

# 放射能と被ばくの基礎知識

ちよぼちよぼ市民連合

田中一郎

(2016年6月20日)

01

## 2. もののなりたちの大きさと学問分野

(親ガメこけたら皆こけた)

### (1) 生物学・医学 (マクロ)

生態系、種・類 (群れ)、生物個体 (体)、臓器・部位

細胞: 細胞膜、細胞核 (DNA=遺伝子)、ミトコンドリア (遺伝子)、ゴルジ体、リボソーム他

ゲノム科学、エピジェネティクス、細胞生理学

分子生物学、生物化学、遺伝学、合成生物学

医学・放射線防護学・がん研究・放射線生物学

### (2) 化学 (ミクロ)

高分子化合物 (たんぱく質他)

有機化合物 (アミノ酸他)

無機化合物 (水素分子、酸素分子)

### (3) 物理学 (超ミクロ)

マクロ物理学はニュートン力学とマクスウェル電磁気学で一応「完成」⇒ アインシュタイン相対性理論へ

量子力学 (確率的随論) と相対性理論は「水と油」: アインシュタインは最後まで量子力学を認めず

原子 (元素): 原子核物理学、物性物理学、地球物理学、宇宙物理学

核物理学: 素粒子: 陽子、中性子、電子、ニュートリノ、中間子他

放射能、放射線、被ばくは「原子核」の問題

03

## 1. 脱原発=脱被ばく=被害者完全救済は三位一体

(1) 原子力安全神話 ⇒ 放射線安全神話・放射能安心神話

(2) 原発との共存 ⇒ 原発過酷事故との共存

(3) 恒常的な低線量被曝 (外部被曝・内部被曝) の危険性

(4) 自然放射能と人工放射能の違いは決定的

放射線は同じだが、放射能は物理的・化学的な性質の違いがある

(5) 放射線被ばくを巡るインチキ学は「生命」に対する冒涇

科学的実証性 (実験や観察・疫学調査など) がない

(6) 原子力の推進=ウソ, 金, 脅し, 権威などを使った権力犯罪

(7) (原爆) 被爆と (放射線) 被曝 (⇒ 字が違う)

02

## 3. 原子と分子

(1) 原子と分子、原子の成り立ち=原子核+電子 (軌道あり)

(2) 原子核=陽子+中性子+中間子・ニュートリノその他

(3) 陽子の数 (原子番号) = 電子の数、違えば「イオン」(電荷)

(4) 中性子と質量数 (例: U235、Pu239、I131、Cs137)

(5) 中性子は電子を放出し陽子へ、陽子は陽電子を放出し中性子へ、  
陽電子+電子=γ線 (電磁波)

04

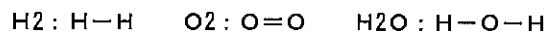
#### 4. 化学反応とはどういうものか (電子の共有結合の七変化)

##### (1) 周期律表

電子が余っている, 足りない ⇒ 化学反応・化学結合=電子が媒介

(2) 原子核の周りを電子が飛び回る, 第1軌道2個, 第2軌道8個

(3) 電子の共有結合



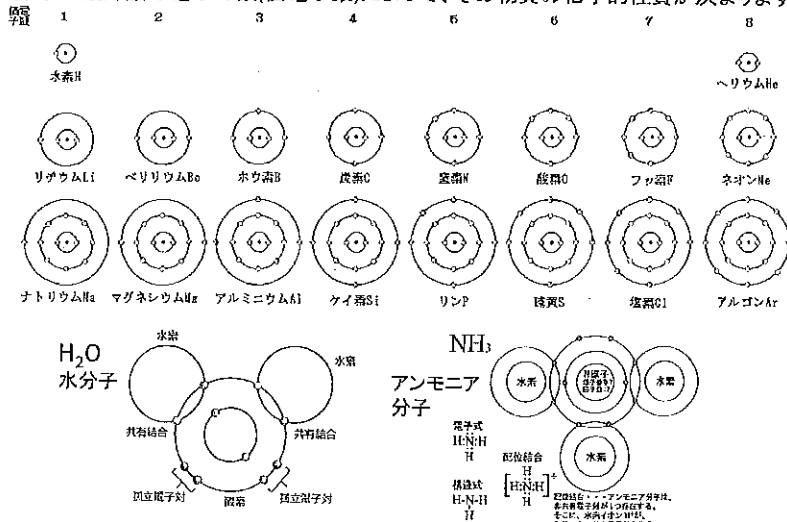
放射能を煮ても焼いてもダメな理由: 「煮る」「焼く」=酸化反応

化学反応と原子核物理学的変化との決定的な違い

トリチウム (三重水素) とはどういうものか・何故除去が困難なのか

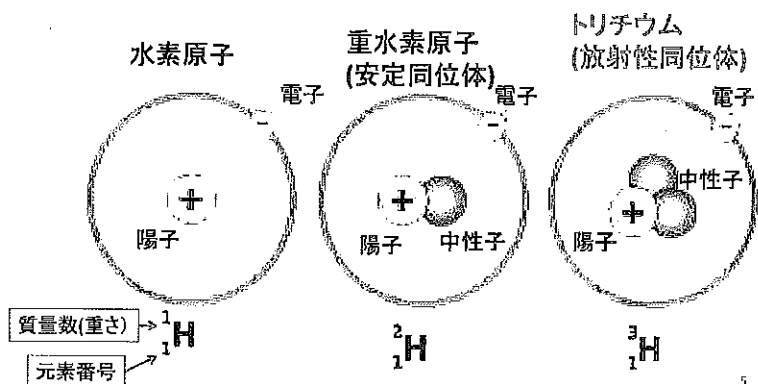
### 原子と電子と分子の関係 (化学の世界)

