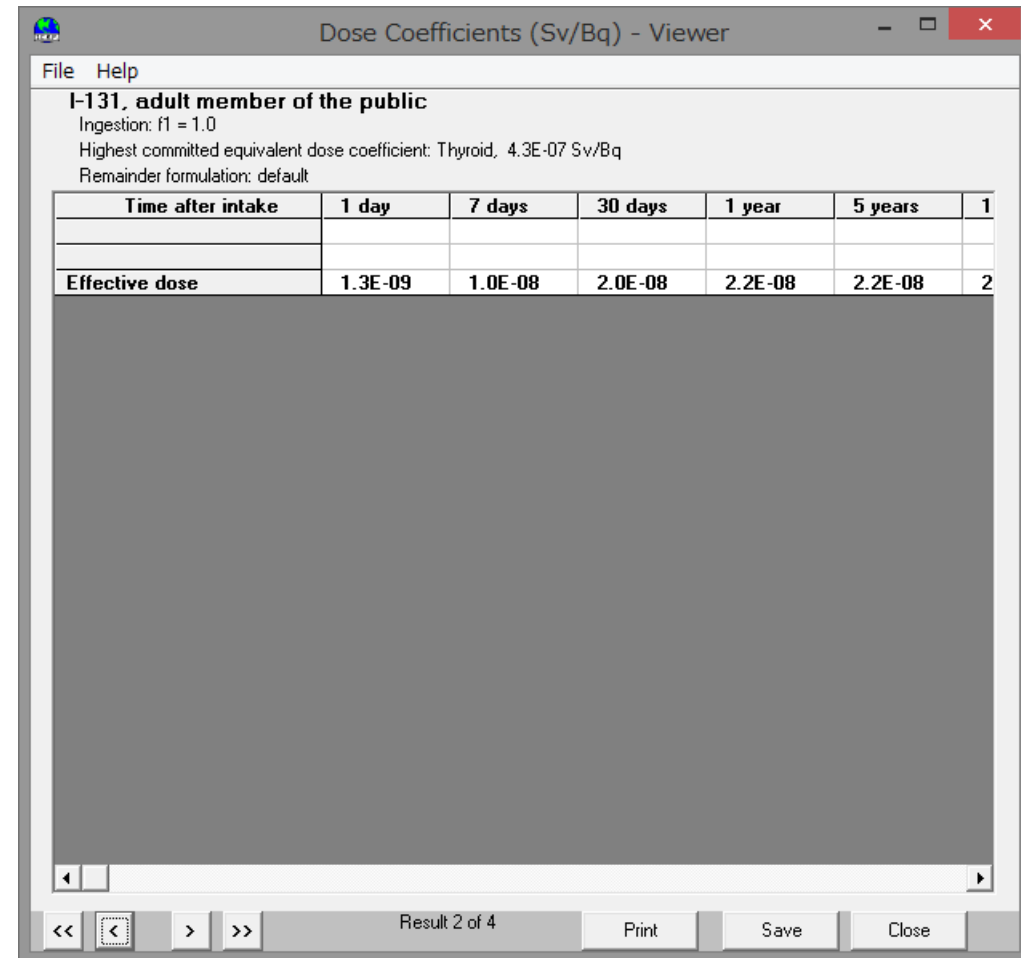
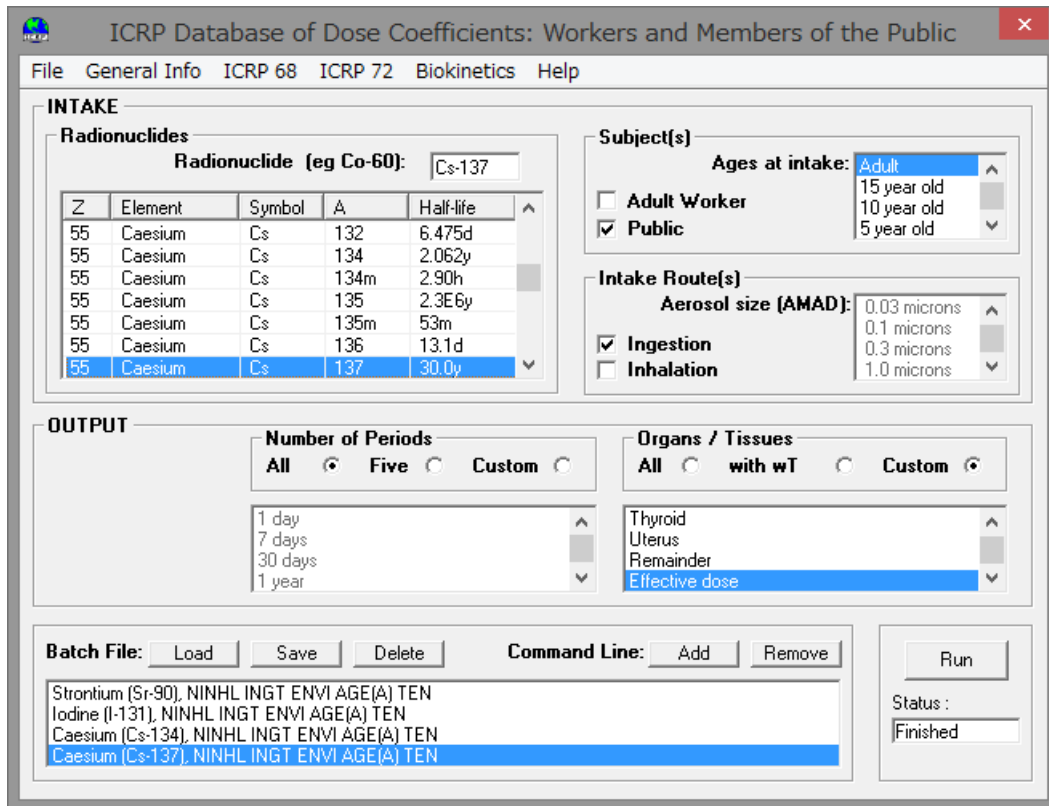
These downloads replace ICRP [CD1](#), [CD2](#) and [CD3](#) which are now out of print. These free downloads are for Windows operating systems, including Win 7, on 32 and 64 bit machines.

ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0

Available as a Windows setup file named  [ICRPDOSE_setup.exe](#).



実効線量係数の調べ方



条件を設定して「Run」をクリック → 実効線量係数が表示される

Svとリスクの目安

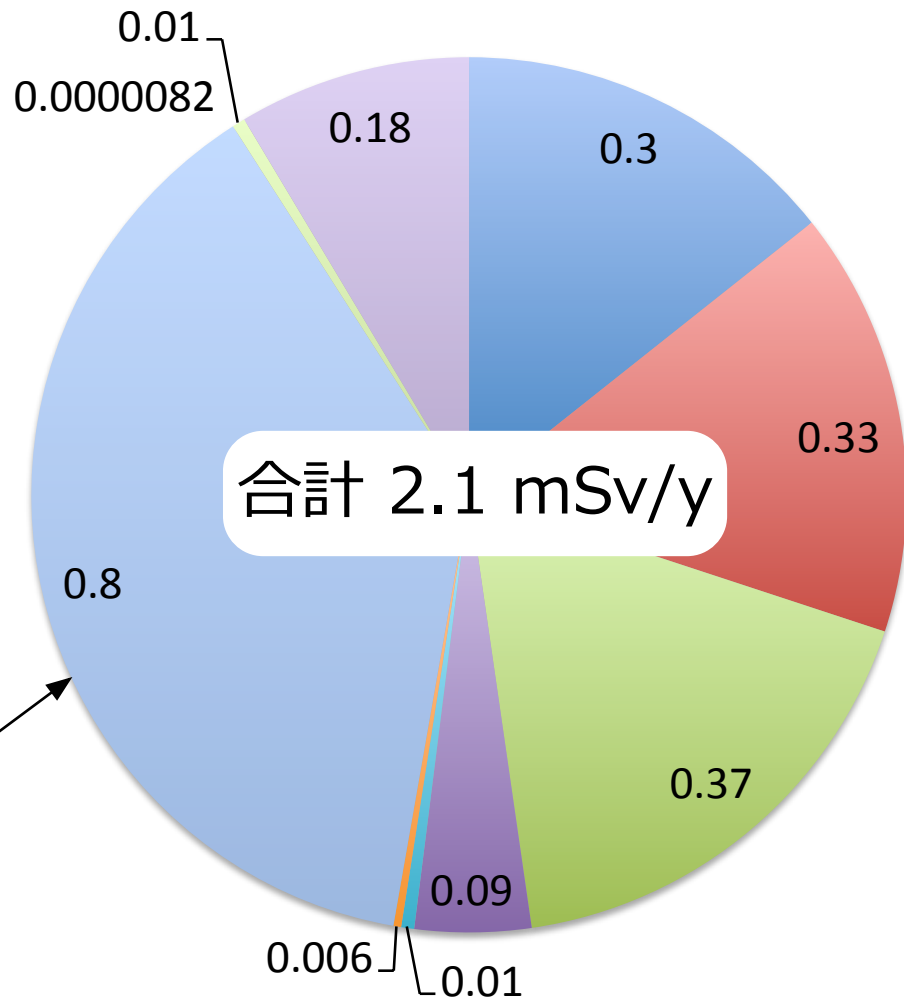
相対的な評価 → 自然被ばくとの比較

絶対的な評価 → がんリスク上昇

平均的な日本人の自然被ばくの内訳

約70%が内部被ばくに起因する。

講義の中で存在を確認



合計 2.1 mSv/y

外部被ばく 宇宙線

外部被ばく 大地放射線

吸入摂取 Rn-222

吸入摂取 Rn-220

吸入摂取 喫煙 (Po-210, Pb-210, etc.)

