

第70回
「つなごう命の会」定例学習会

9月20日土曜日の午前10:30～

話題

100mGy以下の被曝リスクを
どう表現するか

放射線が身体に当たる

⇒ ミクロに見れば
1 原子に当たる

電子

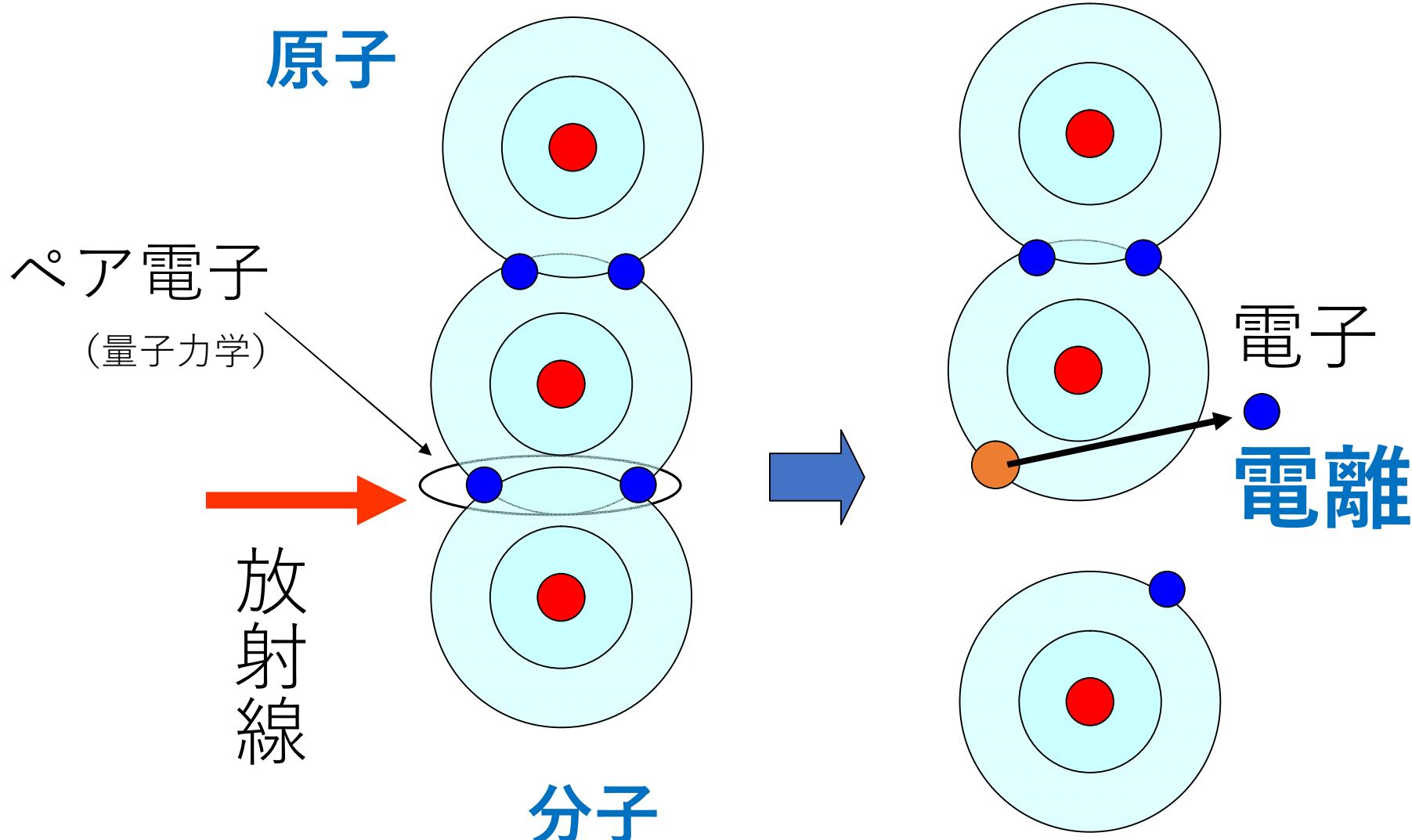


放射線

吹き飛ばされる

電離

電子が吹き飛ばされる



電離 \Rightarrow 分子が切断される (損傷)

\Leftrightarrow 電離損傷を修復する力を持つ

被曝量の数え方

単位質量当たりに
何個の電離が為されたか ⇒ 吸収線量

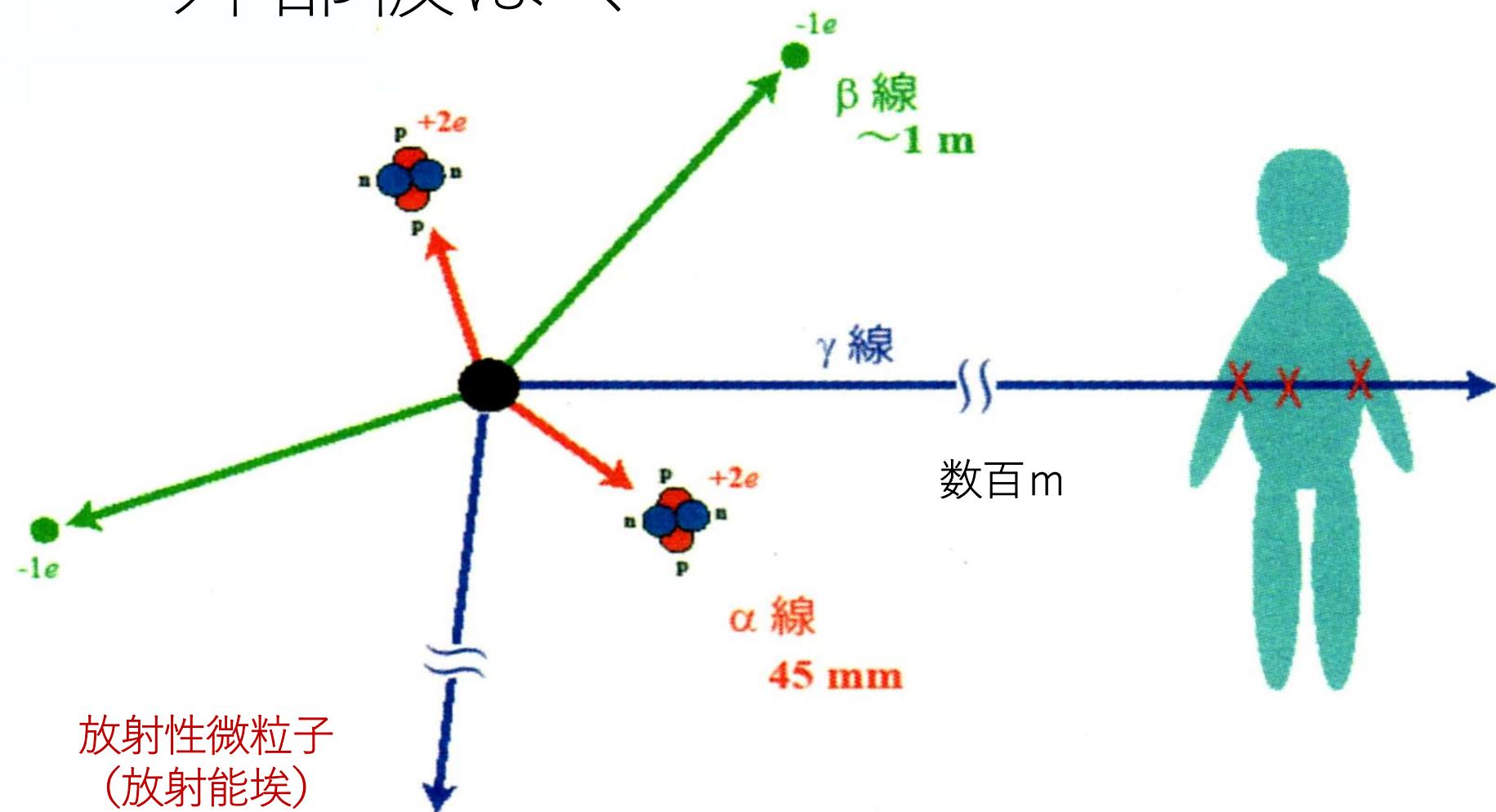
修復素子が待ち構えているところに
電離が為されれば 修復される
⇒ カリウム40の例

そうでない場合

短距離に密集した電離 (α 線) ⇒ どう扱うか

ICRP大問題 ①等価線量・実効線量 ②臓器単位の計測

外部被ばく



内部被曝



因果律の科学（1）

原因刺激があって現象が生じる

モノに電場を引加する (刺激を加える)

⇒ 全ての電子に力が加わる

⇒ しかし、電子の内部状態「どのように動けるか？」
によって結果が異なる

⇒ ①導体（金属）
②半導体
③絶縁体

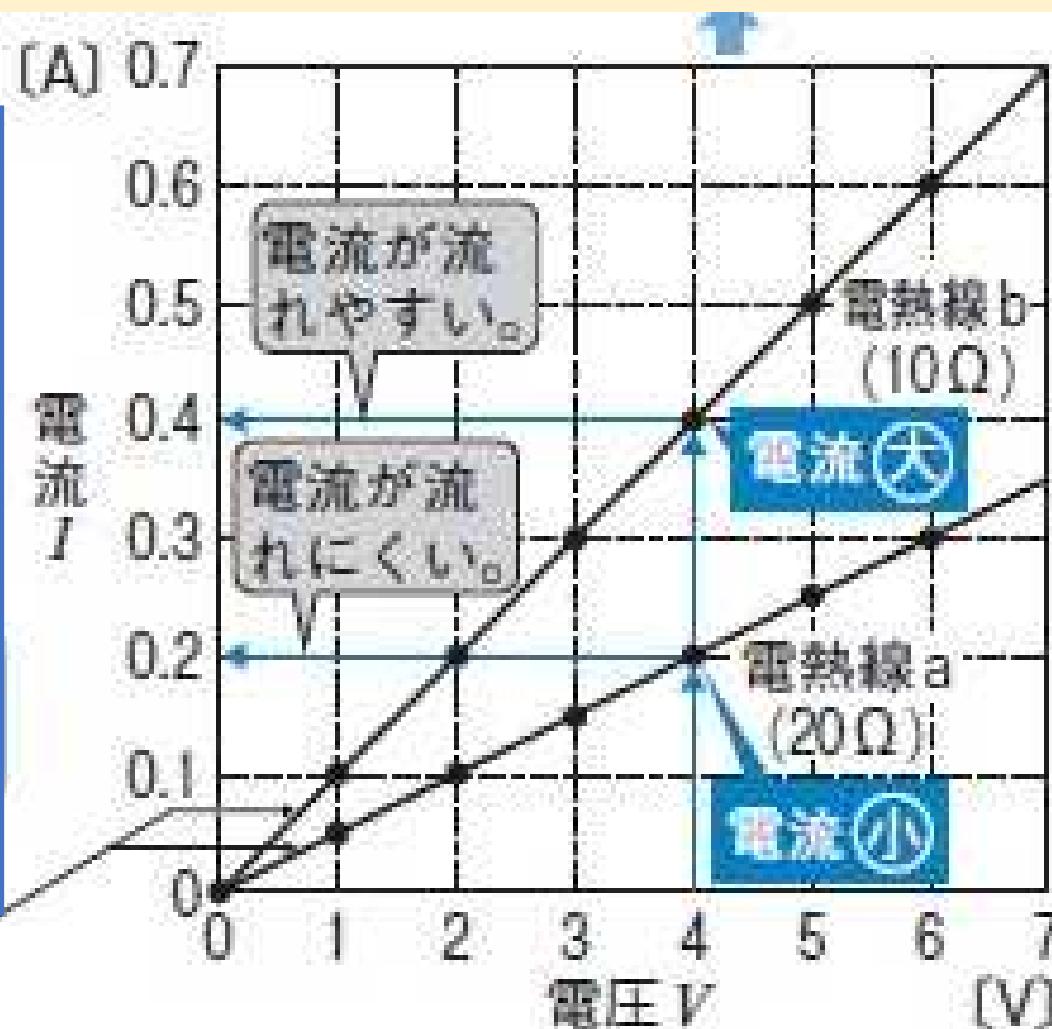
現象は外部から引加される刺激だけで決まるのではない
↔ 内部応答が決定的

因果律の科学 (2)