原子の最外殻の電子の数(価電子数)によって、その物質の化学的性質が決まります。



### 原子の構造

すべての物は、原子からできています。  
 原子は、陽子と中性子のかたまりの原子核とその回りを飛び回っている電子からなっています。



### 5. 放射能・放射線

#### (1) 放射能と放射線

放射能には2つの意味=(1)放射性物質(放射性核種)、(2)放射線を出す能力

自然放射能と人工放射能(同じエネルギーの放射線は自然放射線でも人工放射線でも同じ危険性だが、放射能は自然放射能と人工放射能では決定的に違う)

#### (2) 放射線の種類

アルファ(α)線=ヘリウム原子核, ベータ(β)線=電子線, ガンマ(γ)線=電磁波  
 参考: X線, 紫外線, 赤外線, 携帯電話の電波

#### (2) 原子核崩壊と(物理学的)半減期

参考: 生物学的半減期=半分排泄期間(虚偽概念に近くらい個体差が大、実証性無)

#### (3) 質量数と同位体(アイソトープ) (参考) 原子番号(陽子の数)

ウラン233, 235, 238, 241他,

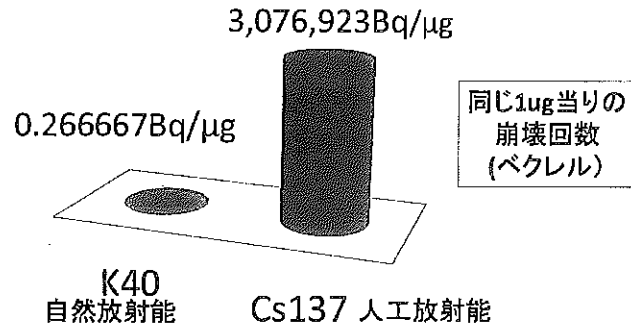
プルトニウム238, 239, 240~244他

ヨウ素129, 131他、セシウム133, 134, 135, 137他

ストロンチウム89, 90他

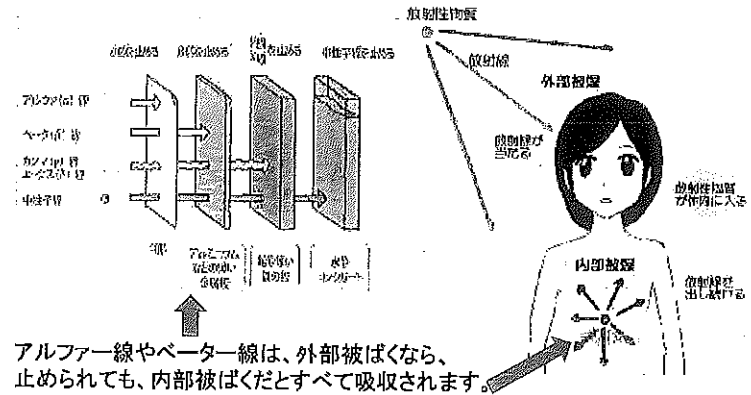
## 自然放射能と人工放射能

放射能では、自然と人工は、大きく異なります。例えば、カリウム40とセシウム137では、化学的性質が似ていると言われますが、同じ1 $\mu$ gの重量でのベクレル数(崩壊の回数)は、1000万倍も異なります。



## 内部被ばくと外部被ばく

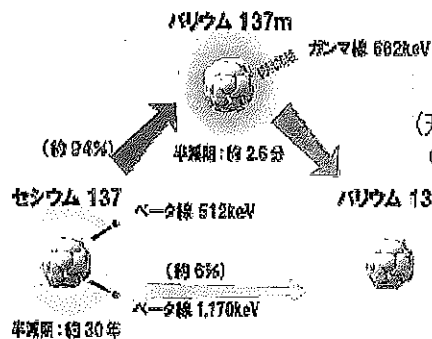
ガンマー線の場合のみは、内部被ばくも外部被ばくも影響は、似ています。しかし、透過力の弱いアルファ線やベータ線は、影響が大きく異なります。



09

10

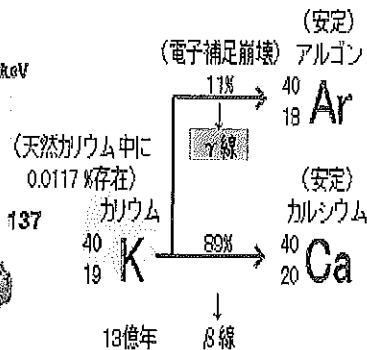
セシウム137は、ベータ線とガンマー線を出して崩壊します



約 94%のセシウム 137 が 1,170keV のベータ線を放射し、直接バリウム 137 に変化します。

セシウム137は、1崩壊で、ベータ線1本、ガンマー線1本を出します。

カリウムの崩壊



カリウム40は、1崩壊で、ベータ線か、ガンマー線か、どちらか1本を出します。

## 6. 様々な放射性物質とその特徴及び危険性 (1)

(物理的特性と化学的生物学特性)

