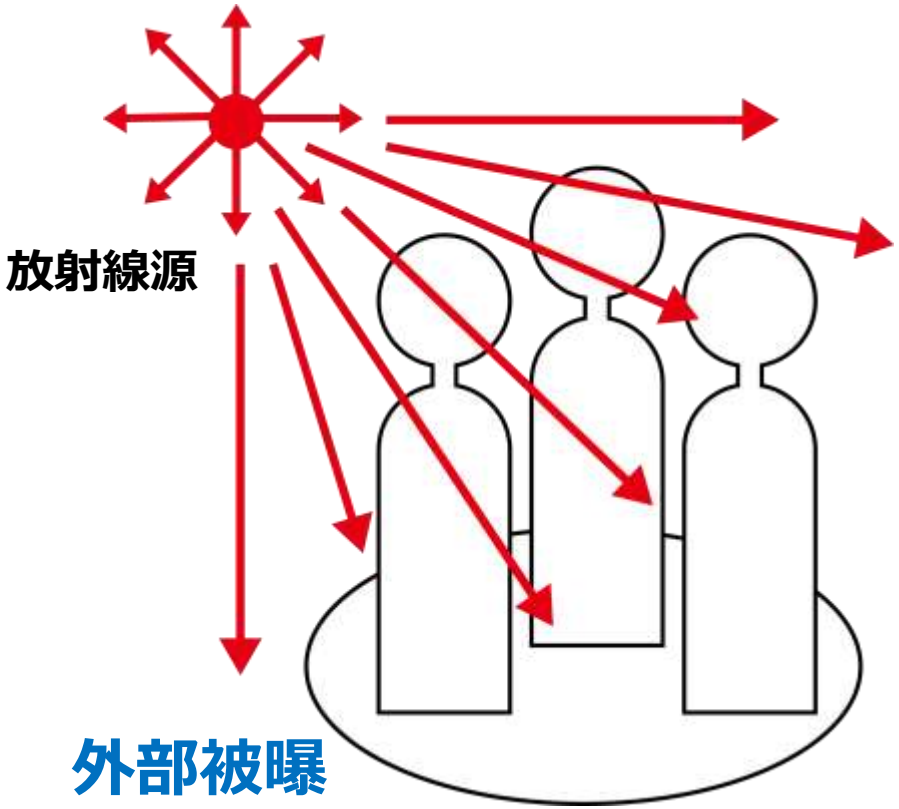
学習会「放射線被曝とはなにか？」

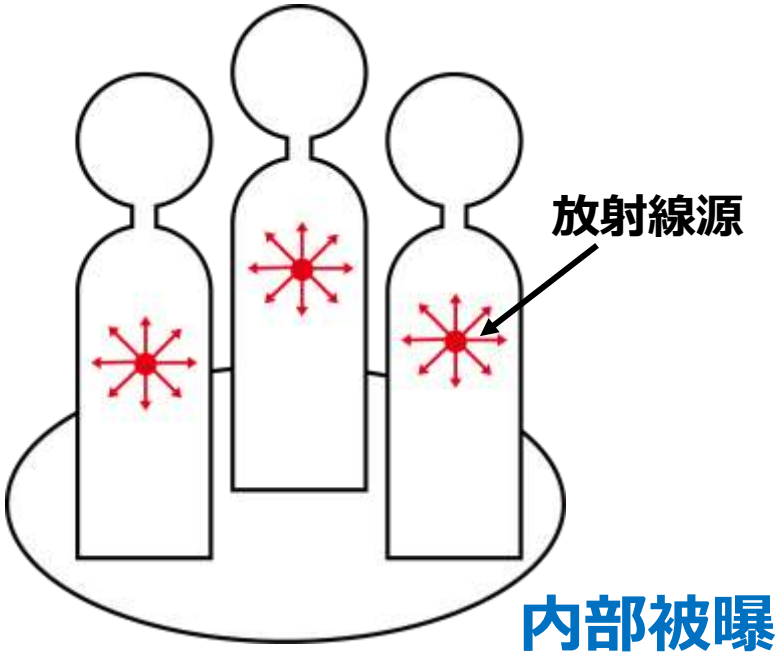
報告３
「外部被曝と内部被曝の違い」

話題提供・報告　網野　沙羅（原告）

１．放射線源が体外か、体内か

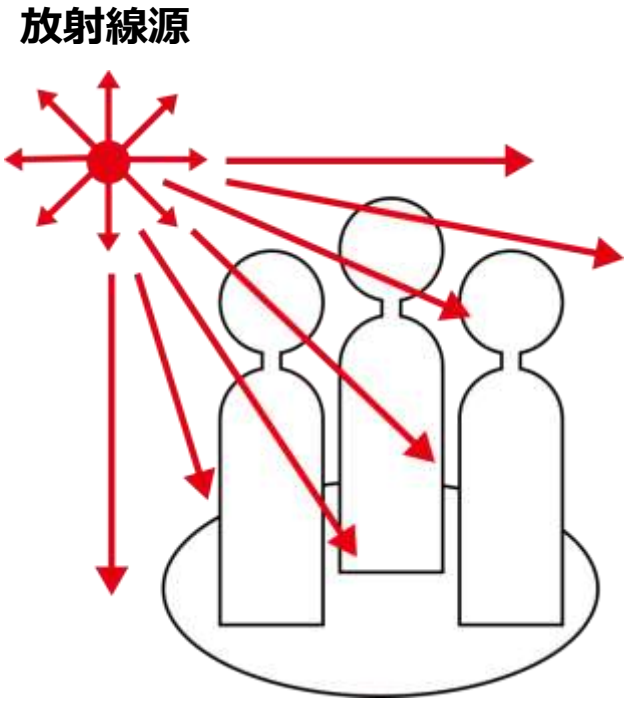