吸入摂取 その他 (U-238, etc.)

経口摂取 Po-210, Pb-210, etc.

経口摂取 H-3

経口摂取 C-14

経口摂取 K-40

霧箱

GM管

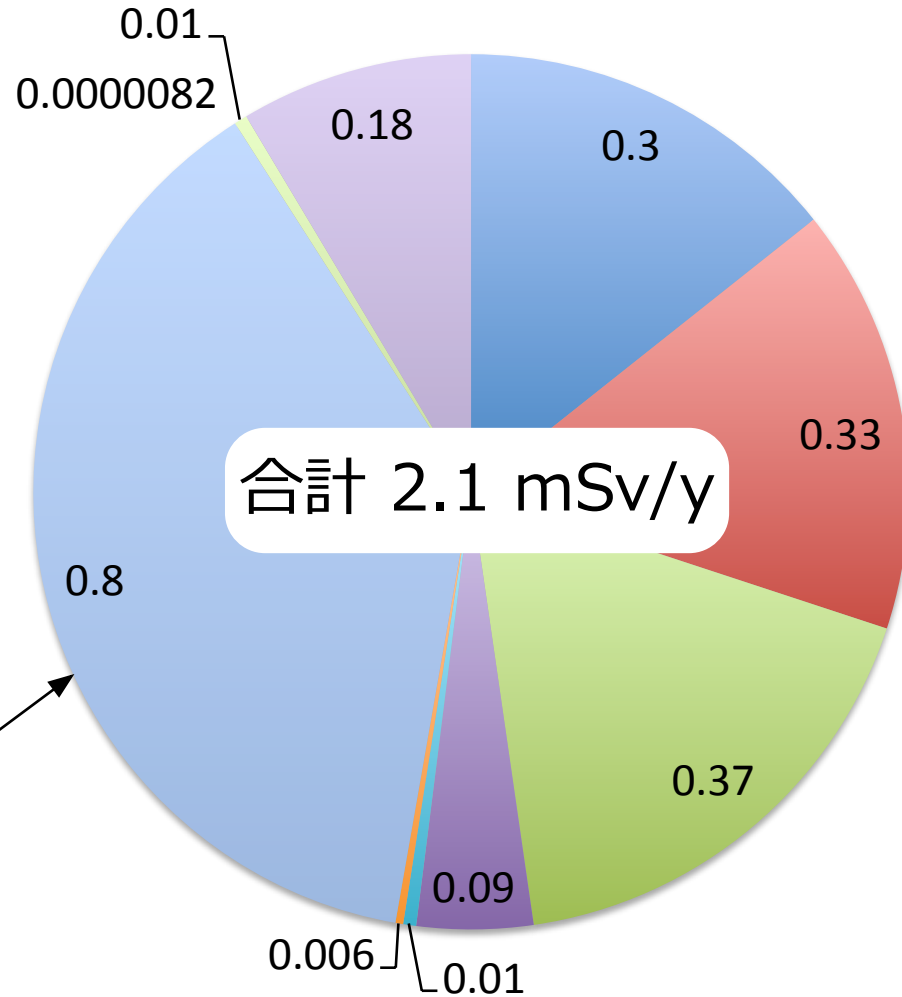
GM管

日本人の特徴として、魚介類に含まれる²¹⁰Poの寄与が大きい。

図の数値は「やっかいな放射線と向き合って暮らしていくための基礎知識」(田崎 晴明 2013.1.17版) より引用

平均的な日本人の自然被ばくの内訳

約70%が内部被ばくに起因する。

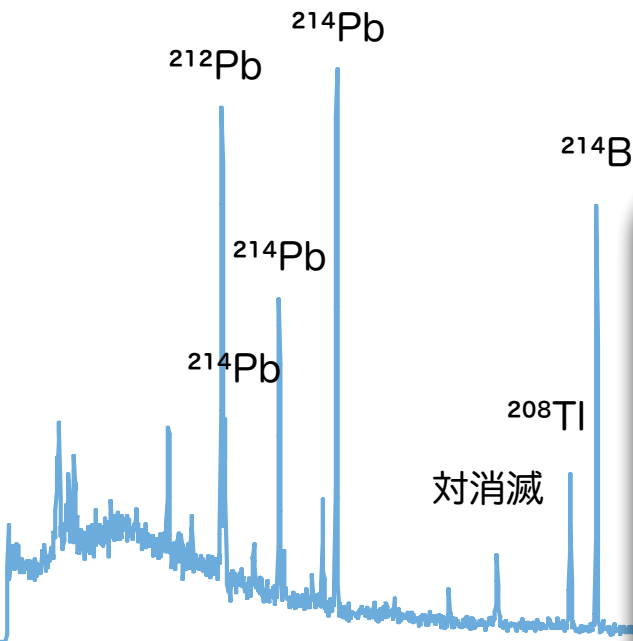


- 外部被ばく 宇宙線
- 外部被ばく 大地放射線
- 吸入摂取 Rn-222
- 吸入摂取 Rn-220
- 吸入摂取 喫煙 (Po-210, Pb-210, etc.)
- 吸入摂取 その他 (U-238, etc.)
- 経口摂取 Po-210, Pb-210, etc.
- 経口摂取 H-3
- 経口摂取 C-14
- 経口摂取 K-40