### ● 物理的特性

放出放射線の種類 ( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、X、中性子、陽子他)

エネルギーの大きさ (半減期との関係)

物理学的半減期

存在形態 (粒子状、気体、イオン、化合物・単体、結晶、ホット・パーティクル他)

### ● 化学的生物学特性

体内のどこにどれくらい滞留するか (量・濃縮度、期間)

自然界での滞留場所、食物連鎖と生物濃縮

生物学的半減期

化学物質としての毒性

11

12

福島第一原発から放射した放射性降塵の危険性 第31種・原... 17ページ



HOMF 今般の最新情報 福島の最新情報 福島の最新情報 リンク サイトマップ 外部リンク 外部リンク

【特別】福島第一原発から放射した放射性降塵の危険性 第31種・原... 西・具体的な人体への影響など

Table with 4 columns: 名称, 半減期, 放射能, 主な放射性降塵の性状. Lists various isotopes like Xenon, Cesium, Strontium, and Iodine with their half-lives and radiation types.

### 7. 様々な放射性物質とその特徴及び危険性 (2)

<日本の科学者の誰一人として、福島第1原発事故の環境放出放射能の全てについて、その種類と放出量、特徴・危険性などを説明しない>

- (1) キセノン 133
(2) 放射性ヨウ素 131と129 関連:テルル
(3) 放射性セシウム 133, 134, 135, 137 関連:放射性バリウム
(4) 放射性ストロンチウム 89, 90 関連:イットリウム90
(5) トリチウム
(6) プルトニウム、ウラン 関連:アメリシウム ネプチウム
(7) 放射性銀
(8) 放射性アンチモン
(9) その他いろいろ

Detailed table of radioactive isotopes with columns for name, half-life, radiation type, and biological/chemical characteristics. Includes entries for Strontium, Cesium, Iodine, Xenon, and others.

「AERA」2011.6.27号(朝日新聞出版) 18-19ページ

放射したと思われる降塵31種類とその放出量、経路、発化、物理的・生物学的半減期、具体的な人体への影響など。

原子力安全・保安院が6月6日に公表したデータをもとに作られた資料です。以下リンク先のPDFファイルの13ページを参照しているようです。

### 8. ベクレル (旧:キュリー) とシーベルト (旧:レム)

- ベクレル (出す側) =放射能の量... 一応信用できる
1ベクレルとは、1秒間に1つの原子核が崩壊して放射線を放つ放射能の量である。
ベクレル (英語: becquerel、記号: Bq) とは、放射性物質が1秒間に崩壊する原子の個数 (放射能) を表す単位である。たとえば、ある放射性物質について8秒間に原子が370個だけ崩壊するのであれば、その放射性物質の放射能の量は46.25ベクレル (Bq) である。
(放射性セシウムや放射性ストロンチウム等で注意すべきこと: 娘核種の危険性)
1キュリー=3.7 x 10^10ベクレル
● シーベルト (受ける側) =放射線被曝の影響度合い... 全く信用できない
シーベルト (Sv) =グレイ (吸収エネルギー: カロリー) x放射線荷重係数 x組織荷重係数
1シーベルト=100レム => 1レム=10ミリシーベルト、100ミリレム=1ミリシーベルト
1グレイ (Gy: gray) =100ラド (rad)
● 実効線量 (換算) 係数 ベクレル => シーベルトへの換算 (内部被曝)
(一般公衆で50年間、子どもでは摂取した年齢から70歳までの総被曝線量)
● レントゲン (飛行中: X, γ) =放射線がどれくらい空中で電離作用を持つか

## 9. 放射線被曝（1）＝原理的に考えることが大事＝危険性は明白

放射線被曝とは、放射能（放射性物質）が出す放射線を浴びること、身に受けること、当たること  
外部被曝と内部被曝は決定的に違う＝過去の歴史は内部被曝を過小評価してきた歴史