- 放射線源が体外にある・・・外部被曝
- 放射線源が体内にある・・・内部被曝





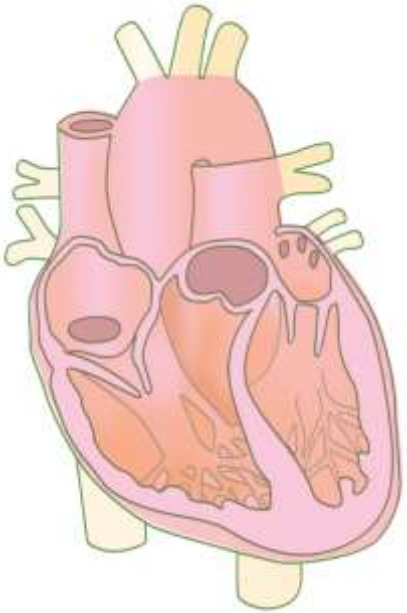
報告３：外部被曝と内部被曝の違い

2．外部被曝の状況



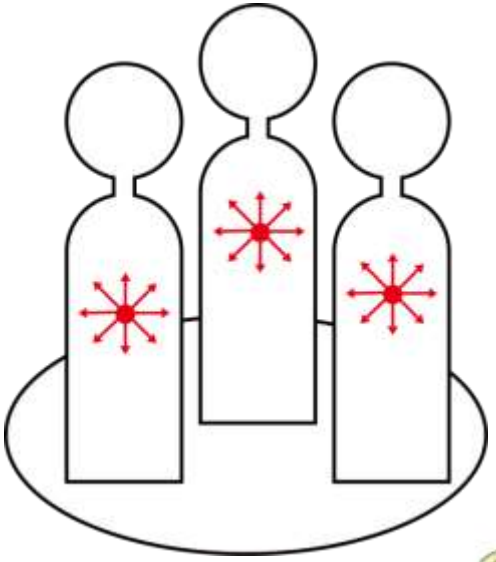
- 外部に放射線源がある、という特徴から平均一様に被曝する、という状況が生まれる。