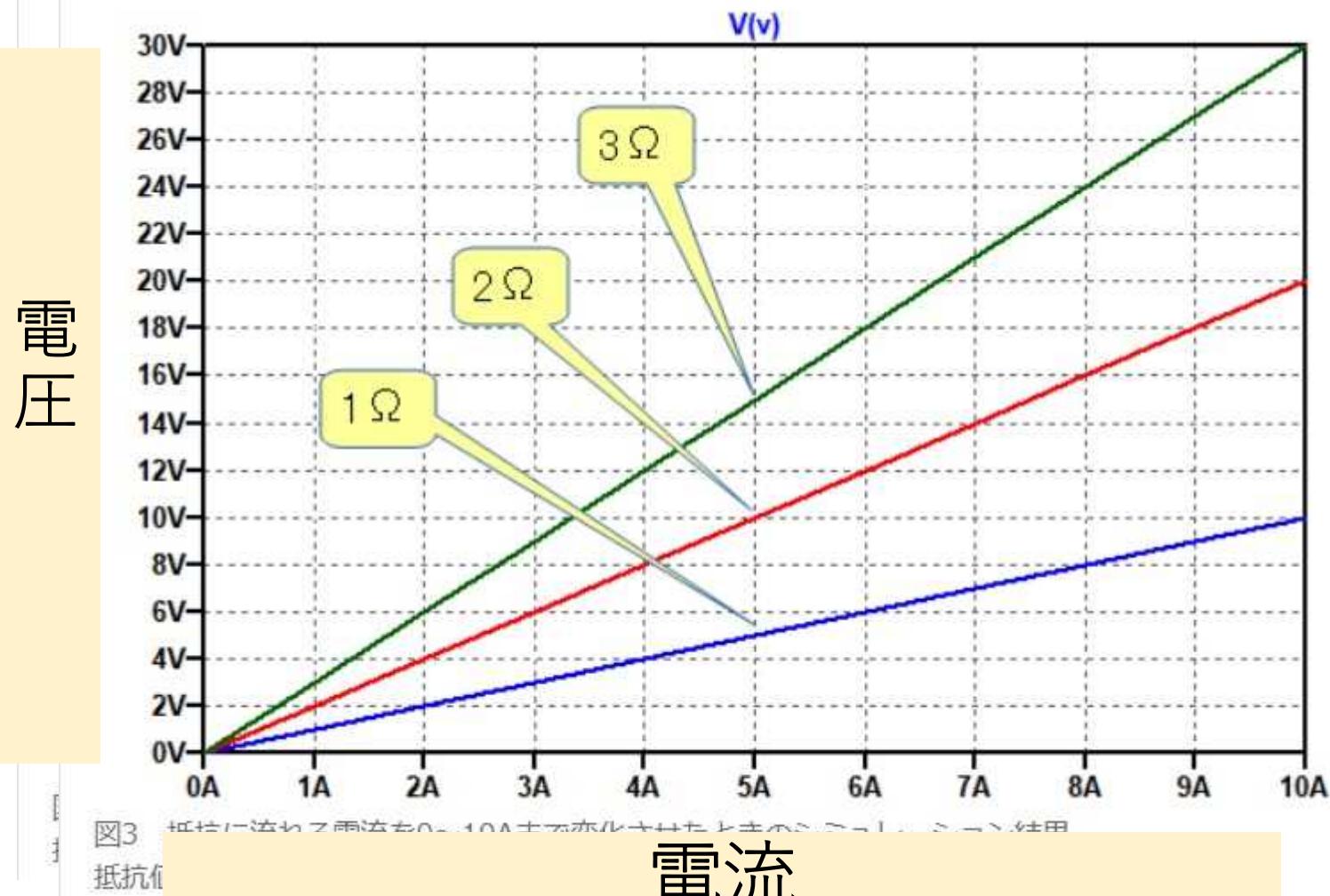
金属 電圧対電流全て正比例
それぞれ伝導率 (抵抗率) が異なる

金属
内部応答の大きさに応じて電流の流れ方が違う

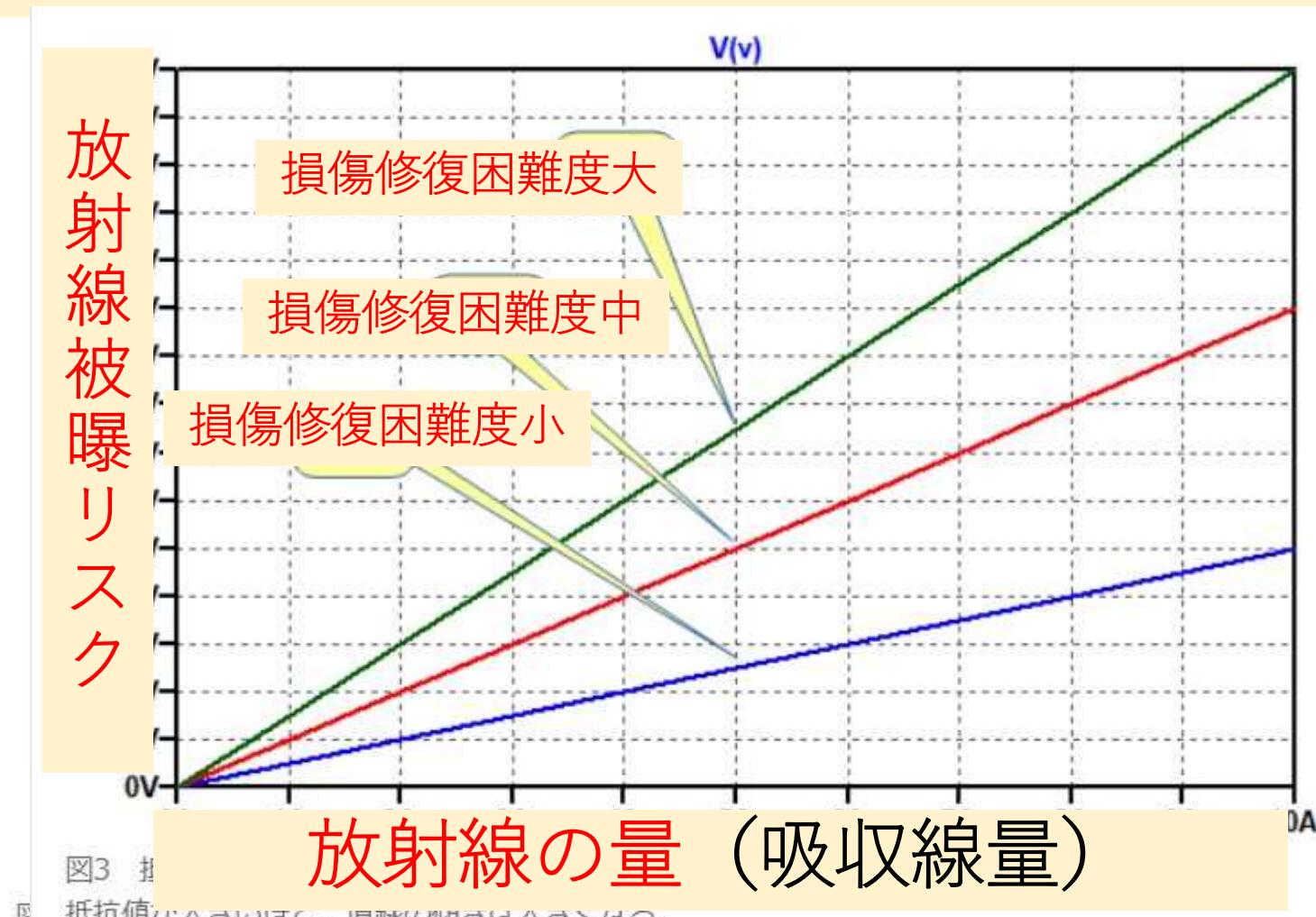
電圧一電流特性



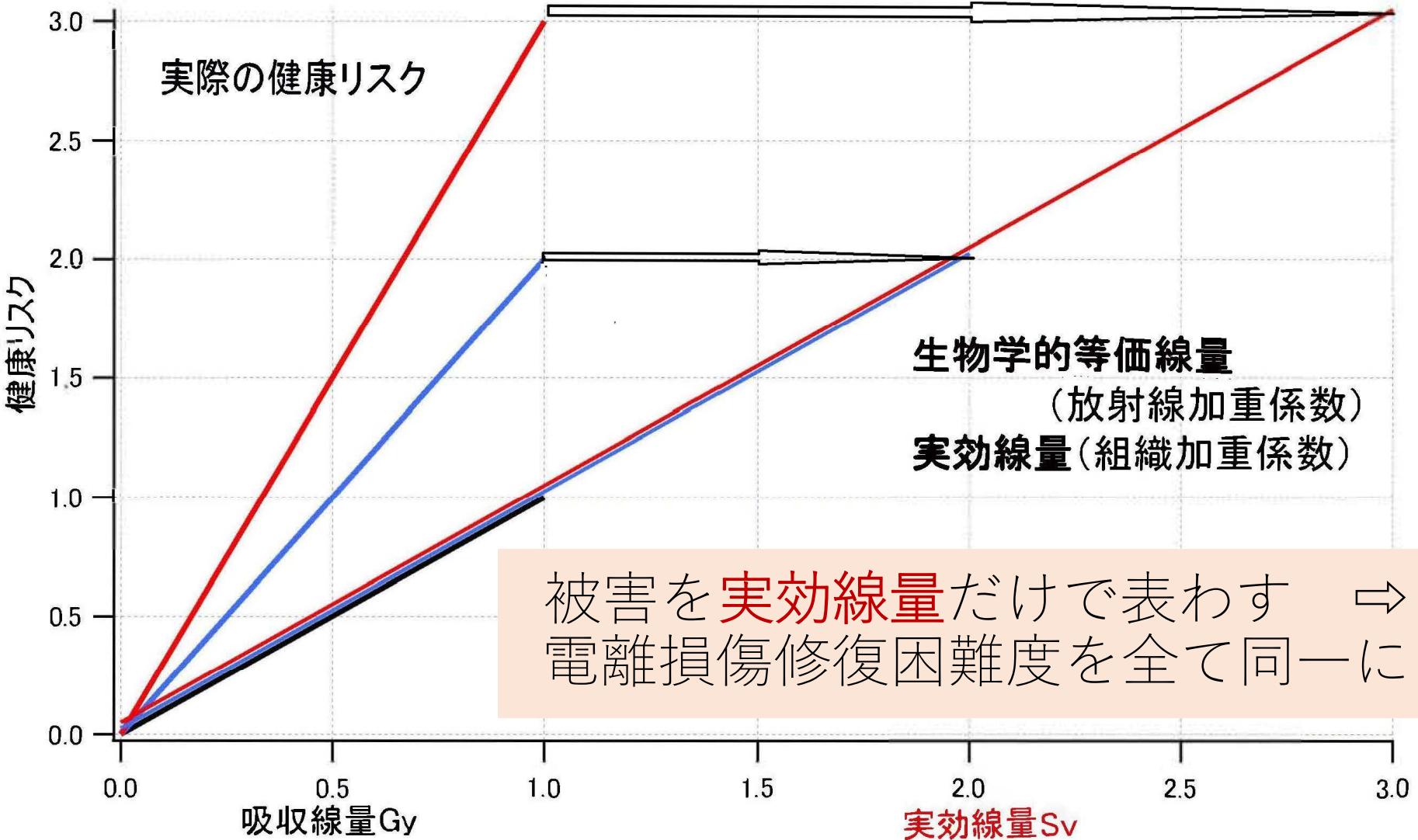
金属 電圧対電流全て正比例
それぞれ抵抗率が異なる



修復困難度 (①電離の密集度／②修復力) の異なる被曝



ところが ICRP は 実効線量だけで表現した



ICRPの科学破壊

架空物理量 実効線量

因果関係の科学法則の破壊

$$\text{電流} = \text{伝導度} \times \text{電圧}$$

$$\text{被曝リスク} = \text{電離損傷修復困難度} \times \text{吸収線量}$$

ICRP

$$\text{被曝リスク} = \text{実効線量}$$

ICRPはリスクを実効線量だけで表わした⇒科学の破壊

架空の線量 実効線量 ⇒ 内部被曝の危険の隠蔽

ICRP体系で 線量は3種類ある！

- (1) 吸収線量 唯一の実体を伴う物理量 グレイ Gy
- (2) 等価線量 放射線加重係数を吸収線量に掛ける
単位はシーベルト Sv

α線

放射線加重係数 = 20

吸収線量が1Gyならば、等価線量は20Sv

β線、γ線 放射線加重係数 = 1

吸収線量が1Gyならば、等価線量は1Sv

- (3) 実効線量 組織加重係数を等価線量に掛けて
それを足し合わせる

組織加重係数は確率的被害（ガンや遺伝的影響）の
臓器毎の相対的影響率（足して1となる）

放射線加重係数

表 1 放射線荷重係数

放射線の種類・エネルギーの範囲	放射線荷重係数: W_R
光子(X線・ γ 線); 全てのエネルギー	1
電子(β 線)およびミュー粒子; 全てのエネルギー	1
中性子; 10keV 以下	5
10keV~100keV	10
100keV~2MeV	20
2MeV~20 MeV	10
20MeV以上	5