放射線の猛烈なエネルギーが、生物の体の分子の結合を破壊＝体がめっちゃくちゃになる

（細胞の分子結合のエネルギー＝100とすると、放射線のエネルギーは1万～100万以上）

ものすごく小さな世界で起きるので人間の五感で感じないだけ（感じるようなら即死、でも累積していくと致命的となる（自覚症状が出ると手遅れ）、治療方法はない）

被ばくで体がめっちゃくちゃにされる時の「され方」によっては、ほんの少しでも危ない

生物には修復能力がある ⇒ どこか、いつ、どのように、被ばくでやられるか（幹細胞、細胞周期）

被ばくの健康被害は遺伝的障害を伴うことがある（遺伝子、エピジェネティクス、隔世遺伝他）

被ばくの被害は個体差が大 ⇒ 安全基準は最も弱い人に基準を置け

（今は平均値、しかも科学的な実証的根拠なし：生物学的半減期、実効線量（換算）計数、飲食品

の放射能残留規制値、各種規制値（1mSv/年、5.2mSv/年、20mSv/年等）

確定的影響（脱毛、吐き気、下痢、炎症、死亡など）と確率的影響（がん/白血病）という言葉はまやかし

17

## 11. 内部被曝の2大原因：呼吸と飲食（1）

### ● ここが問題：放射能汚染地域産の食品（福島県産に限らず）

\* きちんとした調査・検査をいつまでたってもしようしないこと＝そもそも、調査・検査されている品目数や品物の絶対数が少なすぎる（飲食品のホット・スポットあり）

\* そのための検査体制も貧弱なまま、かつ利益相反のままであること

\* 残留放射能規制値が依然として高いこと（放射能汚染ゴミ並みの水準、規制値を継続的に摂取すると体内蓄積が危険水準となる、年齢や性別の違い無視）

\* 放射能汚染物が除去されることが確実とは言えないこと（放射能汚染物は汚染されていないものと混ぜて規制値を下回ればいい、とする誤った考え方を行政が否定していないどころか推奨している：栽培土、肥料、飼料、飲食品等）

\* 放射性セシウム以外を無視していること（特に放射性ストロンチウムが危険）

\* 子どもや妊婦の被ばくを防護しないどころか「安全安心キャンペーン」の道具にしている

\* 生産者の作業被ばく（外部被曝及び呼吸被曝）を考慮しないこと

19

## 10. 放射線被曝（2）：被ばくの直感的説明

（1）放射線被曝＝猛烈な勢いで飛んでくる硬球ボールを顔面で受け止める

（2）外部被曝：暖炉にあたって暖を取る  
原爆、レントゲン・CTスキャン、航空機被曝他  
全身・全面、避けられる（遠ざかる）

（3）内部被曝：暖炉の焼けた炭を飲み込む  
呼吸被曝、飲食による内部被曝、傷口からの（放射能の）侵入  
局所的、集中的、継続的、避けられない（放射能は体の中）  
原爆の黒い雨、原発排出放射能（トリチウムなど）、原発事故、核実験の降下物他）

（4）放射線被曝が、どれだけ、どのように危険なのかの科学的実証的な証明・説明は、推進側・加害者側の責任（⇒ 往々にして「証明・説明責任」が逆転した議論が押し付けられる）  
○推進側・加害者側が放射能や被ばくが、どれだけ安全であることを証明する  
×市民側・被害者側が放射能や被ばくが、どれだけ危険であることを証明する  
<恒常的な低線量被曝（外部被曝・内部被曝）は危険です>

18

## 12. 内部被曝の2大原因：呼吸と飲食（2）

### ● 放射能汚染地域産の食品について、私が問題にしているのは（続き）

\* ウソをついて「安全安心キャンペーン」「福島復興キャンペーン」、その本当のねらいは福島第1原発事故の賠償・補償負担軽減と責任あいまい化（一億総被ばく＝共同責任化）

\* 汚染物を買って食べるのが福島への支援だと勘違いしている人が少なくない

\* 食べものへの警戒があまりになさすぎることに：「食べて応援・買って支援」

（5大危険物：①キノコ・山菜・たけのこ・レンコン、②川魚・野生動物の肉、③家畜の内臓・骨類、④東日本産の海産物・魚、⑤乾燥品（干し柿など））

（コメよりも麦・大豆・ソバ・イモなどの方が危ない、クリや梅、クルミ、柿や柑橘類も注意）

\* 食べものの周辺も危ない（食器、栽培土、花木（+農薬）、木材製品/薪/炭、皮革、肥料、飼料、タバコ他）

### ● 呼吸被曝：一次被曝、二次被曝（ほこり土などが舞い上がる）

\* 日干し大根、Tシャツや帽子・髪の毛の汚染、運動会やお祭りやランニング・マラソン

\* α核種が極めて危険（プルトニウムやウランなど）

\* ホット・パーティクル（セシウム・ポー）とその大きさ（ナノ物質は危険：注）

注：メートル、センチ、ミリ、マイクロ、ナノ、ピコ

20

# 食品中の放射性物質の 対策と現状について

厚生労働省 医薬・生活衛生局  
生活衛生・食品安全部

## 食品中の放射性物質に関する基準値の設定 (1)

- 暫定規制値に適合している食品は、健康への影響はないと一般的に評価され、安全は確保されていたが、  
より一層、食品の安全と安心を確保する観点から、暫定規制値で許容していた年間線量5ミリシーベルトから年間1ミリシーベルトに基づく基準値に引き下げた。

### ○放射性セシウムの暫定規制値※1 ○放射性セシウムの現行基準値※2

食品群	規制値
飲料水	200
牛乳・乳製品	200
野菜類	500
穀類	
肉・卵・魚・その他	

※1 放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定



食品群	基準値
飲料水	10
牛乳	50
一般食品	100
乳児用食品	50

※2 放射性ストロンチウム、プルトニウム等を含めて基準値を設定

## 参考：規制対象とする放射性核種の考え方について①

### ●規制の対象とする核種

規制の対象は、福島原発事故により放出した放射性核種のうち、原子力安全・保安院がその放出量の試算値リストに掲載した核種で、半減期1年以上の放射性核種全体（セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106）とする。