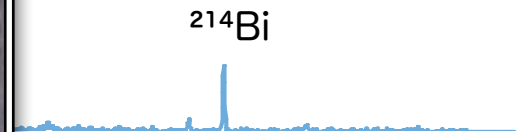
日本人の特徴として、魚介類に含まれる ^{210}Po の寄与が大きい。

図の数値は「やっかいな放射線と向き合って暮らしていくための基礎知識」(田崎 晴明 2013.1.17版) より引用

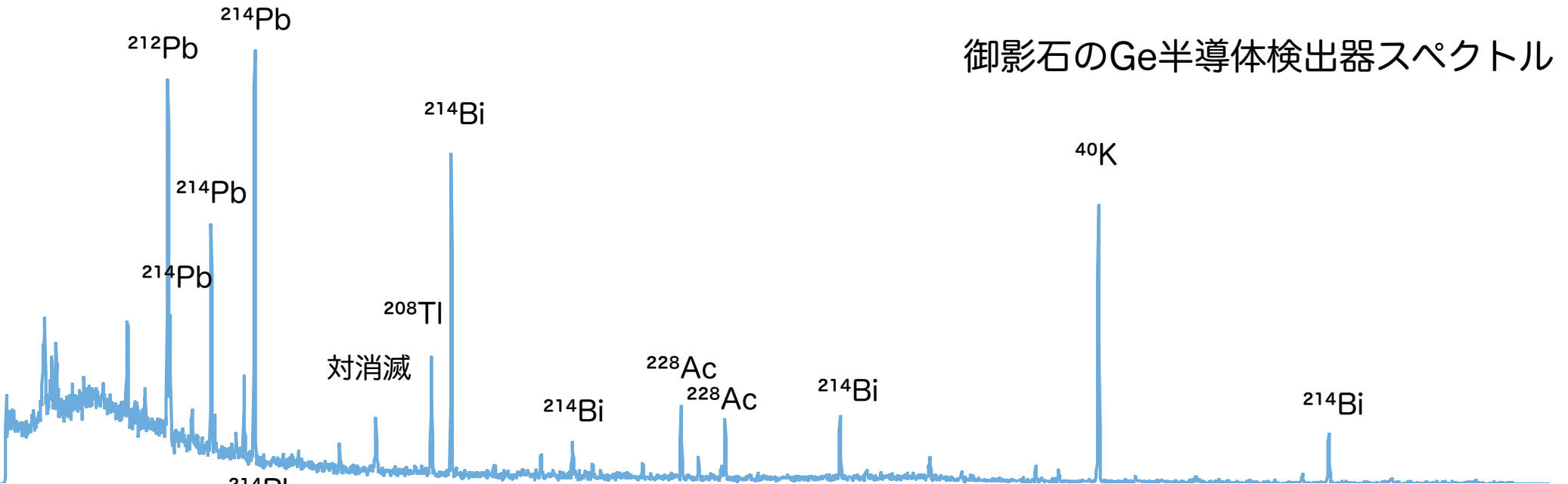
御影石からRnは出ているか？



御影石のGe半導体検出器スペクトル



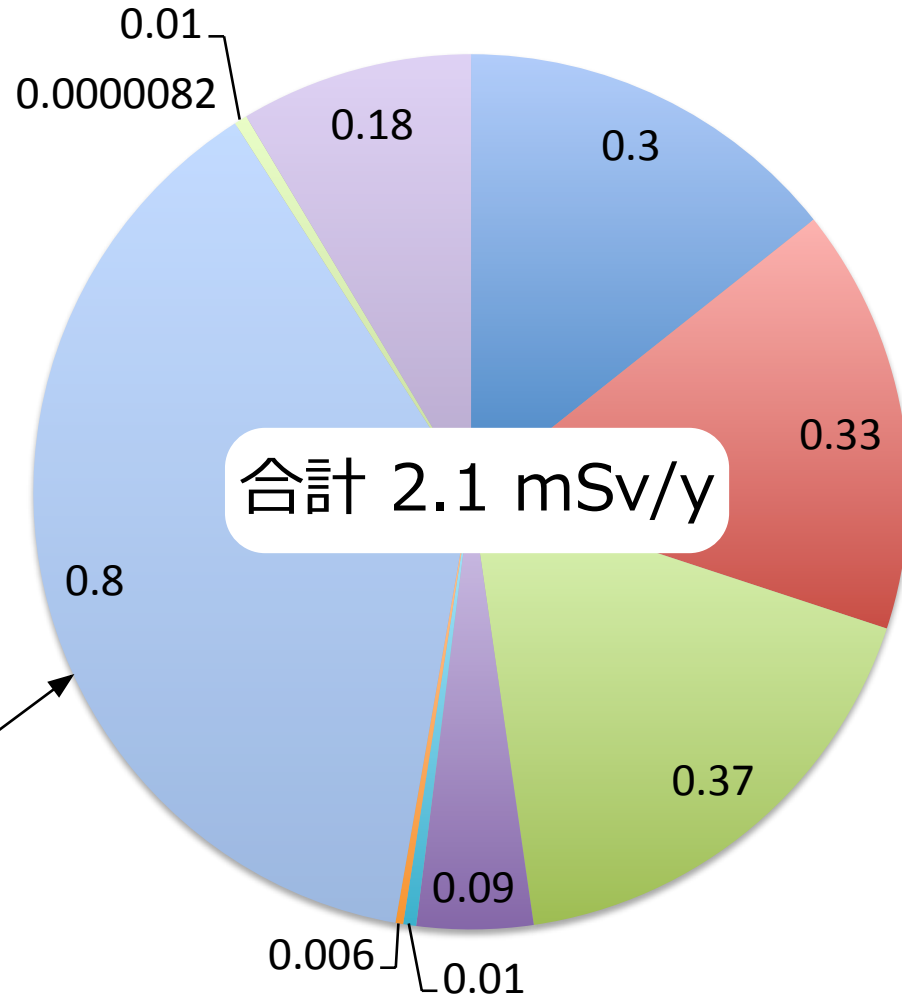
御影石からRnは出ているか？



御影石から発生した気体のスペクトル

平均的な日本人の自然被ばくの内訳

約70%が内部被ばくに起因する。



- 外部被ばく 宇宙線
- 外部被ばく 大地放射線
- 吸入摂取 Rn-222
- 吸入摂取 Rn-220
- 吸入摂取 喫煙 (Po-210, Pb-210, etc.)
- 吸入摂取 その他 (U-238, etc.)
- 経口摂取 Po-210, Pb-210, etc.
- 経口摂取 H-3
- 経口摂取 C-14
- 経口摂取 K-40