（例）・レントゲンやCTなどによる医療被曝
・原爆などによる一次高線量被曝



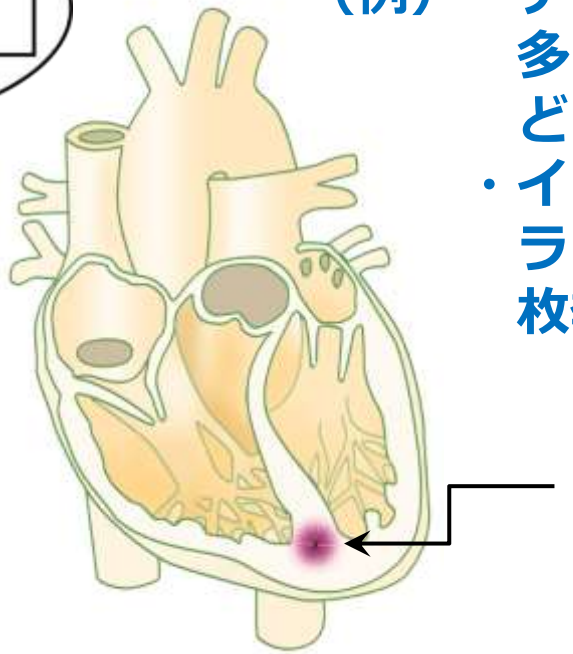
臓器が平均一様に被曝

３．内部被曝の状況



- **内部に放射線源があるという特徴から、平均一様ではなく、スポット的に（点状に）被曝するという状況が生まれる。**

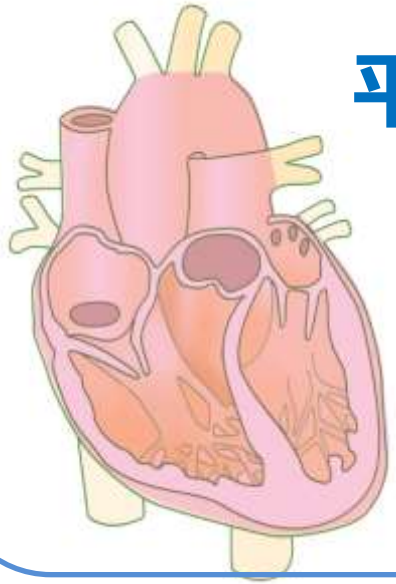
（例）・チェルノブイリや福島原発事故で多く発生しているセシウム137などによる内部被曝
・イラク戦争などで発生した劣化ウラン弾粒子による内部被曝など枚挙にいとまがない



臓器の一点に付着して被曝

４．平均化概念とは

いままでお話してきたことは、常識レベルで誰でもわかる当たり前のことです。ところが『平均化概念』が導入されると、とたんにわけのわからない話となっていきます。



平均化概念とは

「ヒトの全身や臓器・器官・組織などが平均一様に被曝する」という考え方

５．平均化概念のトリック

『平均化概念』は、今世の中で広く使用されている被曝計測単位（Gy・Svなど）にすでにわかちがたく盛り込まれています。

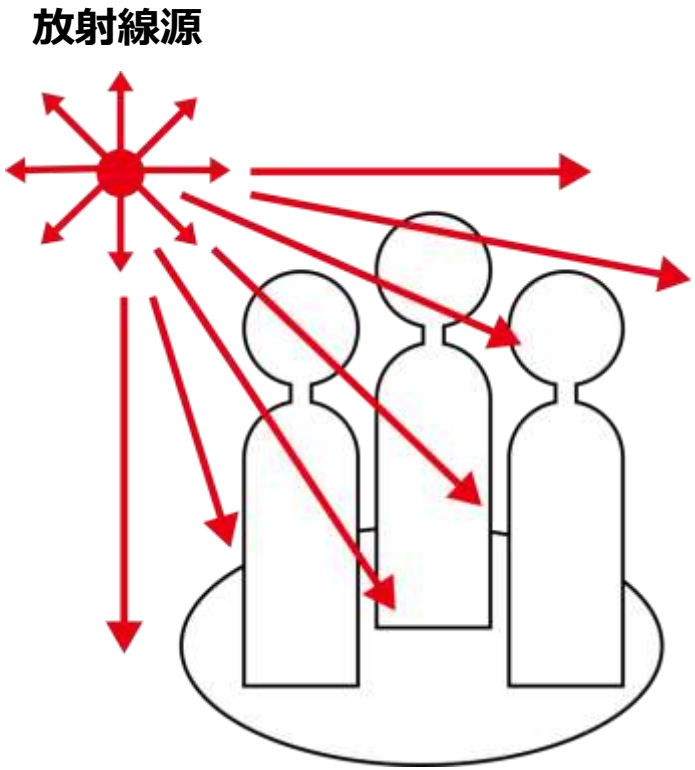
1Gyの定義＝**1kgの物質**が、１J（ジュール）の電離エネルギーを吸収すること