反跳陽子以外の陽子: エネルギー 2MeV 以上	5
アルファ粒子(α 線)	20
核分裂片	20
重原子核	20

[出典] 日本アイソトープ協会: ICRP Pub 60、国際放射線防護委員会の1990年勧告、丸善、p7(1991)

放射線	LET(keV/ μ m)
Cs137 β 線 512keV	0.25
Co60 γ 線 1.17/1.33MeV	0.3
X線 250keVp	2.5
X線 170~200keVp	3.3~3.8
H3 18.6keV 水中 5 μ m	5.5
中性子 14MeV／陽子 7MeV	12
中性子 4MeV／陽子 2MeV	17
核分裂中性子／陽子 0.95MeV	45
α 線 8.3MeV	61
α 線 3.4MeV	86

放射線加重係数
低エネルギーX線の約20倍が低エネルギー α 線

セシウムボール フィルターと顕微鏡写真 筑波にて S. Utsunomiya 等



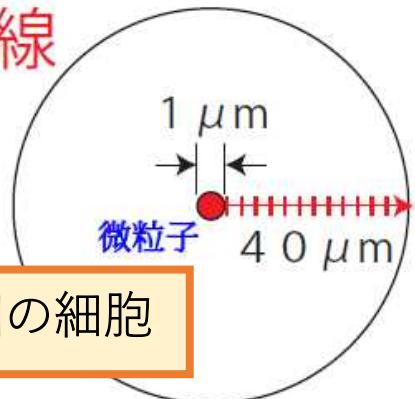
The first electron microscope view of the previously unknown radioactive cesium microparticle, from air filter samples collected in Tsukuba, about 100 miles from the Fukushima nuclear plant. (Adachi et al. 2013)

微粒子の危険

放射線の種類 ⇒ 分子切断の集中度が違う

放射性微粒子からの放射線(体内)

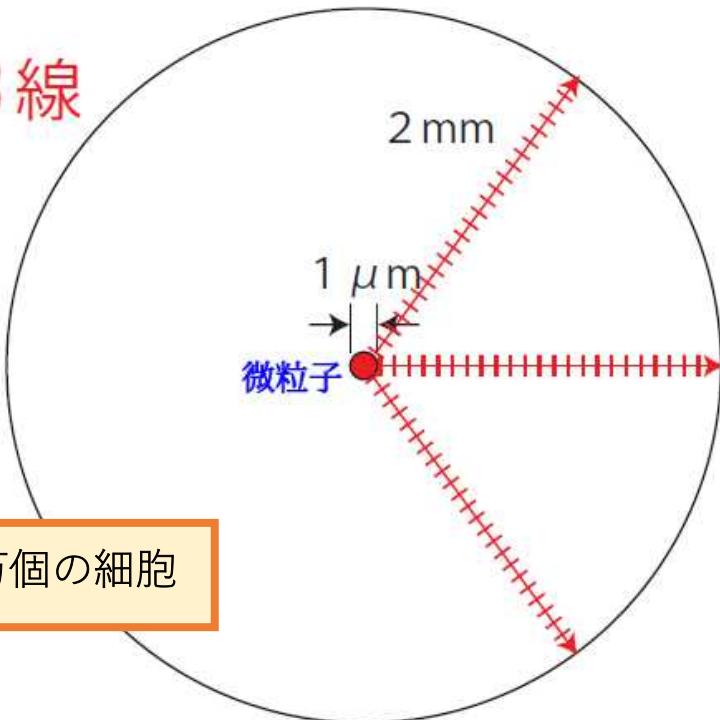
α 線



γ 線

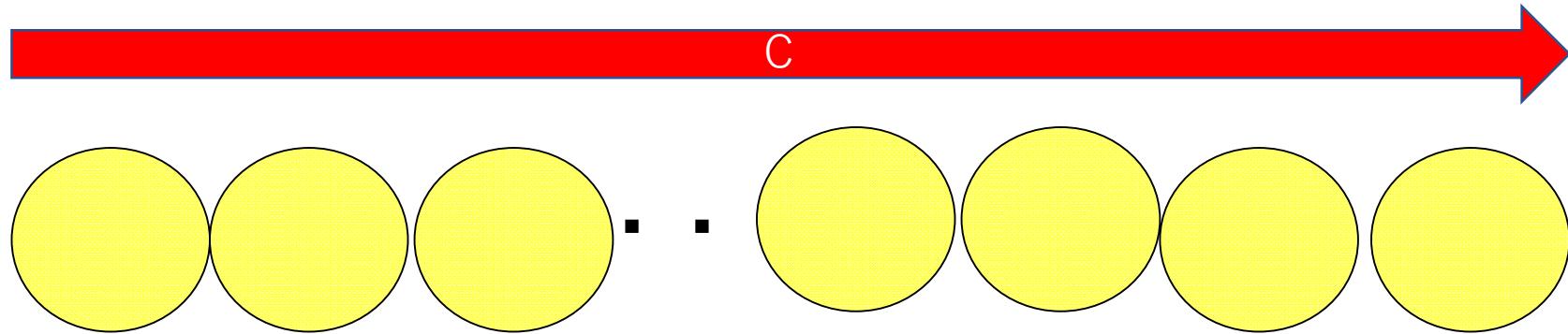


β 線



電離が行われる

ベータ線 飛程2mm
(Cs137 : 0.5MeV 12,500個の電離)



細胞 $10\ \mu\text{m}\phi$ 200個
1細胞あたり60個の電離

アルファ線 U238 (劣化ウラン)