日本人の特徴として、魚介類に含まれる²¹⁰Poの寄与が大きい。

図の数値は「やっかいな放射線と向き合って暮らしていくための基礎知識」(田崎 晴明 2013.1.17版)より引用

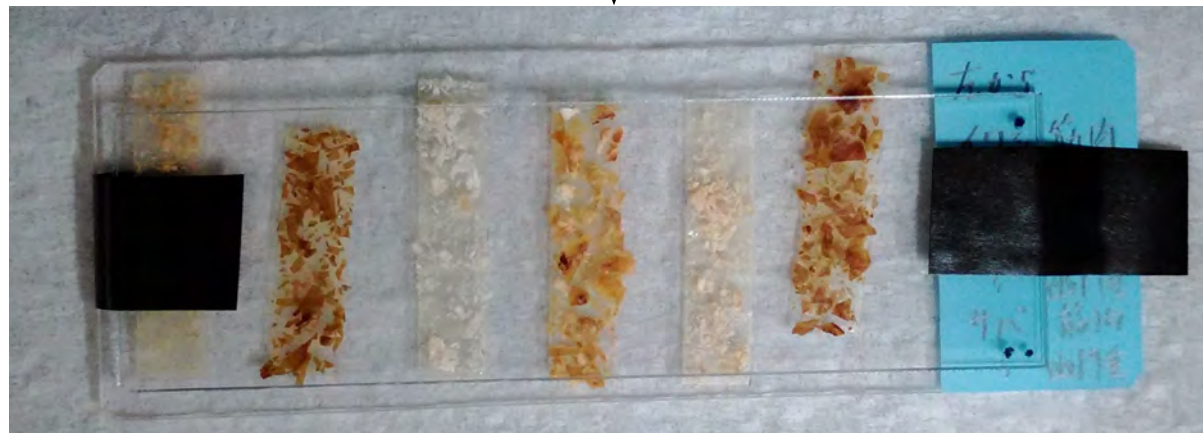
魚にPoは含まれているか？



魚にPoは含まれているか？



↓
α線検出用のプラスチック (CR-39) を
3ヶ月間コンタクト

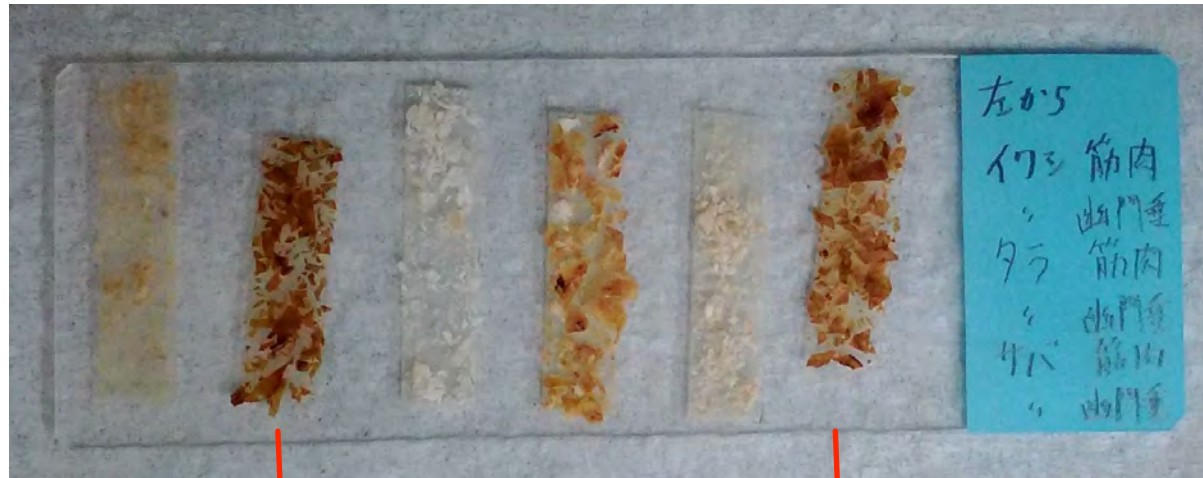


魚にPoは含まれているか？



水酸化ナトリウムでエッチング後、LEDで散乱光を観察

魚にPoは含まれているか？



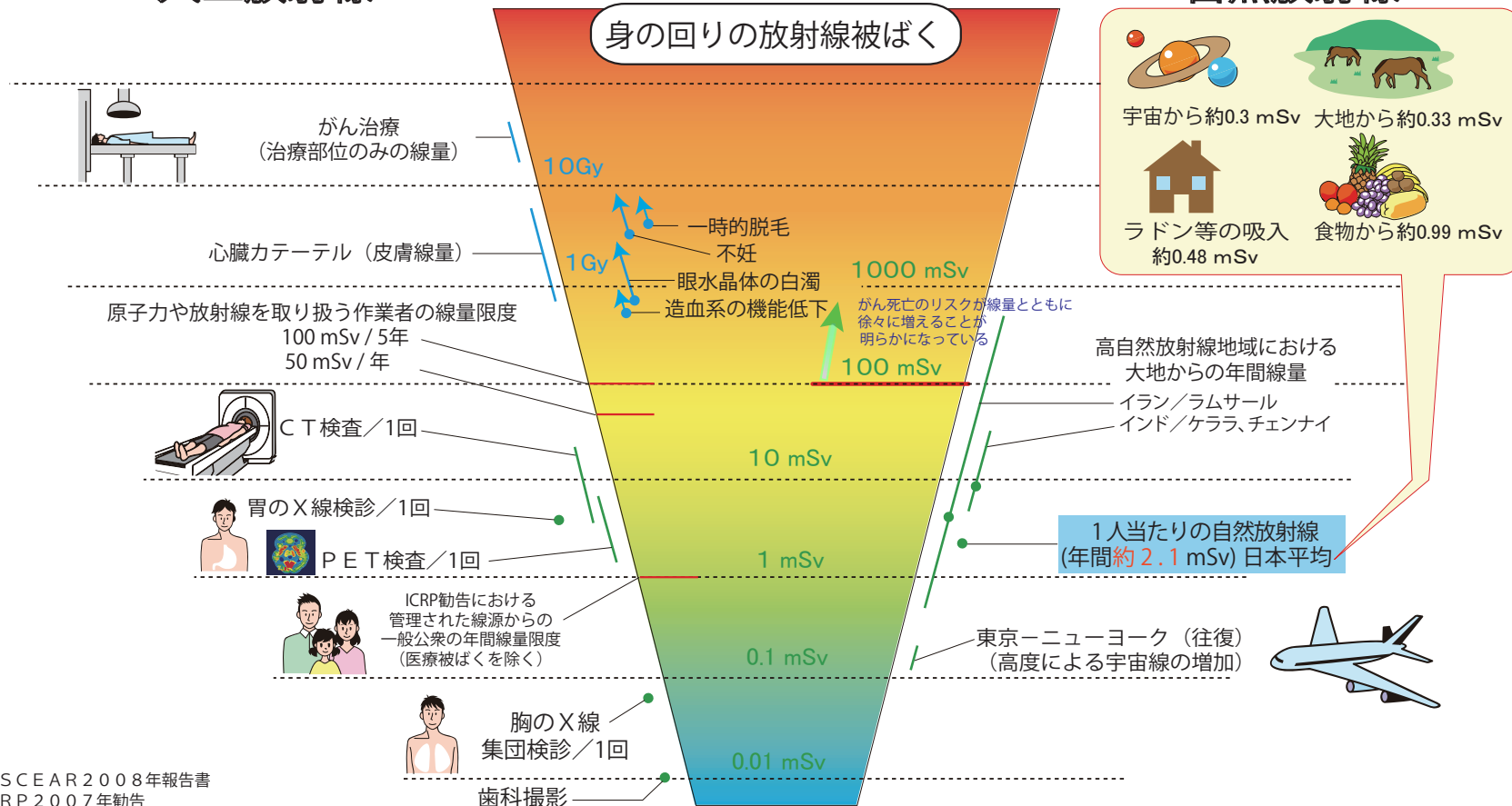
少なくとも α 線放出核種が存在することは確か

医療被ばくを含む各種被ばくの比較

放射線被ばくの早見図

人工放射線

自然放射線



- ・ UNSCEAR 2008年報告書
 - ・ ICRP 2007年勧告
 - ・ 日本放射線技師会医療被ばくガイドライン
 - ・ 新版 生活環境放射線 (国民線量の算定)
- などにより、放医研が作成(2013年5月)

【ご注意】

- 1) 数値は有効数字などを考慮した概数です。
- 2) 目盛 (点線) は対数表示になっています。目盛がひとつ上がる度に10倍となります。
- 3) この図は、引用している情報が更新された場合変更される場合があります。

【線量の単位】

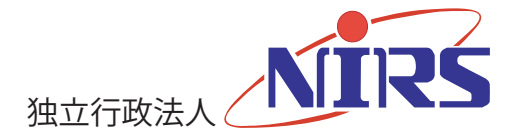
各臓器・組織における吸収線量: Gy (グレイ)

放射線から臓器・組織の各部位において単位重量あたりにどれくらいエネルギーを受けたのかを表す物理的定量。

実効線量: mSv (ミリシーベルト)