※半減期が短く、既に検出が認められない放射性ヨウ素や、原発敷地内においても天然の存在レベルと変化のないウランについては、基準値は設定しない。

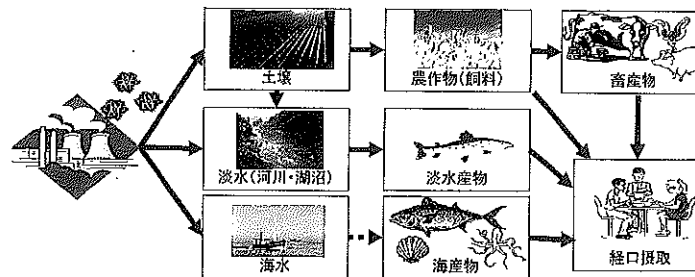
規制対象核種	(物理的)半減期
セシウム134	2.1年
セシウム137	30年
ストロンチウム90	29年
プルトニウム	14年～
ルテニウム106	374日

## 参考：規制対象とする放射性核種の考え方について②

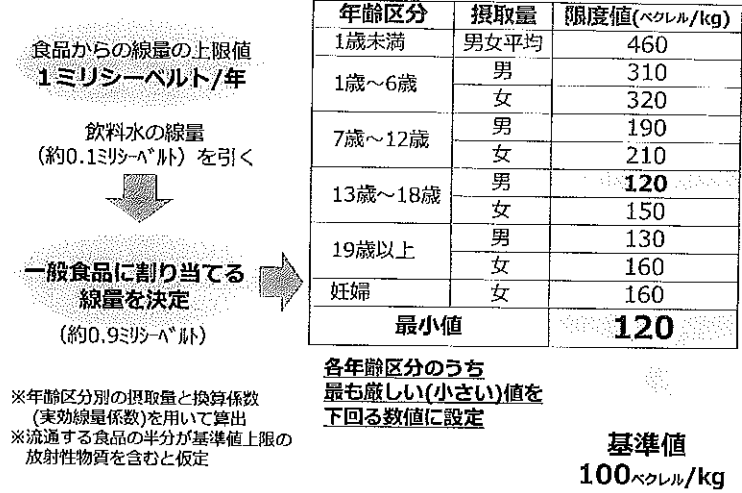
### ●規制値設定の考え方

放射性セシウム以外の核種（ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106）は、測定に時間がかかるため、移行経路ごとに各放射性核種の移行濃度を解析し、産物・年齢区分に応じた放射性セシウムの寄与率を算出し、合計して1mSvを超えないように放射性セシウムの基準値を設定する。

※放射性セシウム以外の核種の線量は、例えば19歳以上で約12%。



## 食品中の放射性物質に関する基準値の設定 (4)



[http://blog-imgs-43-origin.fc2.com/p/t/o/protectchildren311/Cs137\\_1000days.jpg](http://blog-imgs-43-origin.fc2.com/p/t/o/protectchildren311/Cs137_1000days.jpg) 1/1 ページ

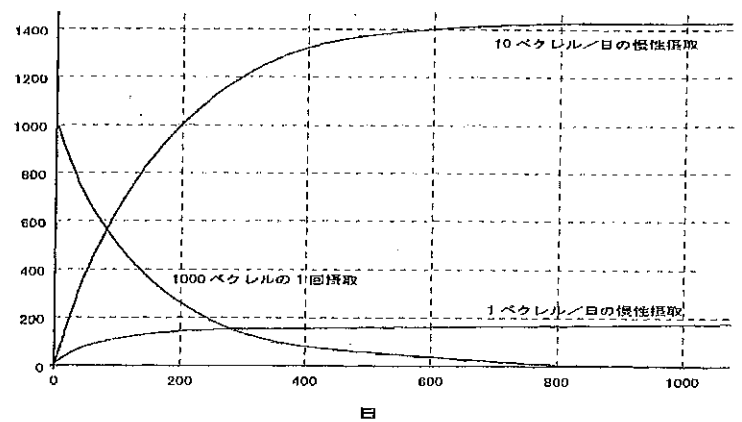


図 2.2. 1000 ベクレルのセシウム 137 を一度に摂取した場合、および 1 ベクレル および 10 ベクレルのセシウム 137 をそれぞれ 1000 日間毎日摂取した場合の全身放射能 (ベクレル) の推移 (1000 日間)

## 「牛乳」の範囲及び「乳児用食品」「牛乳」の基準値について

### 「牛乳」の区分に含める食品

「牛乳」に含める食品は、乳及び乳飲料とする。  
乳飲料は、乳等を主原料とした飲料であり、消費者から牛乳や加工乳等と同類の商品と認識されているものを含むため。



- 「乳児用食品」及び「牛乳」については、子どもへの配慮の観点で設ける食品区分であるため、万が一、流通する食品が基準値上限の量の放射性物質を含んでいたとしても影響のない値を基準値とする。
- 新たな基準値における一般食品の100 Bq/kgの半分である **50 Bq/kg**を基準値とする。

## 13. 原子カムラと国際原子カムフィア

### ●原子カムラ (政官財・学・マスコミ)

原子炉工学, 核化学, 原子核物理, 放射線影響学, 放射線生物学, 放射線医学他  
原子力産業 (日立、東芝、三菱重工、日本製鋼、ゼネコン)・電力・その他関連産業  
政治家, 官僚, 財界・産業界、学者・医師, マスゴミ