半減期 44億7千万年

4.2MeV/40 μm 1細胞あたり26000個の電離

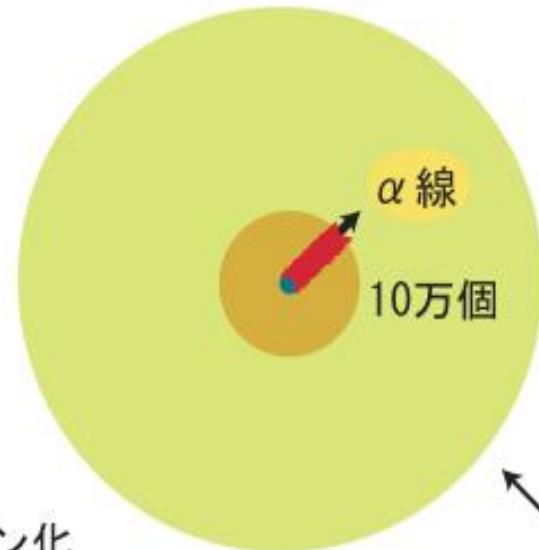
内部被爆

α 線一発で

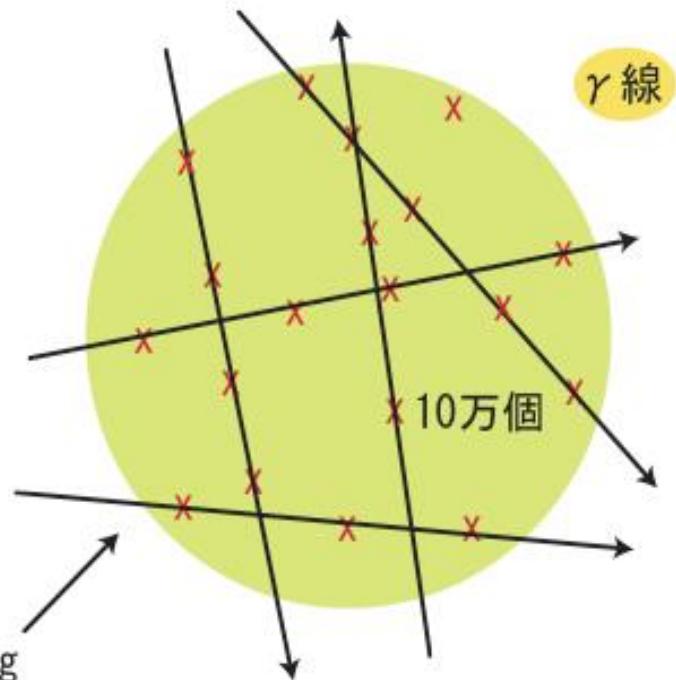
4.2MeV

10万個のイオン化

40マイクロメートル



ICRPモデル



ホットスポット内に4.2MeV
→ 2.3×10^{-3} Gy (J/Kg)

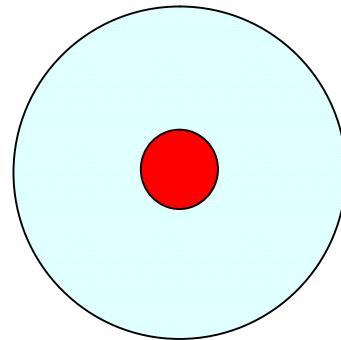
1kg中に4.2MeV
→ 0.7×10^{-12} Gy (J/Kg)

ICRP方式は臓器単位で計測

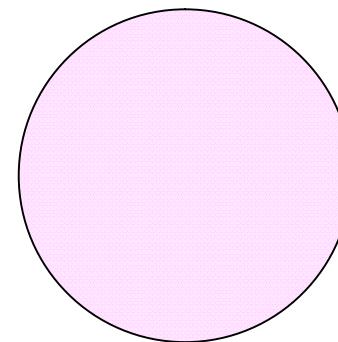
電離密度の巨大さが消し去られる \Rightarrow 危険は無い

短距離範囲集中型と広範囲分布型被爆の違い

微粒子周囲の吸収線量 脳器・組織の吸収線量



$\Leftarrow \Rightarrow$



エネルギーだけの指標だとどちらも同じ

\Rightarrow 微粒子周囲の集中電離状態を無視する

\Rightarrow 内部被曝と外部被曝は全く同じ

内部被曝で「適用可」

可溶性（イオンとなる）

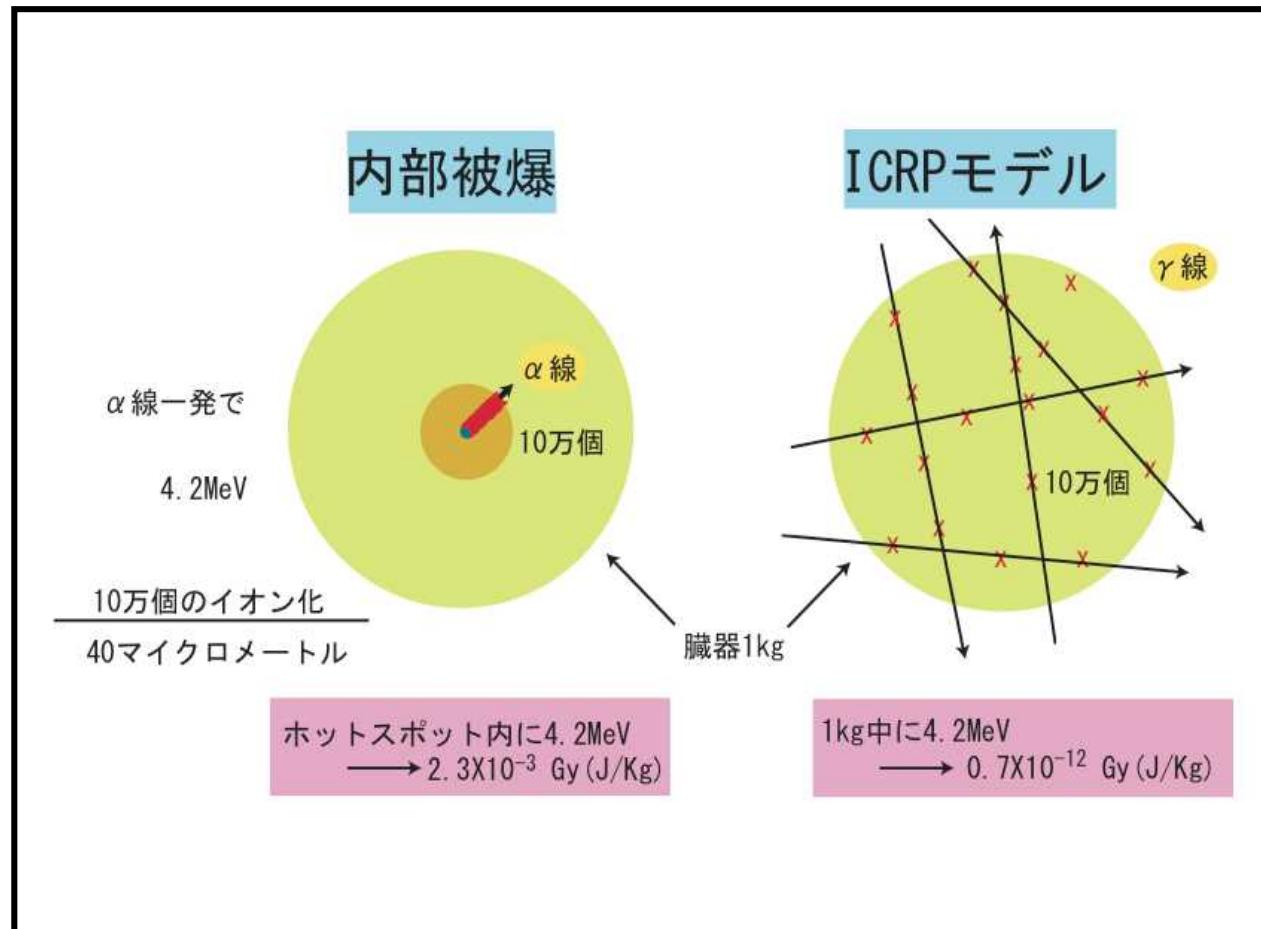
①血液やリンパ液に乗るβ崩壊

↔ 血液集中の心臓、能等リスクは適用不可

②γ線

「適用不可」

- ①不溶性微粒子
- ②α線崩壊全て



組織加重係数

確率的影響の相対リスク

⇒DNAだけが電離対象

表 B.2. 2007 年勧告の組織加重係数 w_T

臓器／組織	組織の数	w_T	寄与の総計
肺, 胃, 結腸, 骨髄, 乳房, 残りの組織・臓器	6	0.12	0.72
生殖腺	1	0.08	0.08
甲状腺, 食道, 膀胱, 肝臓	4	0.04	0.16
骨表面, 皮膚, 脳, 唾液腺	4	0.01	0.04

1. 生殖腺の w_T は, 睾丸と卵巣の線量の平均に適用される。
2. 結腸の線量は, *Publication 60* の計算法と同じく, ULI と LLI の線量の質量加重平均とする。残りの組織・臓器 (全体で 14 種, それぞれの性では 13 種) の名称は: 副腎, 胸郭外組織 (ET), 胆嚢, 心臓, 腎臓, リンパ節, 筋肉, 口内粘膜, 脾臓, 前立腺 (♂), 小腸 (SI), 脾臓, 胸腺, 子宮／子宮頸部 (♀)。

ICRPリスクと組織加重係数

ガンの名目リスク係数

0.055/Sv

ガン死亡リスク

=

$0.055 \times (0.12(\text{肺}) + 0.08(\text{生殖腺}) + \dots)$

\times 実効線量

実効線量の計算 (環境省放射遷移による健康影響)

「等価線量」 : 組織・臓器ごとの影響を表す単位
「実効線量」 : 全身への影響を表す単位

$$\text{実効線量 (シーベルト (Sv))} = \Sigma (\text{組織加重係数} \times \text{等価線量})$$

全身に均等に γ 線が
1ミリグレイ (mGy)
当たった場合

実効線量 =

$$\begin{aligned} & 0.12 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \text{ 骨髄} \\ & + 0.12 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \text{ 結腸} \\ & + 0.12 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \text{ 肺} \\ & + 0.12 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \text{ 胃} \\ & \vdots \\ & + 0.01 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \text{ 皮膚} \\ & = 1.00 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \end{aligned}$$



= 1ミリシーベルト (mSv)

頭部だけに均等に γ 線が
1ミリグレイ (mGy)
当たった場合

実効線量 =

$$\begin{aligned} & 0.04 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \text{ 甲状腺} \\ & + 0.01 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \text{ 脳} \\ & + 0.01 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \text{ 唾液腺} \\ & + 0.12 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \times 0.1 \text{ 骨髄 (10\%)} \\ & + 0.01 \times 1 \text{ (ミリシーベルト)} \times 0.15 \text{ 皮膚 (15\%)} \\ & \vdots \end{aligned}$$



= 0.07ミリシーベルト (mSv)

放射線被曝と健康被害

因果律の科学表現

健康リスク

$$= \text{電離修復困難度} \times \text{吸收線量}$$

電離修復困難度は
刺激に応じた内部応答

ICRPは「**実効線量**」により
「**内部応答**：電離修復困難度」
を抹殺した

ICRP

100mSv以下の被害切り捨て

(1) 「**がん**リスクの推定に用いる疫学的方法は、およそ100 mSvまでの線量範囲でのがんのリスクを直接明らかにする力を持たないという一般的な合意がある。」：ICRP2007年勧告、p131、(A86) 段落