臓器・組織の各部位で受けた線量を、がんや遺伝性影響の感受性について重み付けをして全身で足し合わせた量で、放射線防護に用いる線量。

各部位に均等に、ガンマ線 1 Gy の吸収線量を全身に受けた場合、実効線量で1000 mSvに相当する。

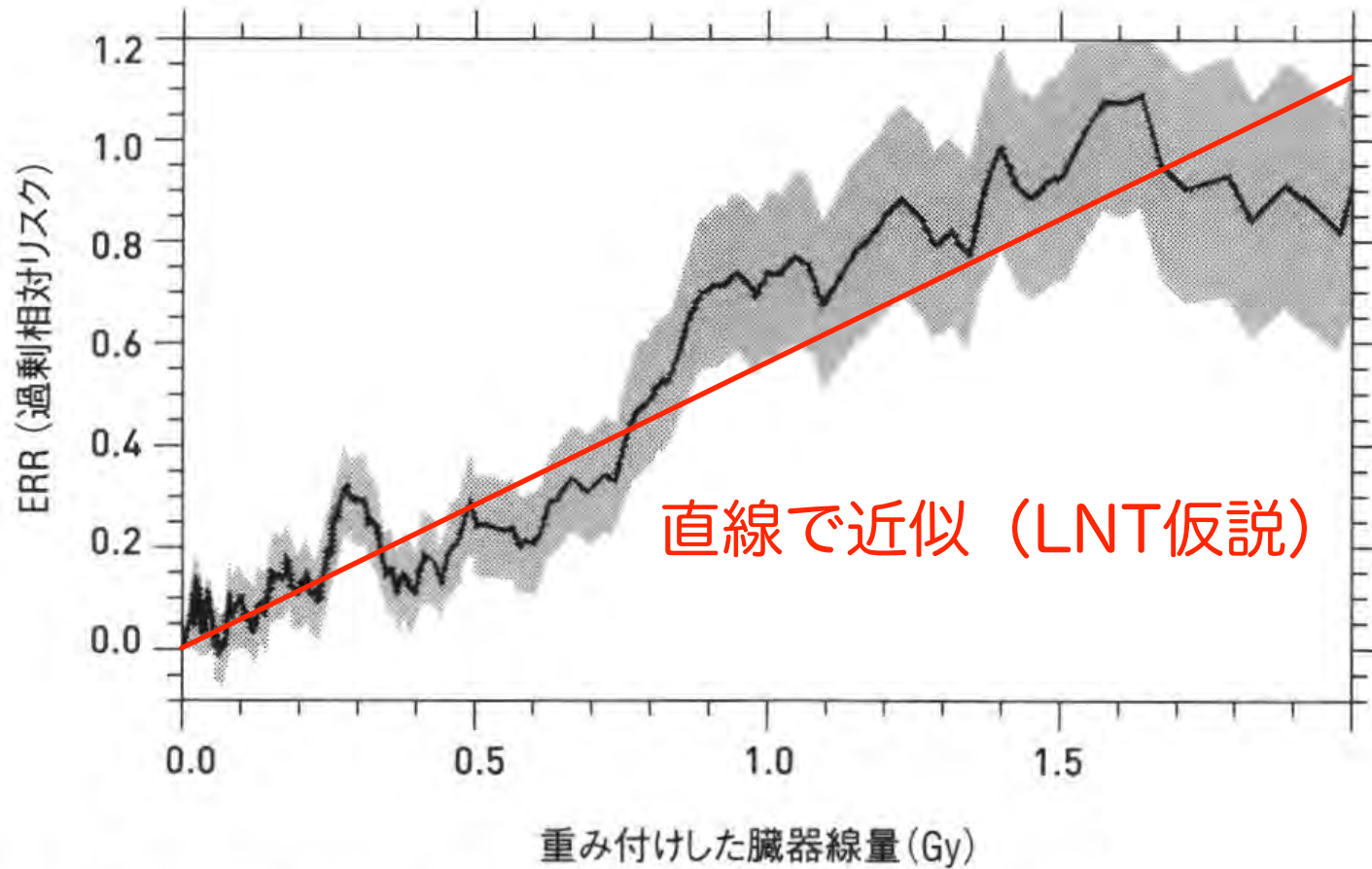


独立行政法人
放射線医学総合研究所

<http://www.nirs.go.jp>

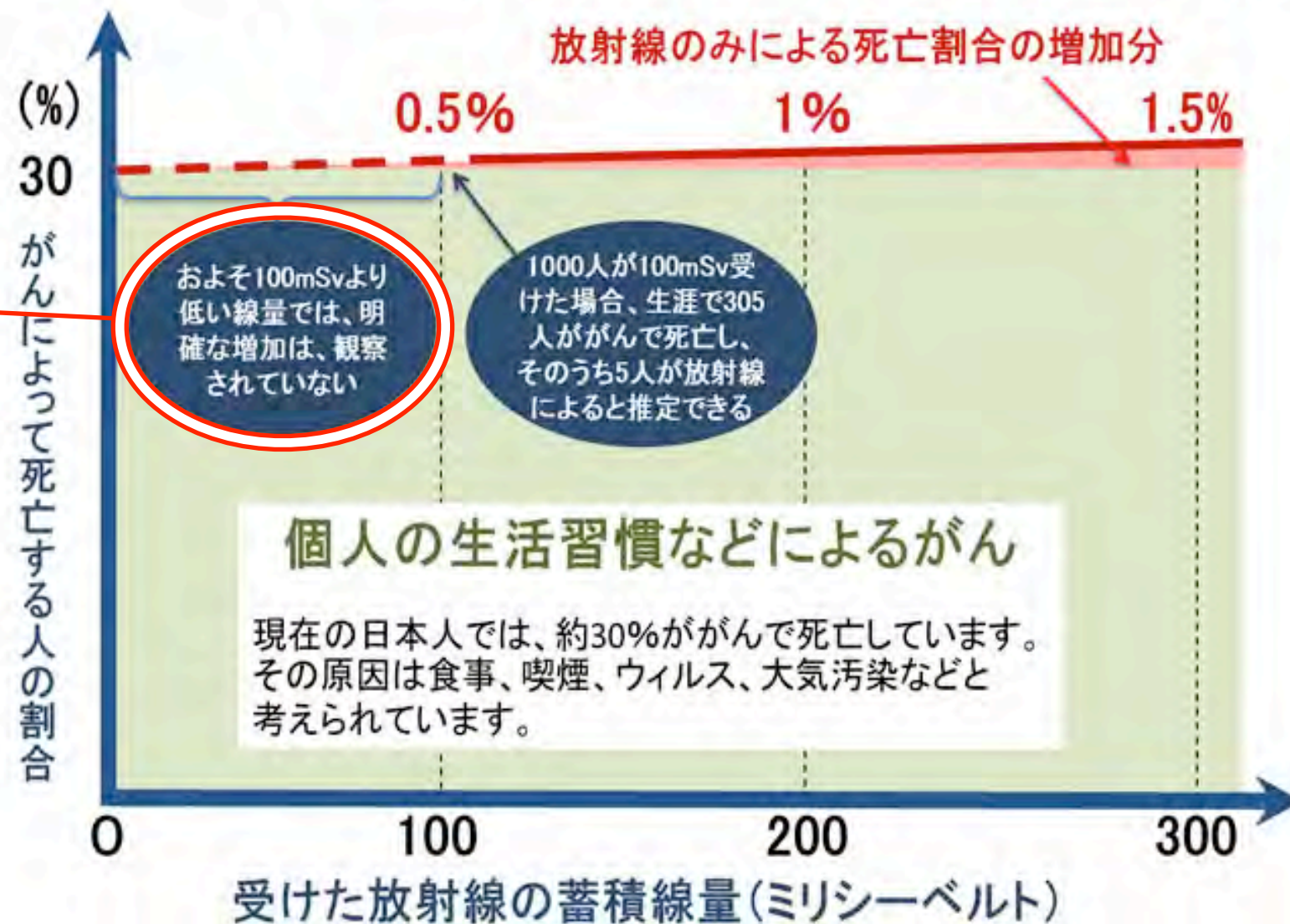
Ver.130502

固形癌による死亡率 (広島・長崎)



Svの数値とリスクの目安

年間で100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくした場合のがん死亡



都道府県別75歳未満がん年齢調整死亡率 (2009年)

Age-adjusted Cancer Mortality Rate under Age 75 by Prefectures (2009)

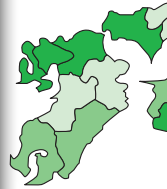
(1) 全がん All Cancers

癌の死亡率には様々な変動要因がある。例えば都道府県単位で見ても相対的に10%以上（死亡率30%に対して**3%以上**）異なる。

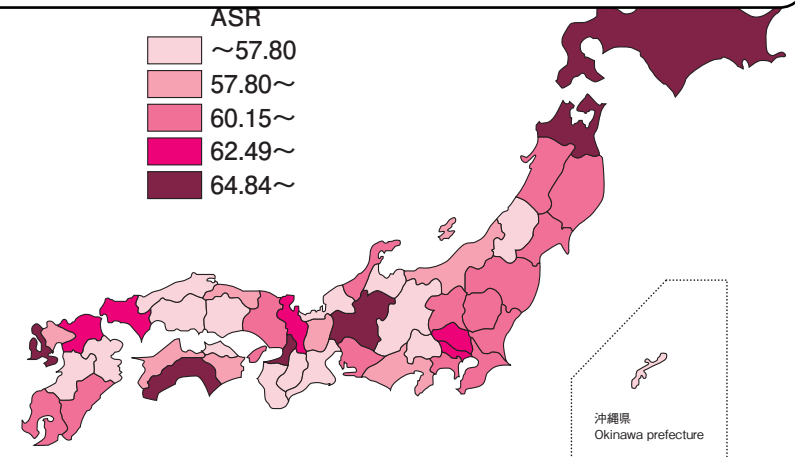
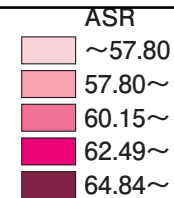
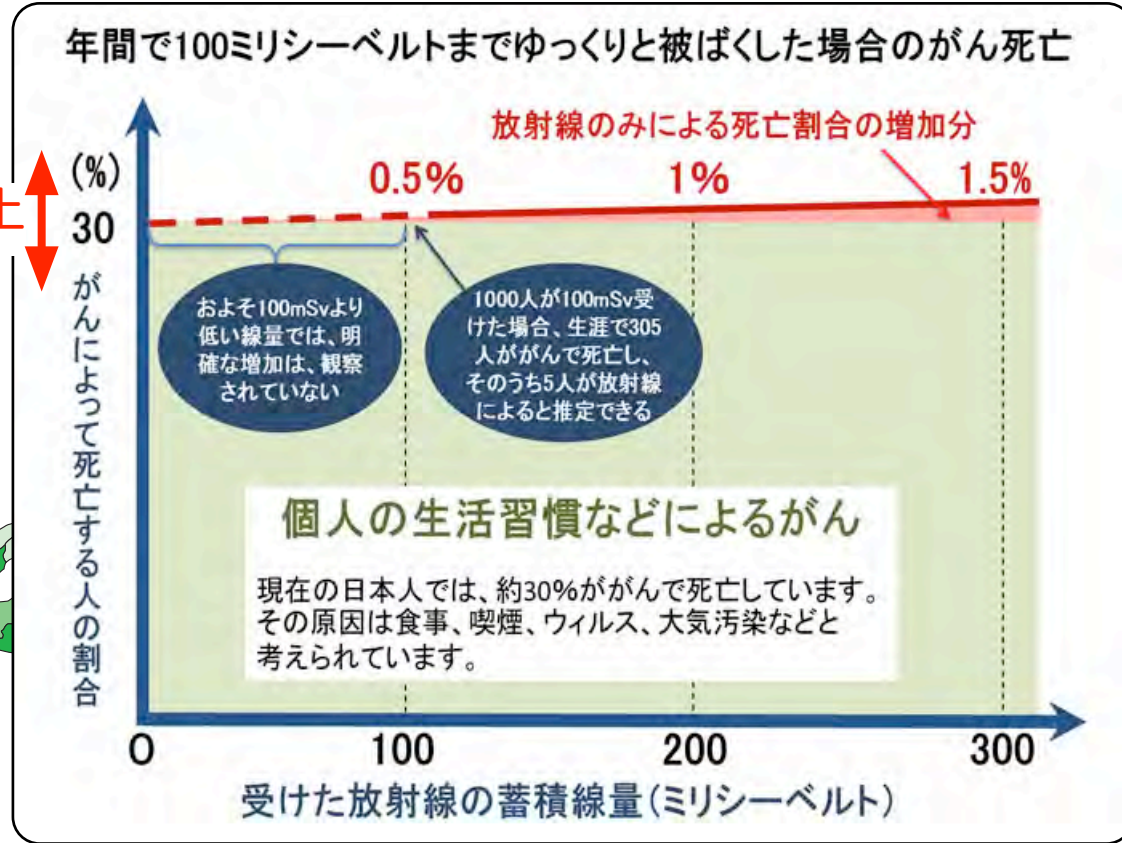
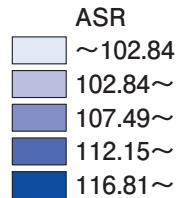