### ●国際原子カムフィア

国際原子力機関 (IAEA)  
国際放射線防護委員会 (ICRP)  
(原子放射線の影響に関する) 国連科学委員会 (UNSCEAR: アンスケア)

国際原子力機関 (IAEA) はWHO (世界保健機関) と協定・支配下へ (1959)

## 1.4. 最後に

(1) 21世紀は「環境の世紀」

(2) 21世紀の地球と人類を襲う5つの「破滅的危機」

- ① 2つの核（原子核）
- ② 2つの核（細胞核）（バイオテクノロジーとバイオハザード）
- ③ 化学物質・危険金属・ナノ等物質の氾濫（環境ホルモン（内分泌・神経系かく乱）、ナノテク、農薬、肥料、食品添加物、洗剤、容器、塗料、プラスチック、樹脂、その他工業品等）、（化学物質+放射能+ナノのトリプル効果）
- ④ CO2大量排出（酸性化：地球温暖化は怪しい）
- ⑤ 地球環境及び資源の破壊（特に熱帯雨林と北極海・南極海・深海を含む海洋）

(6) 原子力翼賛社会（＝被ばく「押し付け」社会）

（誰のための社会なのか？）

翼賛とは（力を添えて助けること：広辞苑）

「非国民」へのバッシング（被ばく同調化圧力、集団的ヒステリー現象）

被害者への自己責任の押し付け＝加害者責任の不問と無罪放免

単純化、情緒的、不安と他者依存と主体性の放棄

恐ろしいほどの「情報管理社会」

隠蔽・歪曲・矮小化

分断と恐怖

被害者切捨て

地獄の沙汰もカネ次第

<日本社会の伝統的な特質>

1. 上に向かっての「頂点盲従主義」
2. 横に向かっての「強い同調圧力」
3. 下に向かっての「無責任の連鎖」

28

(3) 癒着融合した支配権力・巨大資本による「科学の包摂」

⇒ 科学の似非科学化、科学者の似非科学者化、大学が御用組織になり、市民科学と対立・対決（この決着の仕方次第で人類滅亡へ）

(4) 安全性と立証責任（誰が何を立証する義務があるのか）

食の安全や放射線被曝の危険性の例

(5) 原子力推進と「言葉」＝大日本帝国軍隊と同じ

原子炉建屋の水素爆発＝爆破弁（有富正憲（東工大）、関村直人（東大））

爆発的事象、異常な過渡変化・過渡現象（「事故」と言わない）、

仮想事故＝過酷事故

原子力発電環境整備機構＝放射性廃棄物処理機構

余裕深度処分場＝中レベル放射性廃棄物：深度 50～100m

核燃料サイクル、原子力発電環境整備機構（NUMO）

29

福島県60小中学校周辺  
放射性物質土壌汚染調査

8割の学校で18歳未満立入り禁止の数値が出た!