(2) 「約 100 mGy (低 LET 放射線又は高 LET 放射線) までの吸収線量域では、どの**組織**も臨床的に意味のある機能障害を示すとは判断されない。」：ICRP2007年勧告、p16、(60) 段落

https://www.icrp.org/docs/P103_Japanese.pdf

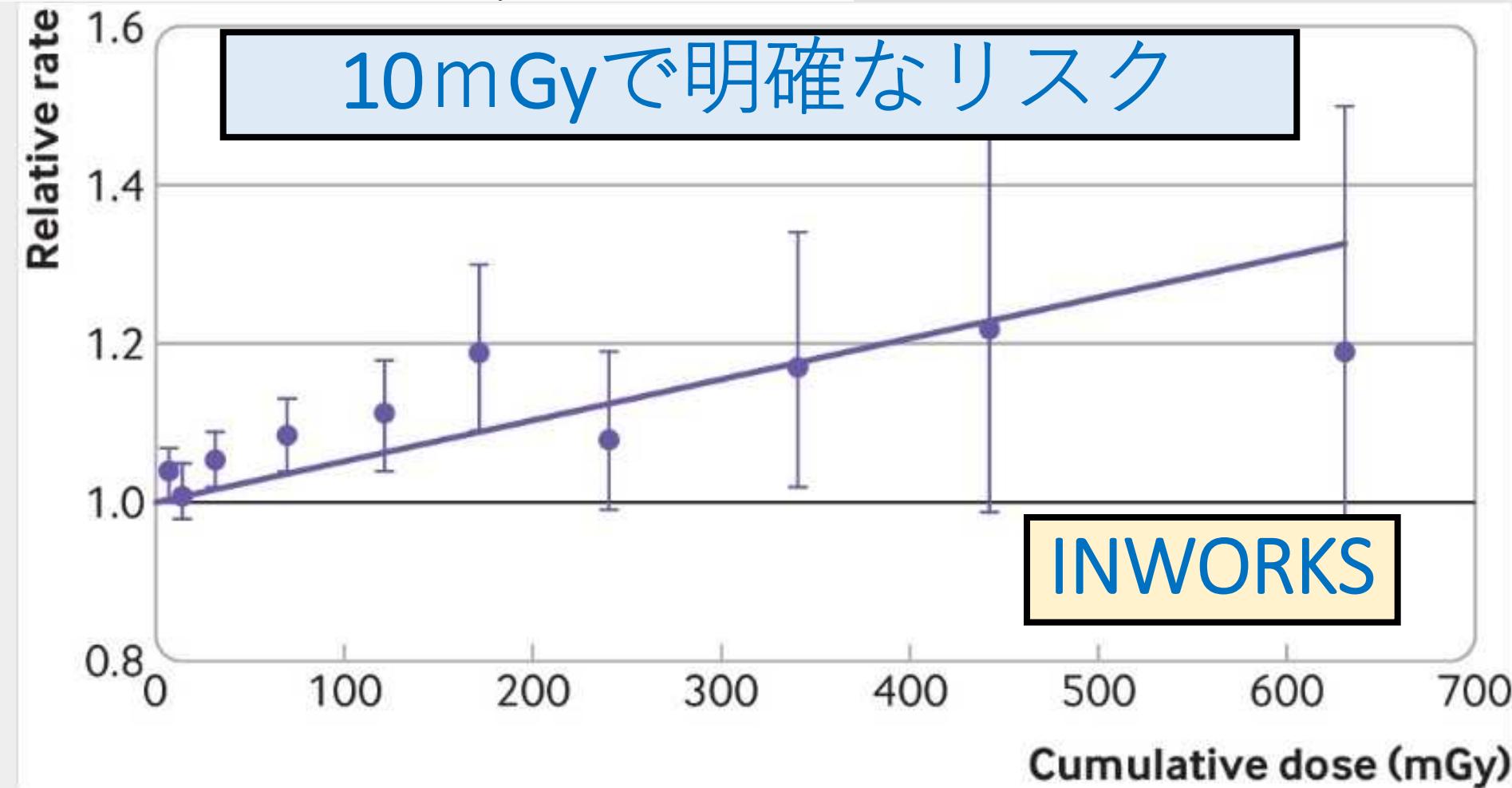


Fig 1 相対死亡率 対 結腸累積被曝量

Relative rate of mortality due to solid cancer by categories of cumulative colon dose, lagged 10 years in INWORKS. Bars indicate 90% confidence intervals, and purple line depicts fitted linear model for change in excess relative rate of solid cancer mortality with dose. Strata: country, age, sex, birth cohort, socioeconomic status, duration employed, neutron monitoring status

ICRP ガンの名目リスク係数

ガンの名目リスク係数

=

0.055 × ~~X(Sv)~~/Sv

100mSv以下無視

個人差の無視
線量率降下の無視
平均値の使用

DNAに限定する ⇔ 実効線量体系

実効線量



組織加重係数は確率的影響（
ガンや遺伝的影響）の組織毎
の感受性



電離は細胞核DNAに限る

科学と人権に基づく 健康リスク評価 電離修復困難度

健康リスク

$$= \text{電離修復困難度} \times \text{吸収線量}$$

電離修復困難度

何によって構成されるか

①内部被曝に関する因子：

- ・不溶性微粒子、可溶性微粒子、 α 線、 β 線

②水の電離に伴う活性酸素に関する因子：

- 酸化ストレス症候群、ペトカウ効果

③電離対象に関する因子：

- ・DNA, ミトコンドリア、
ミトコンドリアDNA, 細胞膜、心臓/脳組織、
あらゆる組織

④被曝に伴うリスク因子；

- ・バイスタンダー効果、ペトカウ効果、
ゲノム不安定性

⑤体力・免疫力に関する因子：

- ・修復力、免疫力、年令、病弱、老齢、

- ・**活性酸素** 水を電離して生じる 水は～70%
- ・**ミトコンドリア** 細胞内 エネルギー產生工場
- ・**バイスタンダー効果** (放射線を照射した細胞で認められるような効果 (細胞の増殖阻害, DNAの損傷, 突然変異の誘発など) が、その周囲の非照射細胞にも現れる現象)
- ・**ペトカウ効果** (液体中で低線量を長時間被曝した細胞の方が、高線量を短時間で被曝した細胞よりも早く破壊される) という現象
- ・**ゲノム** (生物が持つ全ての遺伝情報) 不安定性 (DNA損傷部位や修復中のエラーの際の不正確な**転写**が変異の原因となるため、放射線による高頻度のDNA損傷はゲノム不稳定性の一因となる)
- ・**ホルミシス効果** (ごく低濃度の刺激 (放射線、運動、特定の物質など) が、生体に対して好ましい反応や活性化を促す現象)

健康リスク

$$= \text{電離修復困難度} \times \text{吸収線量}$$

- 電離修復困難度は下記のごとし

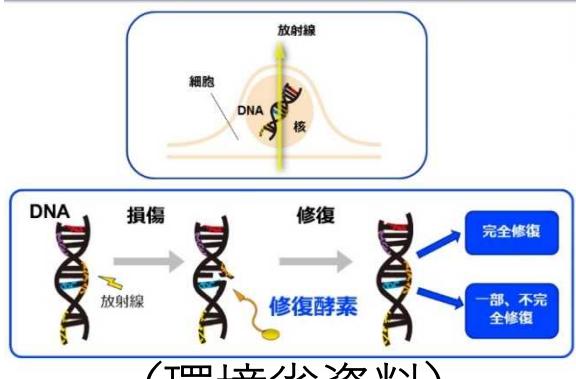
内部被曝に関する因子

- + 水の電離に伴う活性酸素に関する因子
- + 電離対象に関する因子
- + 被曝に伴うリスク因子
- + 体力・免疫力に関する因子

ICRPの医療破壊

放射線損傷 DNAだけではない 科学的隠蔽の重要要素

人体影響の発生機構 DNAの損傷と修復



放射線電離は多量の活性酸素を生み
非常に多様な活性酸素症候群を生む
(右図 吉川敏一氏による)

それらが全て隠蔽されている



図⑧ フリーラジカルの関与する病態・疾患

電離の70%水活性酸素 \Rightarrow DNA・組織の化学的破壊

ミトコンドリア

細胞の「エネルギー工場」

生命活動に必要なエネルギー

(アデノシン三リン酸ATP) を作り出す

- 疲労感、倦怠感
- 神経性疾患（アルツハイマー、パーキンソン病）
- ミトコンドリア心筋症
- 難聴、筋力低下、運動障害、
- 肝臓/腎臓機能低下
- 「ミトコンドリア病」 遺伝子変異による、
- 後天的な要因によるもの