低線量被ばくによる**0.5%未満**の差を検出するのは**統計的に困難**。

3%以上



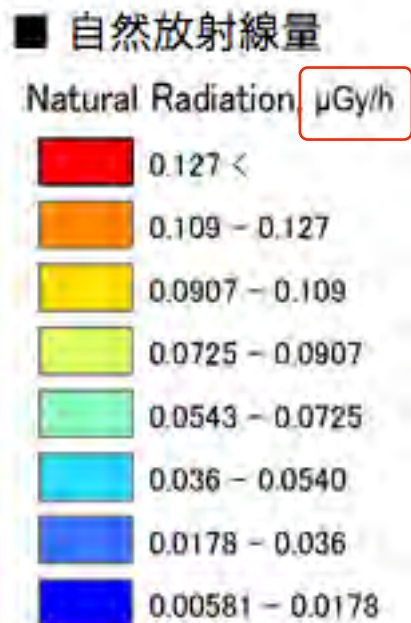
男性 Males



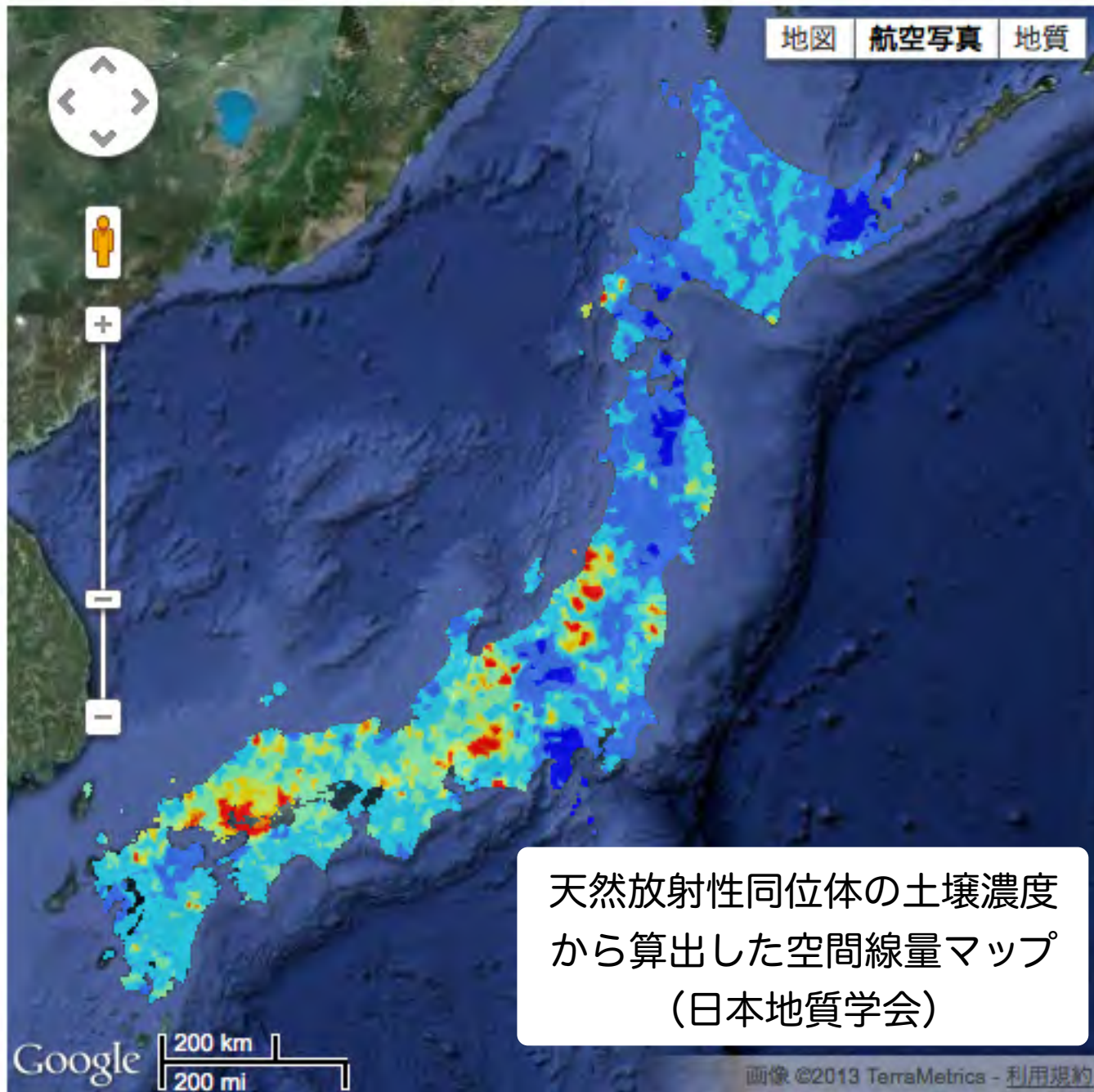
沖縄県 Okinawa prefecture

図：がん研究振興財団のウェブサイトより引用

自然被ばく量も全国均一ではないため、個人の線量（先ほどのグラフの横軸）を正確に算出することにも困難が伴う。



※ r 線による全身均一被ばくの場合
は $\text{Gy}=\text{Sv}$



自然被ばく量も全国均一ではないため、個人の線量（先ほどのグラフの横軸）を正確に算出することにも困難が伴う。

左：屋内ラドン濃度マップ
 右：宇宙線線量率マップ
 共に放医研ニュースNo.92より引用

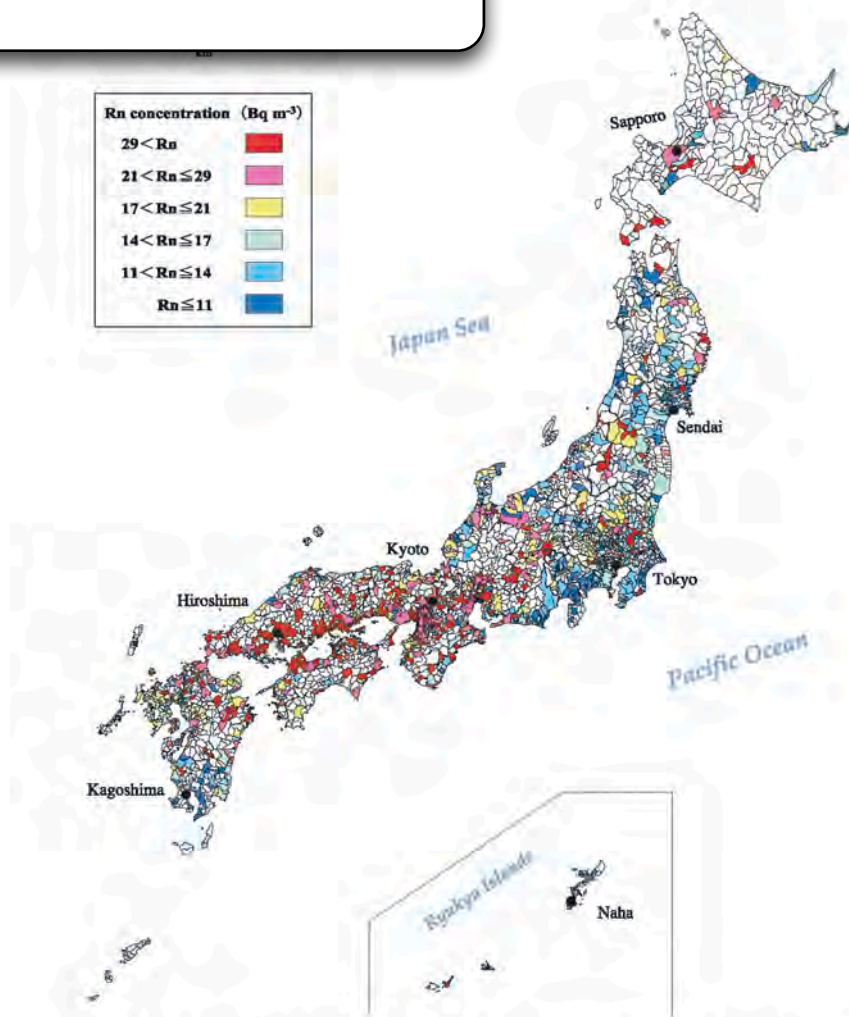
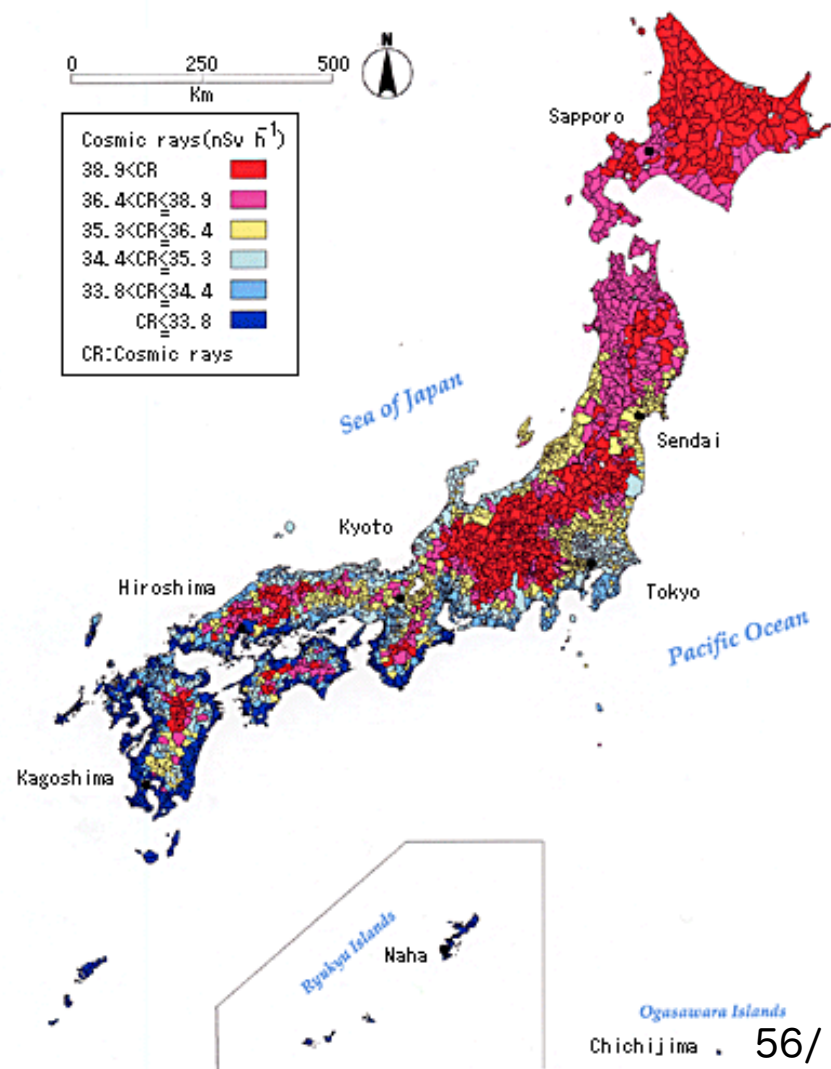