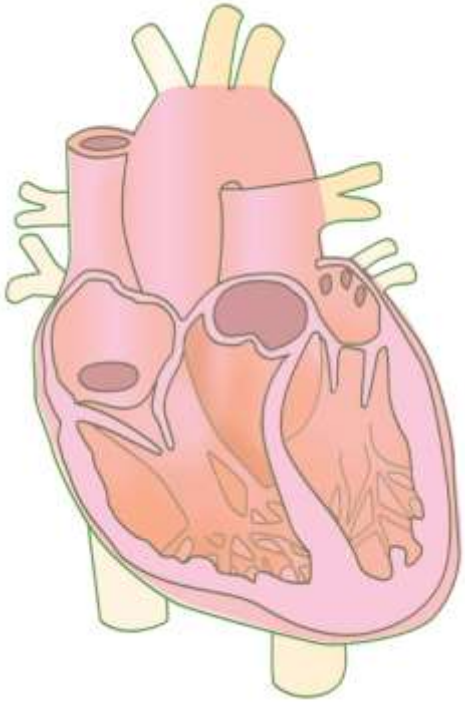
1Svの定義＝放射線荷重係数が１の放射線の電離エネルギーを**1Gy吸収した時の影響度**

Svはヒトが電離放射線のエネルギーを吸収したときの影響度という意味ですが、常に「1kgあたり平均一様」という考え方が隠れています。

６．外部被曝には当てはまる平均化概念

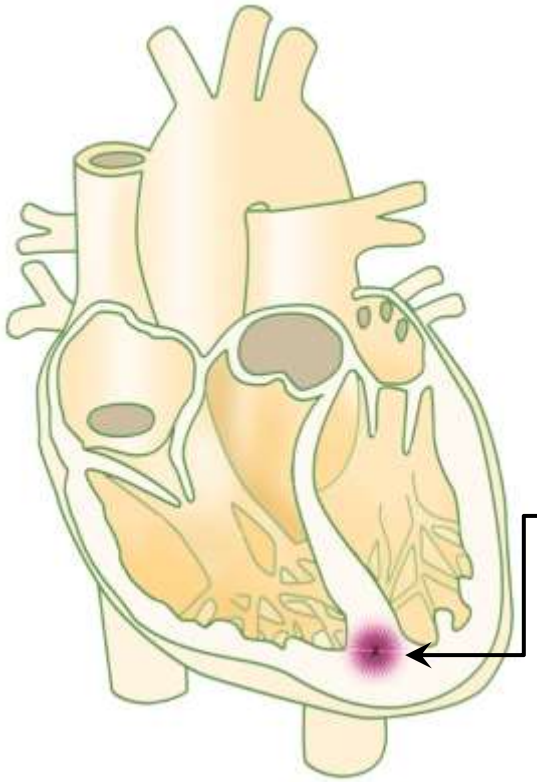
外部被曝には『平均化概念』があてはまることは明らかです。





線源が身体から離れているため、臓器が平均一様に被曝

７．内部被曝には全く当てはまらない平均化概念



内部被曝はスポット的な被曝ですから、臓器・器官・組織が1kgあたり平均一様に被曝する、などということは絶対にありえません。

（例えば成人の心臓の重量は平均300gにすぎません。この300gの心臓が平均一様に被曝するなどということはありえません）

臓器の一点に付着して被曝

ICRPも実はわかっている

ICRP1990年勧告　Pub.60項目番号（18）より抜粋

「将来の発展において、**細胞核あるいはその中にあるDNA分子のような生物学的単位の寸法に相応する微小な体積の物質中における事象の統計学分布に基づいた別種の量を用いる方がよいということが示されるかもしれない。**しかしながら現状では、委員会は巨視的な量の使用を今までどおり勧告する。…」（日本アイソトープ協会訳）