支配のための「科学」⇒取り返さねば！

ICRPの曲がった科学凄まじい過小評価

(1) 内部被曝の危険を隠す

実効線量 (架空の単位) ⇒修復困難度の無視

臓器単位での計測

生物学的等価線量・組織等価線量、等々

(2) 100ミリシーベルト以下は

①確率的影響も②組織的影響も

臨床的に確認されないという

(3) 電離損傷をDNAのみに限定

⇒当たったあらゆる場所に分子切断

(4) 膨大な活性酸素症候群を無視

⇒電離の70%は水分子⇒電離 + 化学

⇒医学が命を守れない状況に陥っている

被曝で死亡しても⇒被曝が臨床的に出てこない

1mGyで十分な健康被害

それぞれの因子の大きさ

～100程度

秘匿された大量虐殺 NAKBA じゃ！

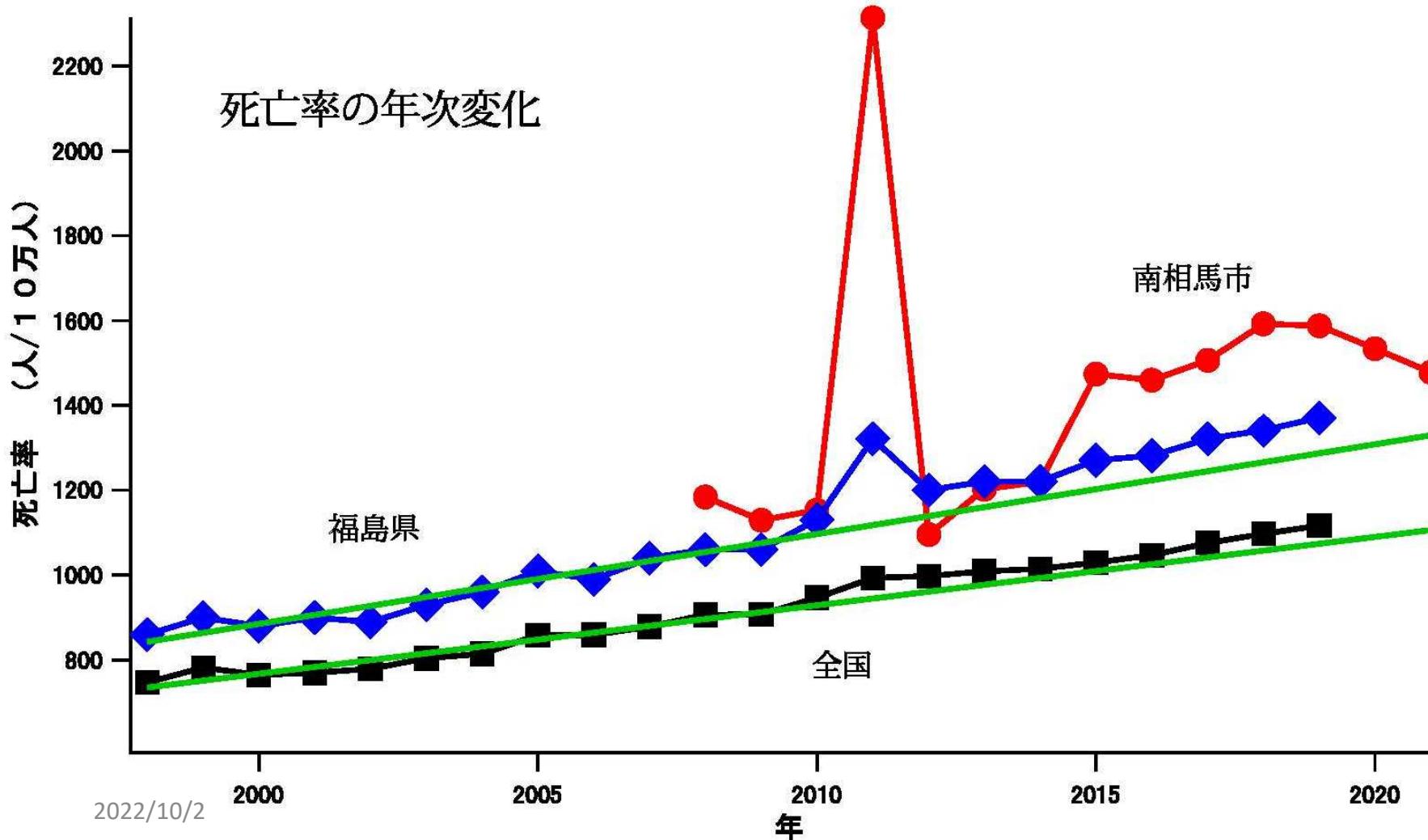
厚労省
人口動態調査

(データ解析) 矢ヶ崎克馬、小柴信子

粗死亡率 (全死亡数/全人口)

2011年以降死亡増加見かけの増加: ~10万人

⇒ 地震津波だけの犠牲者 (警視庁): 2万2千人



年齢調整死亡率（1985年基準）

死亡異常增加 疾病

（2011以降）

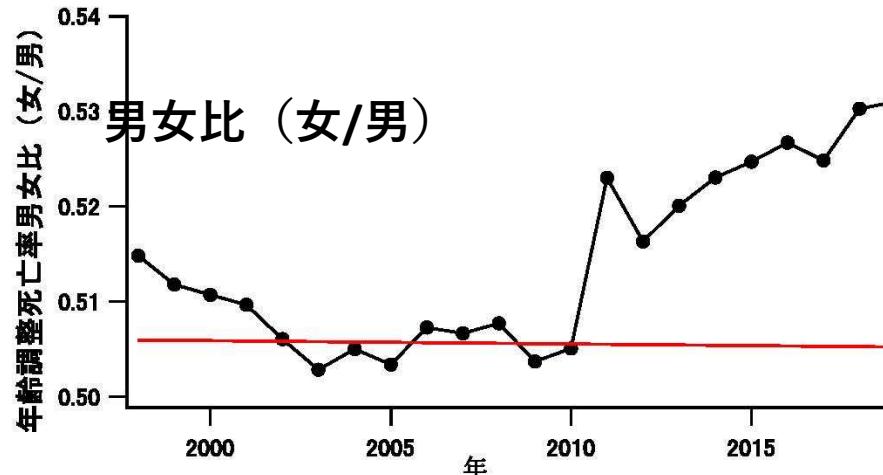
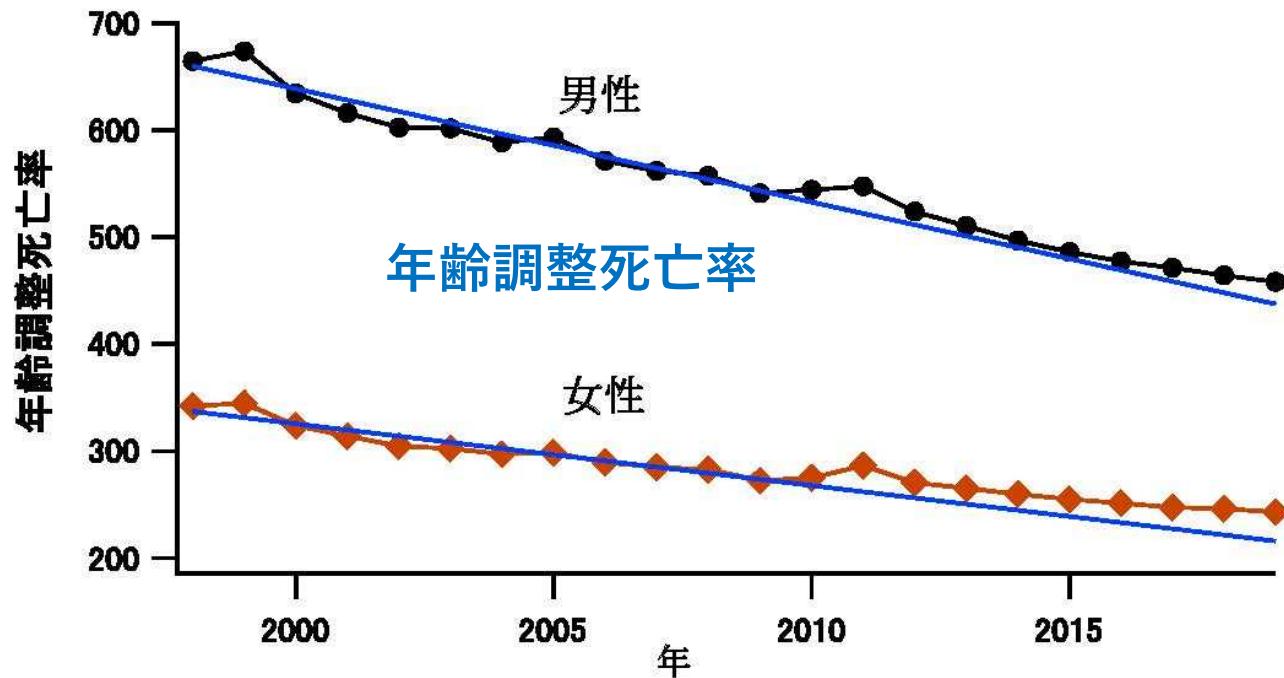
死亡総数、悪性腫瘍、心疾患除高血圧、管疾患、老衰、喘息

（2014以降）

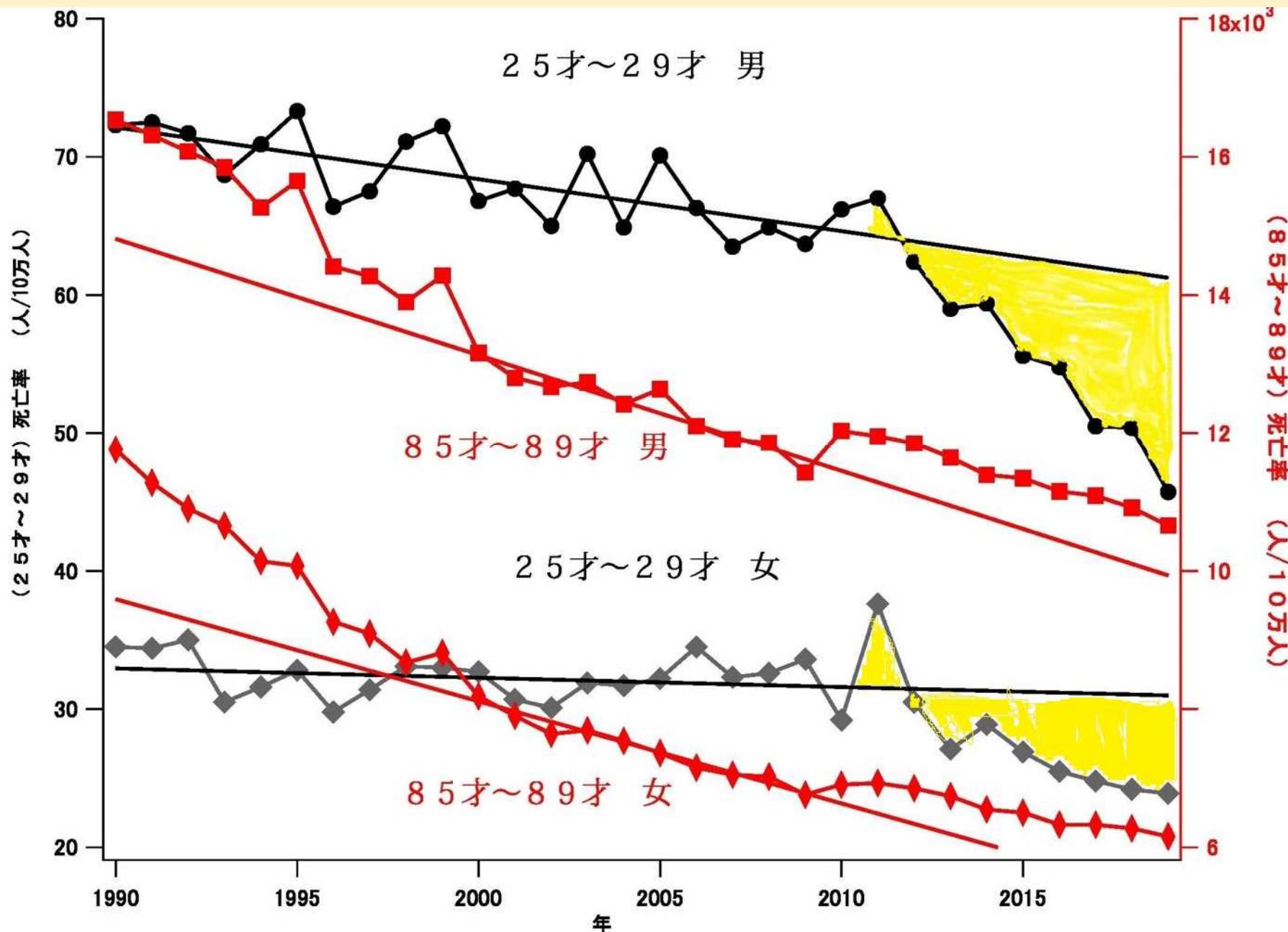
結核、（交通事故）

（2017年以降）

肝疾患、管支炎、気管腫、高血圧



性別年齢別死亡率 年令によって増加／減少



死亡率の異常増加と異常減少

(第2列男と第3列女 第1列は女/男)