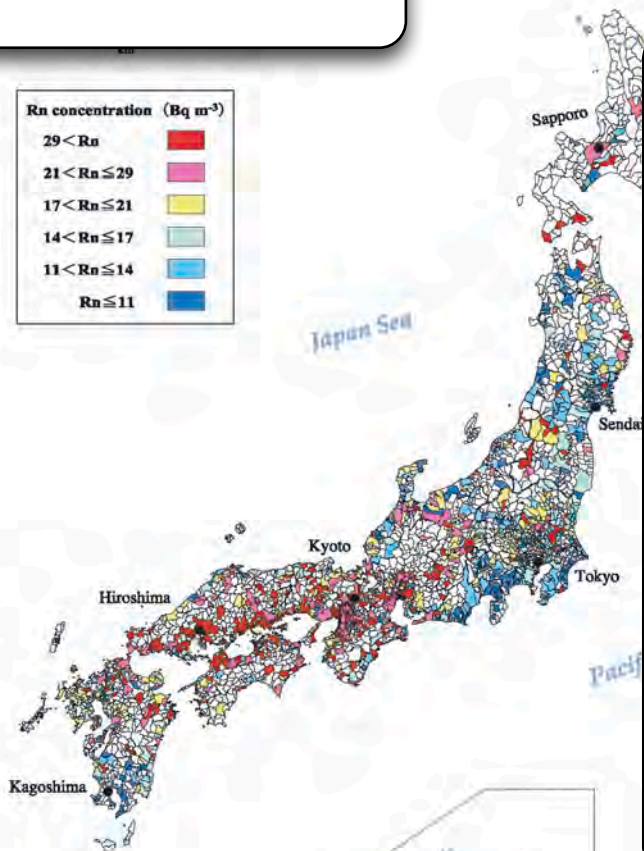
Fig. 4. Graphical expression of annual average indoor radon concentrations in each municipality: Whole nation



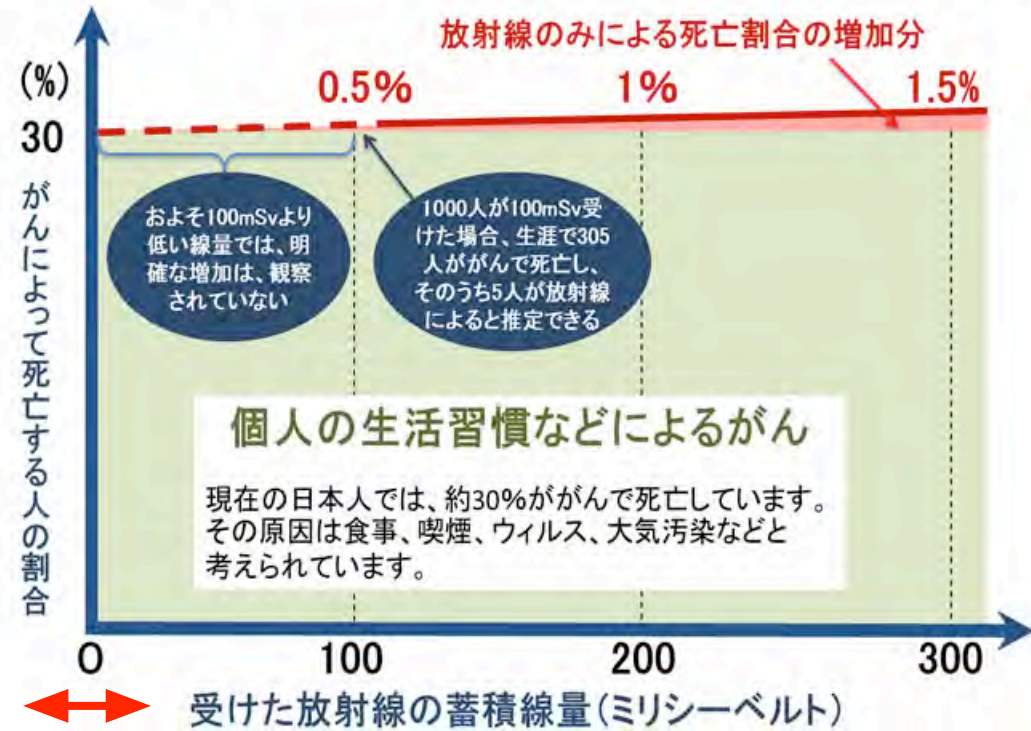
自然被ばく量も全国均一ではないため、個人の線量（先ほどのグラフの横軸）を正確に算出することにも困難が伴う。

左：屋内ラドン濃度マップ
 右：宇宙線線量率マップ
 共に放医研ニュースNo.92より引用

Rn concentration (Bq m ⁻³)	
29 < Rn	Red
21 < Rn ≤ 29	Pink
17 < Rn ≤ 21	Yellow
14 < Rn ≤ 17	Light Green
11 < Rn ≤ 14	Light Blue
Rn ≤ 11	Dark Blue

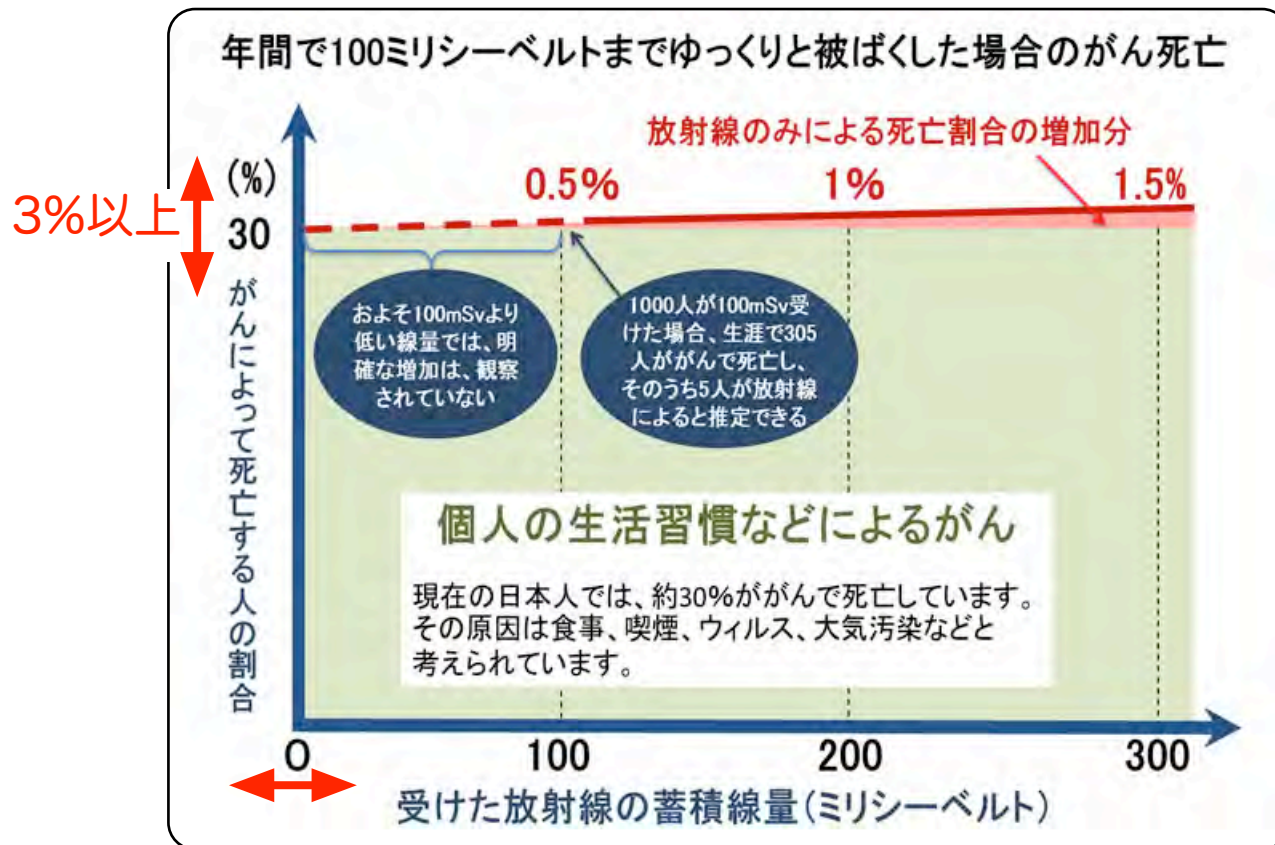


年間で100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくした場合のがん死亡



この数値も変動

Fig. 4. Graphical expression of annual average indoor radon concentrations in each municipality: Whole nation