土壌汚染規制値を超過、内部被ばくへの懸念が通学路でも

調査対象校	調査対象地	規制値	測定値	規制値超過
福島県立第一中学校	福島県立第一中学校	10000 Bq/kg	11000 Bq/kg	超過
福島県立第二中学校	福島県立第二中学校	10000 Bq/kg	10500 Bq/kg	超過
福島県立第三中学校	福島県立第三中学校	10000 Bq/kg	10200 Bq/kg	超過
福島県立第四中学校	福島県立第四中学校	10000 Bq/kg	10100 Bq/kg	超過
福島県立第五中学校	福島県立第五中学校	10000 Bq/kg	10000 Bq/kg	超過
福島県立第六中学校	福島県立第六中学校	10000 Bq/kg	9800 Bq/kg	超過
福島県立第七中学校	福島県立第七中学校	10000 Bq/kg	9500 Bq/kg	超過
福島県立第八中学校	福島県立第八中学校	10000 Bq/kg	9200 Bq/kg	超過
福島県立第九中学校	福島県立第九中学校	10000 Bq/kg	9000 Bq/kg	超過
福島県立第十中学校	福島県立第十中学校	10000 Bq/kg	8800 Bq/kg	超過
福島県立第十一中学校	福島県立第十一中学校	10000 Bq/kg	8500 Bq/kg	超過
福島県立第十二中学校	福島県立第十二中学校	10000 Bq/kg	8200 Bq/kg	超過
福島県立第十三中学校	福島県立第十三中学校	10000 Bq/kg	8000 Bq/kg	超過
福島県立第十四中学校	福島県立第十四中学校	10000 Bq/kg	7800 Bq/kg	超過
福島県立第十五中学校	福島県立第十五中学校	10000 Bq/kg	7500 Bq/kg	超過
福島県立第十六中学校	福島県立第十六中学校	10000 Bq/kg	7200 Bq/kg	超過
福島県立第十七中学校	福島県立第十七中学校	10000 Bq/kg	7000 Bq/kg	超過
福島県立第十八中学校	福島県立第十八中学校	10000 Bq/kg	6800 Bq/kg	超過
福島県立第十九中学校	福島県立第十九中学校	10000 Bq/kg	6500 Bq/kg	超過
福島県立第二十中学校	福島県立第二十中学校	10000 Bq/kg	6200 Bq/kg	超過
福島県立第二十一中学校	福島県立第二十一中学校	10000 Bq/kg	6000 Bq/kg	超過
福島県立第二十二中学校	福島県立第二十二中学校	10000 Bq/kg	5800 Bq/kg	超過
福島県立第二十三中学校	福島県立第二十三中学校	10000 Bq/kg	5500 Bq/kg	超過
福島県立第二十四中学校	福島県立第二十四中学校	10000 Bq/kg	5200 Bq/kg	超過
福島県立第二十五中学校	福島県立第二十五中学校	10000 Bq/kg	5000 Bq/kg	超過
福島県立第二十六中学校	福島県立第二十六中学校	10000 Bq/kg	4800 Bq/kg	超過
福島県立第二十七中学校	福島県立第二十七中学校	10000 Bq/kg	4500 Bq/kg	超過
福島県立第二十八中学校	福島県立第二十八中学校	10000 Bq/kg	4200 Bq/kg	超過
福島県立第二十九中学校	福島県立第二十九中学校	10000 Bq/kg	4000 Bq/kg	超過
福島県立第三十中学校	福島県立第三十中学校	10000 Bq/kg	3800 Bq/kg	超過
福島県立第三十一中学校	福島県立第三十一中学校	10000 Bq/kg	3500 Bq/kg	超過
福島県立第三十二中学校	福島県立第三十二中学校	10000 Bq/kg	3200 Bq/kg	超過
福島県立第三十三中学校	福島県立第三十三中学校	10000 Bq/kg	3000 Bq/kg	超過
福島県立第三十四中学校	福島県立第三十四中学校	10000 Bq/kg	2800 Bq/kg	超過
福島県立第三十五中学校	福島県立第三十五中学校	10000 Bq/kg	2500 Bq/kg	超過
福島県立第三十六中学校	福島県立第三十六中学校	10000 Bq/kg	2200 Bq/kg	超過
福島県立第三十七中学校	福島県立第三十七中学校	10000 Bq/kg	2000 Bq/kg	超過
福島県立第三十八中学校	福島県立第三十八中学校	10000 Bq/kg	1800 Bq/kg	超過
福島県立第三十九中学校	福島県立第三十九中学校	10000 Bq/kg	1500 Bq/kg	超過
福島県立第四十中学校	福島県立第四十中学校	10000 Bq/kg	1200 Bq/kg	超過
福島県立第四十一中学校	福島県立第四十一中学校	10000 Bq/kg	1000 Bq/kg	超過
福島県立第四十二中学校	福島県立第四十二中学校	10000 Bq/kg	800 Bq/kg	超過
福島県立第四十三中学校	福島県立第四十三中学校	10000 Bq/kg	600 Bq/kg	超過
福島県立第四十四中学校	福島県立第四十四中学校	10000 Bq/kg	400 Bq/kg	超過
福島県立第四十五中学校	福島県立第四十五中学校	10000 Bq/kg	200 Bq/kg	超過
福島県立第四十六中学校	福島県立第四十六中学校	10000 Bq/kg	100 Bq/kg	超過
福島県立第四十七中学校	福島県立第四十七中学校	10000 Bq/kg	50 Bq/kg	超過
福島県立第四十八中学校	福島県立第四十八中学校	10000 Bq/kg	20 Bq/kg	超過
福島県立第四十九中学校	福島県立第四十九中学校	10000 Bq/kg	10 Bq/kg	超過
福島県立第五十中学校	福島県立第五十中学校	10000 Bq/kg	5 Bq/kg	超過

30

31



(補足) 質量 (m) と力 (F) とエネルギー (E)

力 (ニュートンの法則)

$$F = m\alpha \quad F \text{ (力)} = m \text{ (質量)} \times \alpha \text{ (加速度: ガル)}$$

エネルギー (力のみならず、エネルギー保存の法則)

$$\text{運動エネルギー} = 1/2 mV^2 \text{ (2乗)}$$

位置エネルギー

熱量 (カロリー, ジュール)

アインシュタインの相対性理論 (原子核のエネルギーの巨大さ)

$$E = mc^2 \quad \text{エネルギー (E)} = \text{質量 (m)} \times \text{光速 (c) の 2乗} \quad \text{光速} = 30 \text{ 万 km 毎秒}$$



周期律表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a	16a	17a	18a	
1	H																	He	
2	Li	Be												B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg												Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg								

ランタノイド	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
アクチノイド	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

まずいろいろな線量の数値を見ておこう

年間線量	日本における通常線量	チェルノブイリ事故の通常線量
測定方法	内臓線量は算入せず、1日5時間以内で、16時間以内 (放射線計測器以外の4割と推定) であるものと推定	外部線量+内臓線量 (8.4として算入)、つまり総線量 6mSv/年未満、実際の線量線量は 5mSv/年未満 → 日本の線量のおよ4分の1以下
0.5~1mSv	測定なし	外部線量に測定、住民の健康モニタリングを実施