粗死亡率から計算した9年間の死者者增加数 約7万人

2010年以前のトレンドから予測される死亡レベル

死亡の異常増加

見かけ
7万人
内実
63万人

粗死亡率から算出した9年間の死者者增加数 約7万人

2010年以前のトレンドから予測される死亡レベル

長寿化人数
(死亡率減少総数)

約56万人

被爆者の統計
↓
入市被爆者
長寿化
も
長期的には発が
ん率上昇で
短命化

異常增加
死者者数

約63万人

死亡者の異常増加 ICRP予測の100倍規模

9年間の死亡者

63万人の異常増加

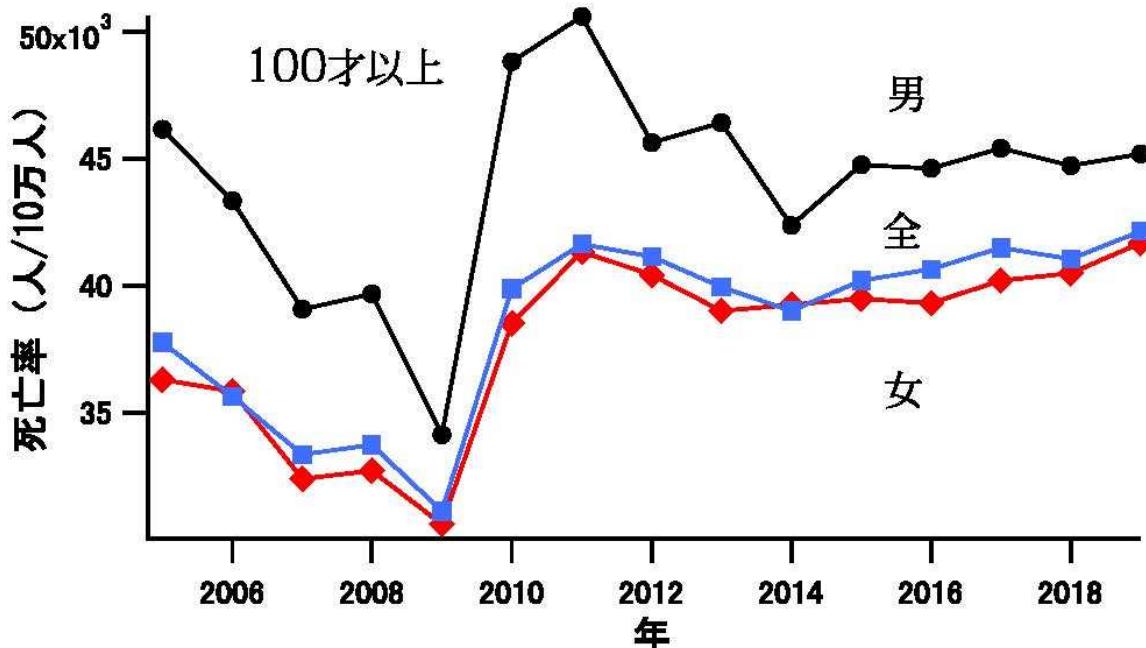
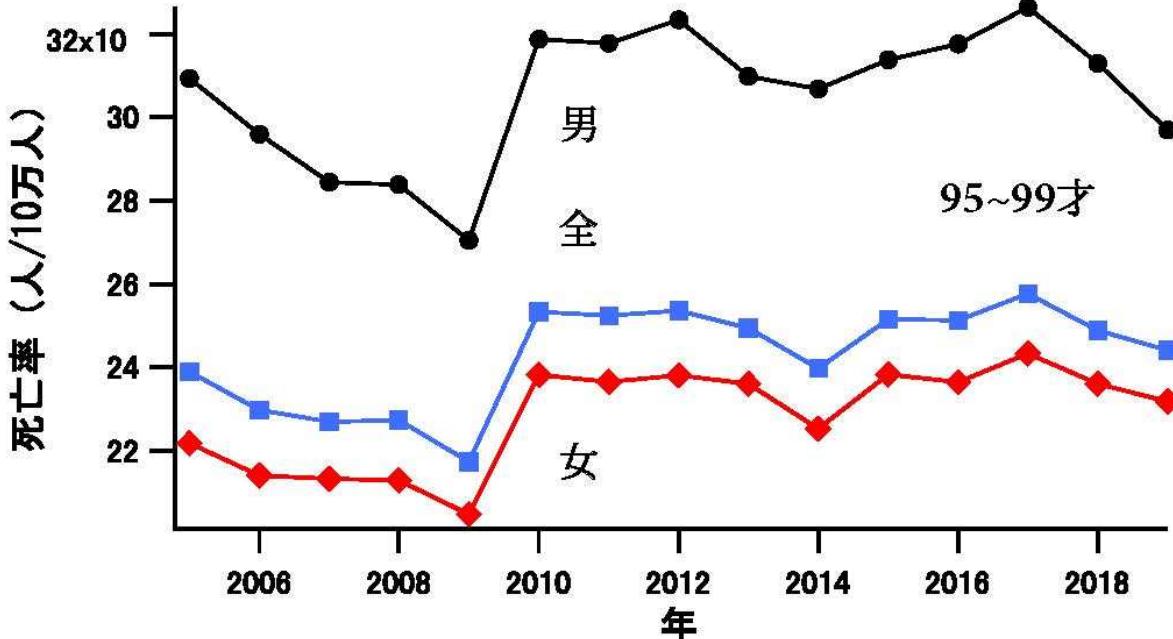
57万人の異常減少