８．外部被曝のメカニズム

①外部から電離放射線照射

②平均一様な被曝

③細胞の原子や分子に電離現象

④低い線量の場合、細胞は自己修復する

⑤細胞が自己修復できなかった場合、突然変異をする（例）細胞の暴走＝がん

⑥細胞が自己修復できなかった場合死滅する

次のスライドへ続く

９．外部被曝のメカニズム

⑦多くの細胞ががん化する、あるいは死滅した場合その臓器・器官・組織は機能不全となる

⑧多くの臓器・器官・組織が機能不全に陥る個体は全身機能不全となり死に至る

（例）東海村JCO臨界事故（次ページ参照）

- 従って、外部被曝では危険な放射線は透過力の大きい（飛程力の大きい）Ｘ線やガンマ線、中性子線となる
- １つの放射線源に対して1回きりの被曝になる。ただし慢性外部被曝環境では、1回きりの被曝が無限に連続して起こる

（例：福島の比較的濃度の高い放射能汚染環境）

１０．外部被曝のメカニズム

（例）東海村JCO臨界事故の高線量外部被曝

東海村臨界事故

被曝したＪＣＯ労働者・篠原理人さん（40歳）の治療経過の写真
（第３回日本臨床救急医学会での公表写真）

篠原さん　９月30日　10月10日　11月10日　12月20日　１月４日

９月30日　臨界事故で顔や両腕に10シーベルトの中性子を浴びて被ばく。
10月10日　外傷はないが紅斑、おうと、下痢、意識障害などがあらわれる。
11月10日　皮膚が次々にはがれ、70%がはがれ落ちる。
12月20日　両前腕部に皮膚移植をおこなう。
１月４日　顔面へも皮膚移植がおこなわれたが、ＤＮＡの損傷で皮膚の再生能力は失われていた。