現在得られているデータからは、100mSv以下の低線量被ばくによる健康影響があるか否か、統計的に断言することはできない。ただし、その影響は他の様々な要因（例えば県による違い）に紛れて識別できない程度には小さいと考えられる。

現在得られているデータからは、100mSv以下の低線量被ばくによる健康影響があるか否か、統計的に断言することはできない。ただし、その影響は他の様々な要因（例えば県による違い）に紛れて識別できない程度には小さいと考えられる。

ここまでは、科学的に議論できる。
(反論がある場合でも、データの取り方が正しいか？と
いった科学的な議論が成立する)

現在得られているデータからは、100mSv以下の低線量被ばくによる健康影響があるか否か、統計的に断言することはできない。ただし、その影響は他の様々な要因（例えば県による違い）に紛れて識別できない程度には小さいと考えられる。

ここまでは、科学的に議論できる。
(反論がある場合でも、データの取り方が正しいか？と
いった科学的な議論が成立する)

たとえわずかな確率であっても、がんという重大な結果をまねく以上、追加の被ばくは避けるべきではないか？

他のリスクと同等であれば、被災地の復興のためにある程度の被ばくは許容できるのではないか？

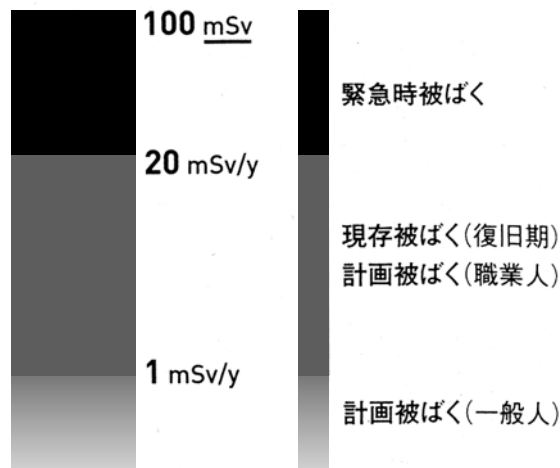
これは、科学的には議論できない。

「トランスサイエンス」

緊急時の線量管理に関するICRP勧告のポイント

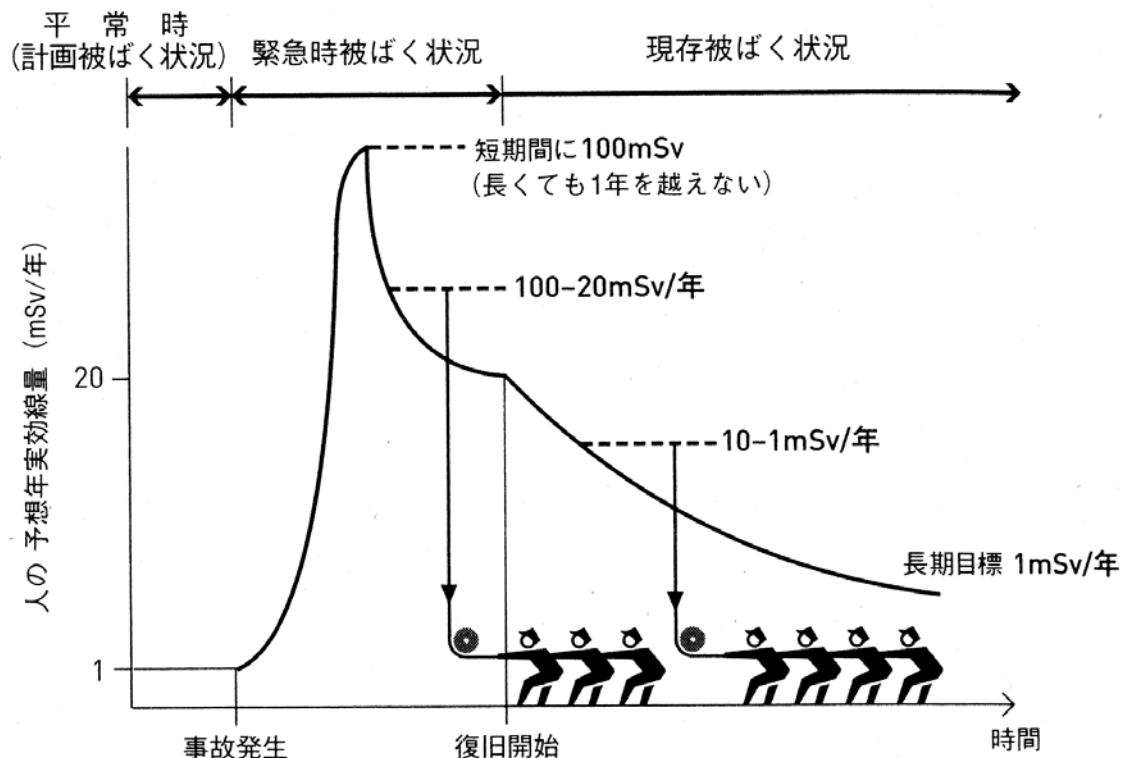
※ ICRP勧告103、109、111は、日本アイソトープ協会のサイトで日本語版が無償公開されている
 下図は「語りあうためのICRP 111 -ふるさととの暮らしと放射線防護-」より引用

- 緊急時
 短期間（長くて1年以内）で考える。そのため、100 mSv/y ではない
- 事故後の復旧期
 1年の単位で考えるが毎年同じではない。回復につれ、状況に応じより低い参考レベルを選択していく



ICRP（国際放射線防護委員会）はチェルノブイリ事故からの回復の経験を踏まえ、ICRP Publ. 111を作成した。

その中で示されている20mSv/yという値は、緊急時被ばくと復旧期の被ばくの境界線である。右図が示すとおり「一旦設定した線量目標が達成されたら、より低い目標を設定し、最終的には1mSv/yを目指すべき」というのがICRPが勧告する内容。



- 参考レベルは
- 被ばく状況の改善を進める目安とする目標値
 - 目標設定 → 達成 → さらに改善する目標に → 達成
 全体の状況を見ながら、これを繰り返す

「被ばくが参考レベルよりも下に低減されたという事実は、最適化プロセスに従って被ばくをさらに低減できる余地がある限り防護対策を打ち切るための十分条件とはならない。」 (ICRP Publ. 111 (53))

食品の基準値の設定

基準値のもととなる1人当たりの年間線量の上限値
1 ミリシーベルト

水

約 0.1 ミリ
シーベルト

食品

約 0.9 ミリシーベルト (0.88~0.92)

放射性セシウム

放射性
セシウム以外

飲料水の基準値
(10ベクレル/kg) の水を
1年飲んだ場合に
相当する線量を割当て

セシウム以外の放射性物質による
影響を考慮

(例：19才以上では、多めに見積もって食品からの
線量の約12%)

※ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106

食品の基準値の設定

放射性セシウムからの
年間の線量を

食品 1 kg
あたりの
量に換算

- ※年齢区分別の摂取量と
換算係数 (実効線量係数)
を用いて算出
- ※流通する食品の半分が
基準値上限の放射性物質
を含むと仮定

年齢区分	摂取量	限度値(ベクレル/kg)
1歳未満	男女平均	460
1歳～6歳	男	310
	女	320
7歳～12歳	男	190
	女	210
13歳～18歳	男	120
	女	150
19歳以上	男	130
	女	160
妊婦	女	160
最小値		120

各年齢区分のうち
最も厳しい(小さい)値をもとに

基準値
100ベクレル/kg

まとめ



このコップ1杯の牛乳に、放射性核種である ^{137}Cs が100Bq含まれているとする。

この1杯を飲むことによる被ばくリスクはどの程度か？

まとめ



このコップ1杯の牛乳に、放射性核種である ^{137}Cs が100Bq含まれているとする。

この1杯を飲むことによる被ばくリスクはどの程度か？

$$\begin{aligned}\text{実効線量} &= 100 \text{ Bq} \times 0.013 \text{ } \mu\text{Sv/Bq} \\ &= 1.3 \text{ } \mu\text{Sv}\end{aligned}$$

まとめ



このコップ1杯の牛乳に、放射性核種である ^{137}Cs が100Bq含まれているとする。

この1杯を飲むことによる被ばくリスクはどの程度か？

$$\begin{aligned}\text{実効線量} &= 100 \text{ Bq} \times 0.013 \text{ } \mu\text{Sv/Bq} \\ &= 1.3 \text{ } \mu\text{Sv}\end{aligned}$$

これは平均的な年間自然被ばく量の0.062%に相当し、LNT仮説に基づけば癌死亡率を0.0000065%上昇させる。