長期的には寿命短縮

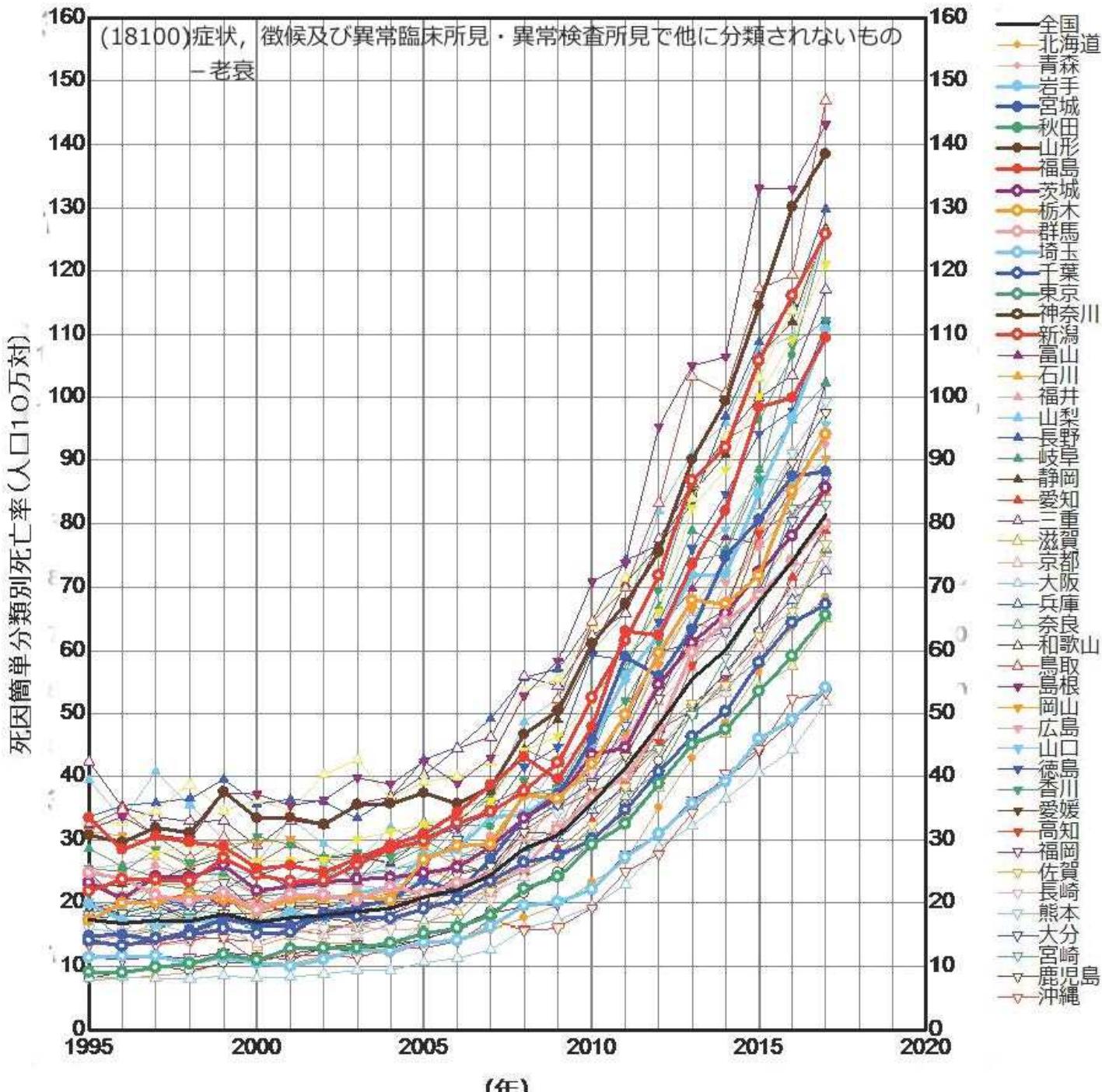
合計120万人の命を短縮させる

お年寄 おり犠牲

2010年
は熱暑
による
死亡
増加



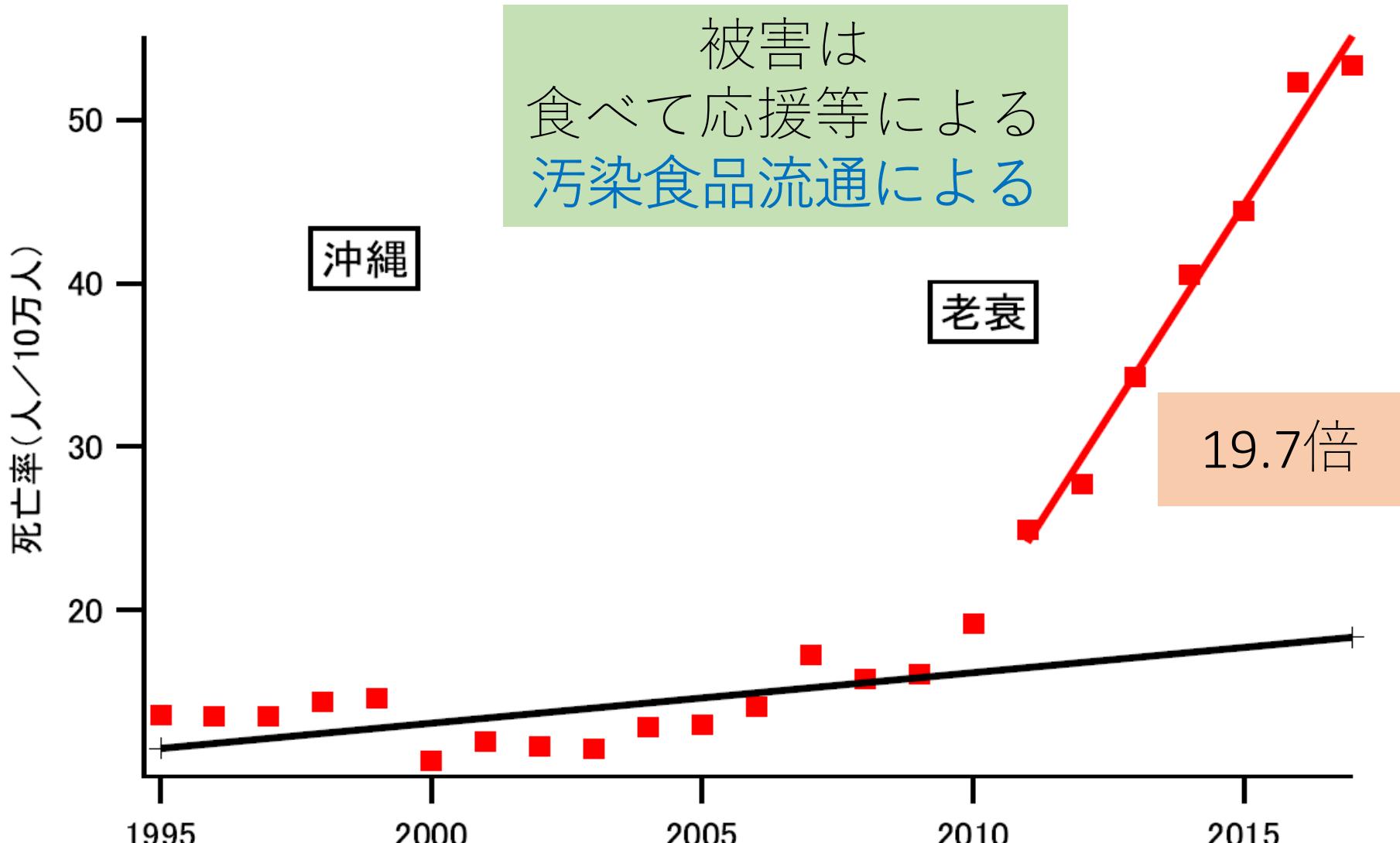
死因別死亡率



沖縄における老衰死亡率の経年変化

厚労省人口動態調査

データ整理は矢ヶ崎克馬と小柴信子氏による (以下同様)



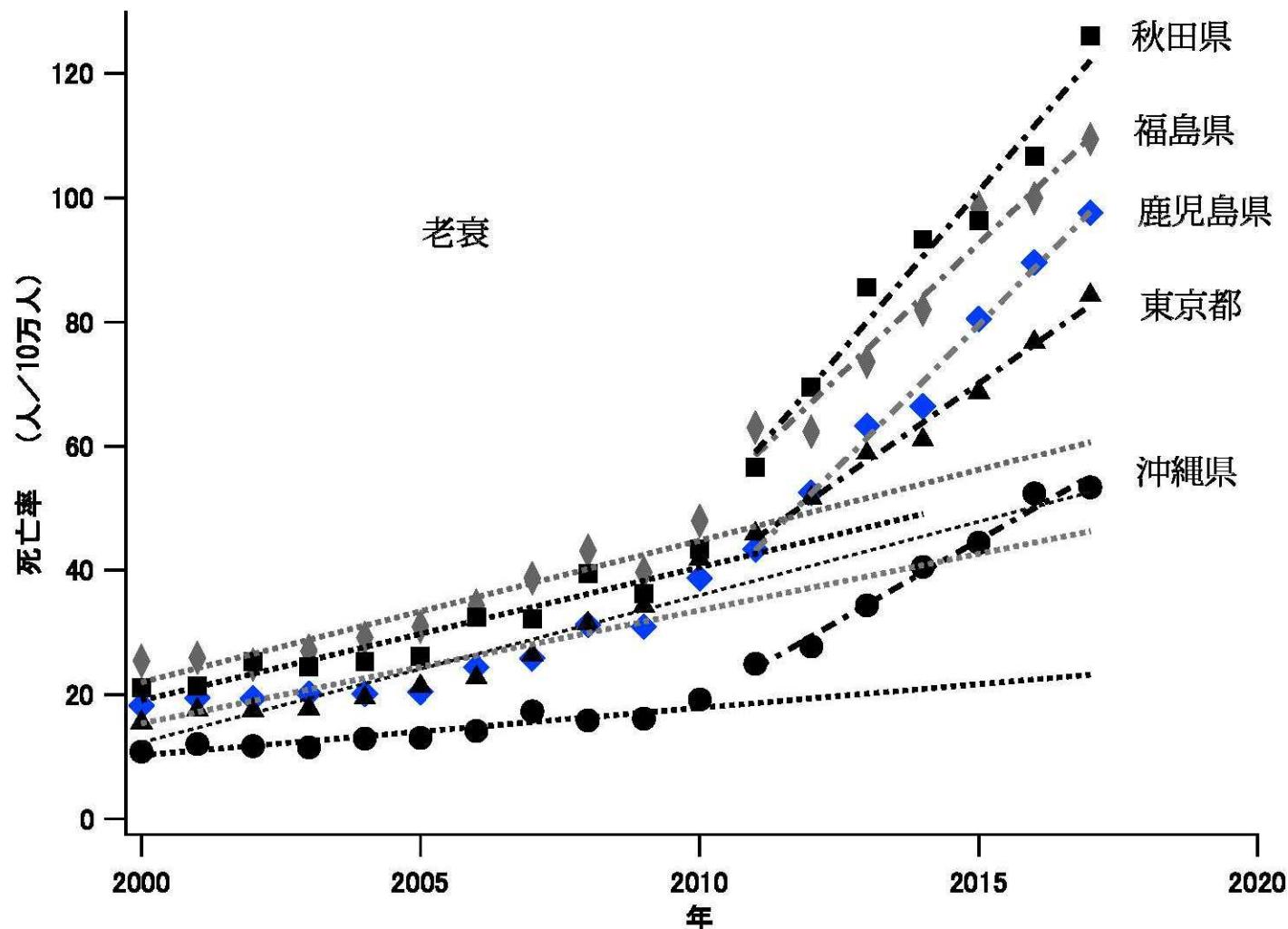
内部被曝の原因のひとつ

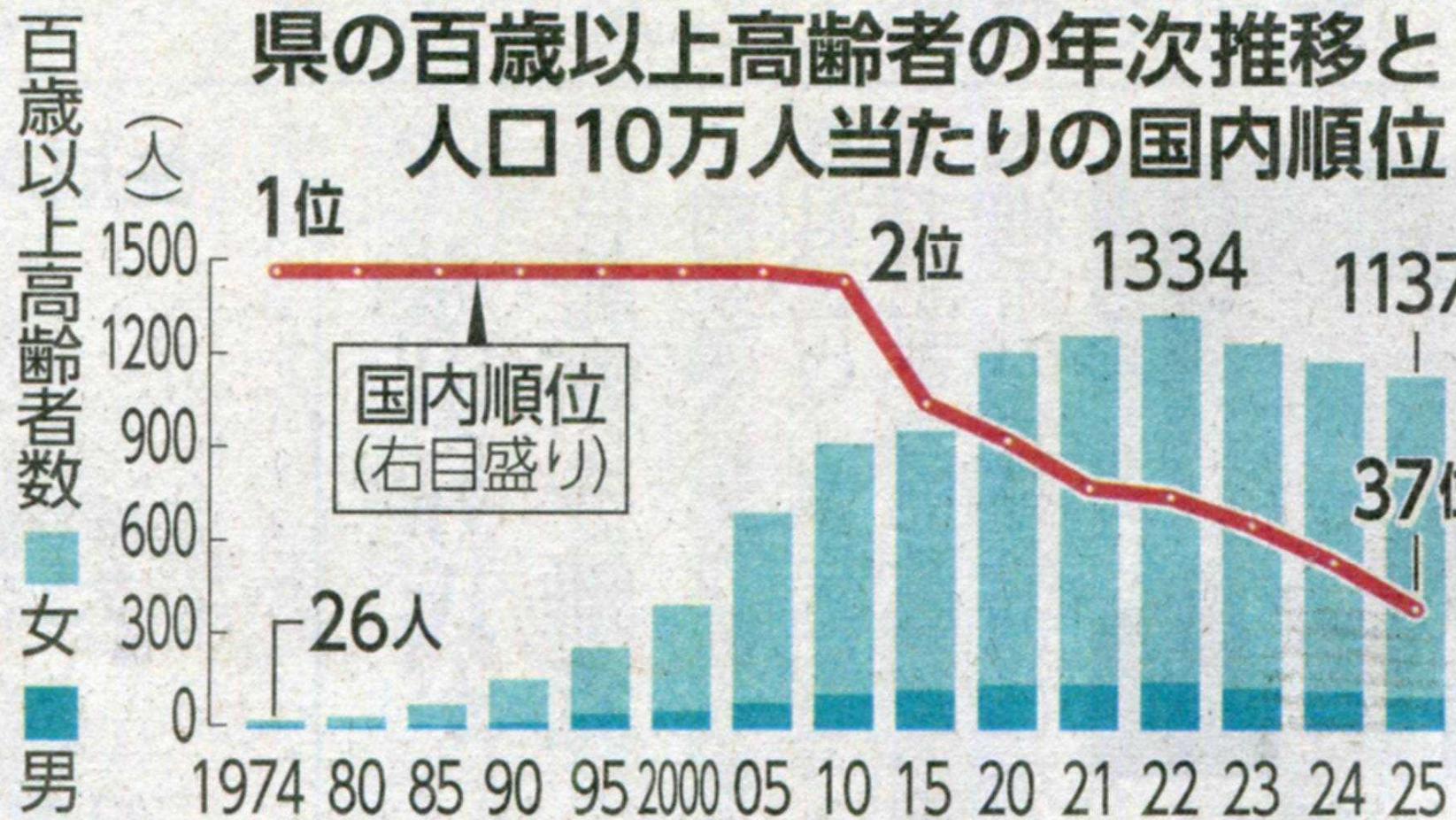
福島県産米（2012年産）

都道府県 年間消費量

順位	トン	人口（千人）	消費量／人
1.	46,097	13,515	3.41kg
2.	15,081	5,534	2.73
3.	3,300	1,433	2.30
4.	2,741	8,839	0.31

おそらく、家庭等で食された率は沖縄が日本一
うつくしま・ちゅらしま交流宣言（2003）
「食べて応援」大キャンペーン（2011）





ご静聴
有難うございました

次回
第71回は
11月15日（土）10：30～
予定