ガンマ線と中性子線による高線量外部被曝。3人のうち被曝線量の最も多かった人は16～20Gyと推測されています

（資料引用：http://blogs.yahoo.co.jp/saki_happy_life777/40528495.html）

１１．内部被曝のメカニズム

①放射線源を体内に取り込む

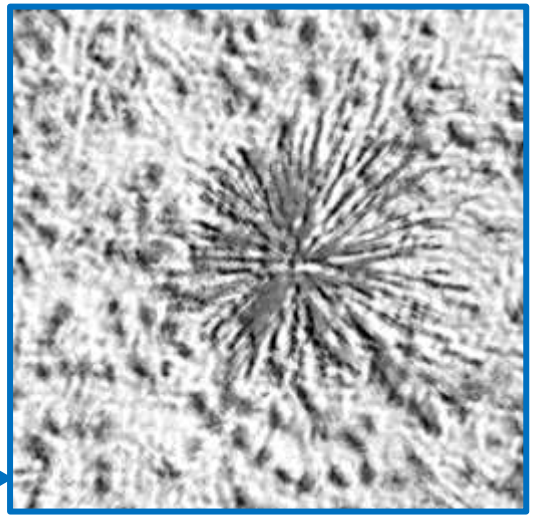
②体内で臓器・器官・組織が点状に被曝する
（ホットスポット的被曝）

③ホットスポットの影響する範囲で細胞を構成する原子や分子が電離現象

④修復できなかった場合は死滅またはがん化する

⑤臓器・器官・組織が機能不全

次のスライドへ続く

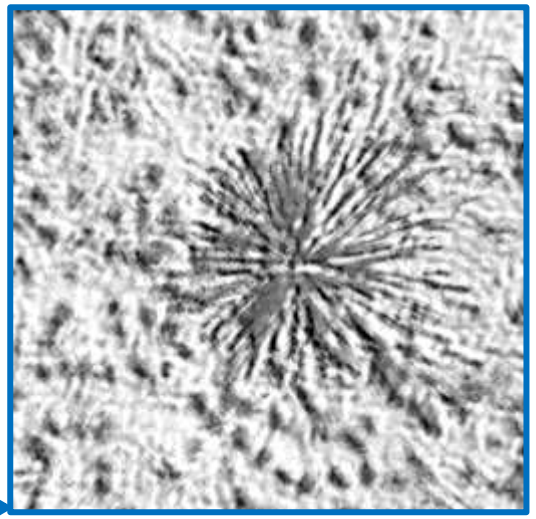


<ホットスポット的被曝>
豚の肺組織に付着した酸化プルトニウムから発せられたアルファ線の飛跡を撮影したもの

１２．内部被曝のメカニズム

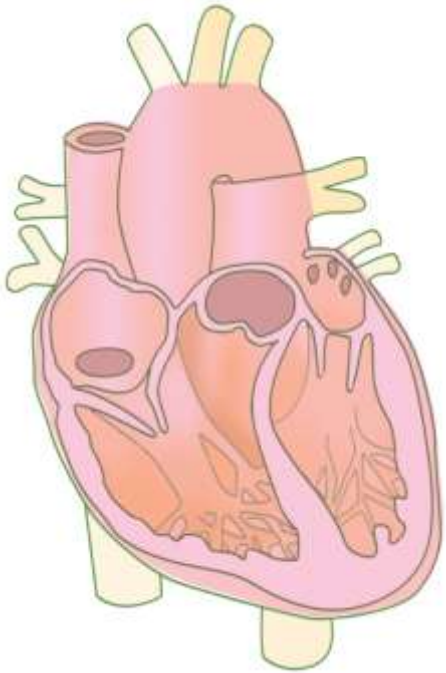
- 内部被曝では放射線源である放射性物質が体外に排出されるまで同一の放射線源から被曝を受け続ける長期慢性被曝とならざるをえない。
  →放射線源から逃げられない。

- 従って内部被曝ではLET（線エネルギー付与）の大きい線種、アルファ線・ベータ線ほど危険になる。



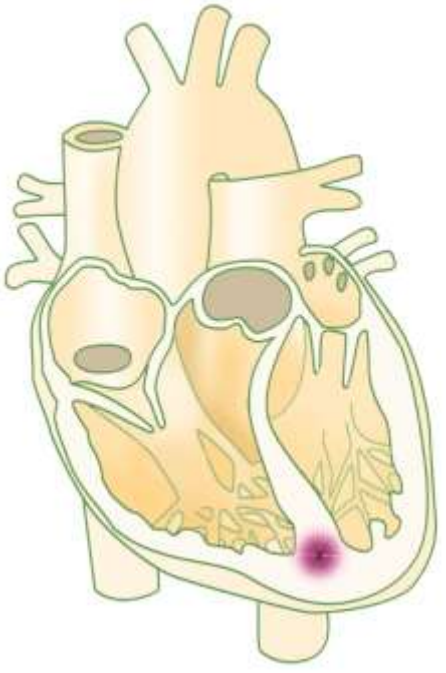
＜ホットスポット的被曝＞
豚の肺組織に付着した酸化プルトニウムから発せられたアルファ線の飛跡を撮影したもの。プルトニウムは不溶性なのでいったん体内で付着すると体外に排出されることはほとんどない（出典：ECRR2003年勧告）

１３．内部被曝はどんなに低線量であっても人体損傷をもたらす危険性がある



外部被曝

- 内部被曝は外部被曝と違って低線量長期慢性被曝とならざるをえない
- 外部被曝の発想で、内部被曝を捉えるのは誤り
- 内部被曝と外部被曝は全く異なるメカニズムで被曝損傷が発生している