まとめ1: 放射線の直接的影響

- DNA鎖の損傷による発がん (イニシエーション → プロモーション → プログレッション → 悪性変化)
- 遺伝的影響 (奇形、遺伝子損傷)
- 「ぶらぶら病」(ミトコンドリア障害) → 慢性疲労症状
- 造血系障害 (免疫低下、好中球など白血球減少)
- 細胞膜とそこにあるチャンネルなどの損傷

## ネプツニウム系列

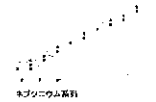
出典:フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』

ネプツニウム系列(むかごに5を付け加え、英: Neptunium series)は、ネプツニウム237からウラン235までの放射性崩壊の系列である。ネプツニウム系列に属する放射性の質量数は4n+3とすると4+1で奇数となるので奇数列とも呼ばれる。例外的であるネプツニウム237の半減期が200万年程度しかなく子核生成の半減期はそれよりも短い。ネプツニウム系列100の同位体は最終安定核の比質量238.02891565を帯びて、ほとんど既知していない。そのため、自然界で検出できないものの同位体高率に対して発見が遅れ、「ミッシング・リンク」と呼ばれていたが、1947年にプルトニウム241を親核とする同位体系列が発見された。図例に自然崩壊に関しては、ウラン238の中核から生成するネプツニウム237が母核崩壊の別の別経路としてしばしば見られるため、わずかながら自然崩壊に起因しても確認されている。

### 崩壊系列表

下表ではネプツニウム237の崩壊経路に当たる同位体数も書かれている(プルトニウム241から始まっている)。

核種	崩壊モード	半減期	(DE/MαV)換算値
<sup>237</sup> Np	$\alpha$	2.147E7年	0.021
<sup>233</sup> Pa	$\beta^-$	43.2日	0.515
<sup>233</sup> Th	$\alpha$	1.5E4年	0.563
<sup>229</sup> Pa	$\beta^-$	5.7E3日	0.510
<sup>229</sup> Th	$\alpha$	2.644E7年	0.553
<sup>225</sup> Pa	$\beta^-$	21.8E7日	0.571
<sup>225</sup> Th	$\alpha$	1.692E7年	0.609
<sup>223</sup> Th	$\alpha$	7.2E6年	0.769
<sup>223</sup> Pa	$\beta^-$	14.9日	0.357
<sup>223</sup> Ac	$\alpha$	10.0日	0.585
<sup>219</sup> Fr	$\alpha$	99.5s	0.458
<sup>219</sup> Ra	$\beta^-$	0.1s	0.312
<sup>219</sup> Rn	$\alpha$	5.80秒	0.458
<sup>215</sup> At	$\alpha$	5E-9年	2.502
<sup>215</sup> Po	$\beta^-$	0.015s	0.269
<sup>215</sup> Pb	$\alpha$	0.34E-7秒	7.8E9
<sup>211</sup> Pb	$\beta^-$	9.2E-7年	1.420
<sup>211</sup> Bi	$\alpha$	2.0E-4年	5.82
<sup>211</sup> Po	$\alpha$	4.2E-7秒	8.57
<sup>207</sup> Tl	$\beta^-$	2.20分	3.660
<sup>207</sup> Pb	$\beta^-$	3.25E7年	0.644
<sup>203</sup> Pb	$\alpha$	1.8E10年	2.137E3
<sup>203</sup> Tl	-	安定	-



ネプツニウム系列

## まとめ2：間接的影響——活性酸素・フリーラジカルによる酸化ストレスが関与する主な疾患

病位	フリーラジカルによる主な疾患
脳	自内血、ミトコンドリア、運動異常性
呼吸器	気管炎、肉芽腫、虫咬病
肝	肝硬変、アルコール性肝炎、パーキンソン病、認知症
心臓	心筋梗塞、心不全
骨	骨気腫、骨質減少
消化器	避食性食道炎、胃潰瘍、炎症性腸炎
肝臓	アルコール性肝硬変、非アルコール性脂肪性肝炎、脂肪肝
腎臓	腎不全、糸球体腎炎
血管系	閉塞性動脈硬化症、動脈硬化
免疫系	関節リウマチ、膠原病、自己免疫疾患

出典：市川純一（元京都市立医科大学教授）監修『酸化ストレスの医学第2版』朝倉書店（2014年）などより抄録

## まとめ3：放射線によるイオンチャンネル系の障害の影響はきわめて広い範囲に及ぶ

- ・ 心臓(とくに収縮を制御する電気刺激とその伝達)
- ・ 神経系(とくに神経情報の伝達)
- ・ 脳の精神活動(とくに脳内の情報伝達)
- ・ 感覚器官(とくに聴覚、めまい、失明)
- ・ 骨格筋(とくに運動や歩行の困難)
- ・ 平滑筋のある内臓や血管
- ・ 内分泌系(とくに甲状腺など)
- ・ 泌尿器系(とくに膀胱・腎臓など)
- ・ 乳腺
- ・ 水晶体

大山敬昭氏のブログから

- 一（いち）
- 十（じゅう）
- 百（ひゃく）
- 千（せん）
- 万（まん）
- 億（おく）
- 兆（ちょう）
- 京（けい）
- 垓（がい）
- 秭（し）
- 穰（じょう）
- 溝（こう）
- 澗（かん）
- 正（せい）
- 載（さい）
- 極（ごく）・・・