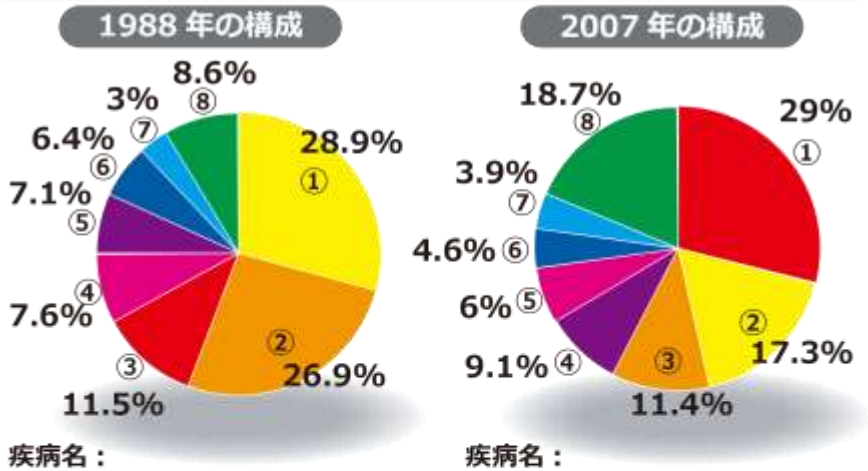
内部被曝

報告３：外部被曝と内部被曝の違い

１４．内部被曝はどんなに低線量であっても人体損傷をもたらす危険性がある

（例）チェルノブイリ原発事故で発生した低線量被曝損傷

成人避難者の非がん性疾患　1988年と2007年



疾病名：

①心血管疾患（心臓と血管の病気）
②呼吸器疾患（上気道、気管・気管支、肺、胸膜など）
③消化器系疾患（食道・胃・十二指腸）など
④神経系及び感覚器官疾患
⑤運動器系（骨や筋肉）系疾患
⑥内分泌系（ホルモンなど）疾患
⑦泌尿生殖器系疾患
⑧その他疾患

疾病名：

①消化器系疾患（食道・胃・十二指腸）など
②心血管疾患（心臓と血管の病気）
③呼吸器疾患（上気道、気管・気管支、肺、胸膜など）
④運動器系（骨や筋肉）系疾患
⑤神経系及び感覚器官疾患
⑥内分泌系（ホルモンなど）疾患
⑦泌尿生殖器系疾患
⑧その他疾患

【参照資料】ウクライナ政府：『チェルノブイリ事故後２５年：未来へ向けての安全』英語PDFテキストp139。なおこのデータは「ウクライナ医科学アカデミー」(AMS)の調査研究が基資料

ウクライナの死亡原因　（2010年）

順位	死亡原因	死亡者数	率	備考
1	冠動脈性心疾患	338,108	49.36%	心筋梗塞、狭心症など
2	脳血管障害	105,724	15.43%	脳軟化症など
3	後天性免疫不全症候群	24,087	3.52%	HIV/AIDS
4	肝臓疾患	23,723	3.46%	
5	その他傷害	16,984	2.48%	
6	肺がん	14,548	2.12%	
7	直腸がん	13,271	1.94%	
8	肺疾患	12,851	1.88%	
9	結核	12,329	1.80%	
10	毒死	11,306	1.65%	
11	胃がん	10,688	1.56%	
12	交通事故死	9,424	1.38%	
13	自殺	9,289	1.36%	
14	乳がん	8,560	1.25%	
15	心臓弁膜症	7,119	1.04%	
16	膵臓がん	4,266	0.62%	
17	暴力事件死	3,723	0.54%	
18	口腔がん	3,663	0.53%	
19	前立腺がん	3,638	0.53%	
20	不慮の墜落死	3,516	0.51%	

【参照資料】World Life ExpectancyのWebサイト。WHOの資料を丹念に分析し資料化している。

１５．例外のカリウム40

- カリウム４０は地表面に残ったが、他の２系列は重いため地中深く沈んで隠れた。
- 生物はカリウム４０が存在することを条件に進化・発展してきた。
- 人類を含めた生物は、カリウム４０を利用あるいは無害化することに成功したと考えられる。
- 事実カリウム４０で被曝損傷が発生したという報告は全く存在しない。
- 国際放射線防護委員会（ICRP）も放射線防護の対象核種から外している。

原発推進勢力の中には、カリウム４０を引き合いに出して「カリウム４０より微量な放射能濃度だからこの程度はたいしたことはない」という宣伝に使われているので、みなさま、ご用心めされ。

3系列の原始放射性核種

◆独立系列

カリウム40（半減期13億年）

◆ウラン系列

ウラン238を親核種とする系列。8回のα壊変と、6回のβ壊変を経て鉛の同位体Pb206に壊変して安定する。

◆トリウム232系列

トリウム232のα崩壊から始まって鉛の安定同位体であるPb208で終わる一連の崩壊系列。ラドン220などはこの崩壊系列から生まれる