

内部被爆について

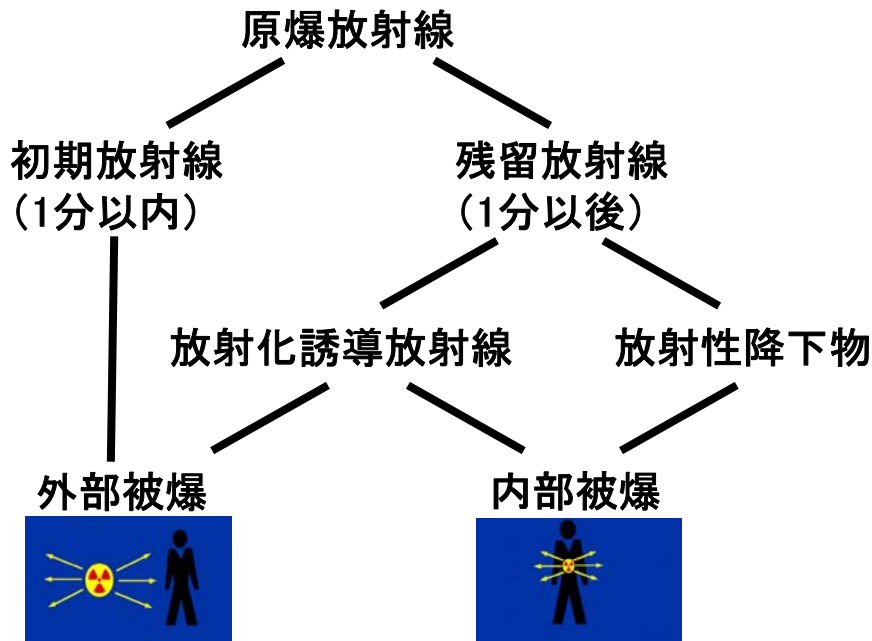
I. 総論

- A. 内部被爆の経路
- B. 体内分布
- C. 代謝
- D. 内部被爆測定

II. 長崎・広島での内部被爆

III. チェルノブイリでの被爆状況

I. 総論



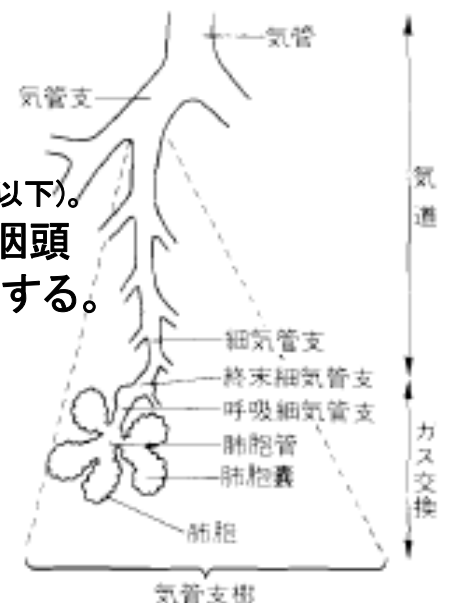
A. 内部被爆の経路

1. 経肺(吸入)
2. 経口
3. 経皮(正常皮膚、創傷部)

1. 吸入

<5 μm以下の粒子は肺胞に達する(文献によっては、1 μm以下)。  
>10 μm以上の粒子は肺胞に達せず、分泌物と共に咽頭まで排除され、順次飲み込まれて消化管内へと侵入する。

	排除時間	合計時間
気管	0.1 (時間)	0.1
気管支	1.0	1.1
細気管支	4.0	5.1
終末気管支	10.0	15.1
肺小葉(肺胞)	100 + (日)	100 + (日)



沈着後の吸収は、その物質の化学的溶解度に依存する。

- (1) 可溶性粒子の場合には、吸収されて直接血流・リンパ系を介して循環器系に入る。 $(^3\text{H}, ^{32}\text{P}, ^{137}\text{Cs}, ^{131}\text{I}, ^{90}\text{Sr})$
- (2) 不溶性粒子は沈着部位から、細胞の貪食機能などによって、リンパ系循環を介して移送される。  
(金属酸化物や金属。例えばCo、U、Ru、Pu、Am)

肺小葉では、異物に対する局所炎症反応が起こり繊維化・瘢痕化が進行する。

## 2、経口

- (1) 吸入物質の気道から食道への移動
- (2) 放射性ヨウ素や放射性セシウムで汚染された肉・ミルク・野菜などの摂取
- (3) 消化管からの吸収は汚染物の化学的組成とその溶解性に依存する。
- (4) 消化管からの吸収の程度

$^3\text{H}$	100 %	(食物連鎖関連核種)
$^{131}\text{I}$	100 %	
$^{137}\text{Cs}$	100 %	
$^{90}\text{Sr}$	30 %	
$^{226}\text{Ra}$	20 %	
その他	<10 %	

## 3、経皮

正常皮膚からの吸収は稀。例外、 $^3\text{H}$ 。

よって、創傷汚染が主原因。

溶解度が高ければ、吸収スピードも速い。

小さな不溶粒子は貪食されて、リンパ系システムに入っていく。

## B. 体内分布

放射性核種は安定(非放射活性)化学物質と同じ薬理学的動態をとる。

例えば、 $^{24}\text{Na}$ (細胞外液)・ $^{137}\text{Cs}$ (カリウムと同様、細胞内液)は体中同程度に分布するし(Csはさらに筋肉・生殖腺へ)、 $^{131}\text{I}$ は甲状腺に高い親和性を持っている。

Uの主な蓄積部位は肝臓と骨である。Srは骨へ蓄積。

各臓器への分布率は臓器の代謝や、通常その臓器内で産生されている化合物と放射性核種との親和性と関連している。

肝臓、腎臓、脂肪組織や骨は、一般的に化学物質との結合力がより高い。

## C. 代謝

放射性核種はその化学的特性によって代謝され、その原形のままあるいは代謝産物として排出される。

放射性核種の生物学的半減期は、被ばく量を決定する上での放射線学的(物理学的)半減期と同様に重要である。

排出はその複合物の溶解性と排泄臓器への移行性によって決まる。

吸収された放射性核種の主な排泄は尿路系から行われる。

他に、肝臓や肺もある。多くはないが、他に汗・唾液・乳ということもある。

一般的に水溶性の複合物の場合尿から、脂溶性物質の場合は胆汁から消化管に排泄される。

## D. 内部被爆測定

(甲状腺中の) $^{131}\text{I}$ からの $\beta$ 線、或いは(全身の) $^{137}\text{Cs}$ から放出されるガンマ線を全身(右図上)あるいは部分的(右図下)カウンターで生体内で計測可能。



$\alpha$ 、 $\beta$ 線放出核種であるH、P、Srの場合:

皮膚・鼻腔のふき取り検査→吸入汚染示唆

尿検査→吸入・経口

便→非吸収物質の摂取、吸入・経口・胆汁などを介した排泄



## II. 長崎・広島での内部被爆

長崎・広島の原因で内部被爆がどのように評価されているか？

原爆症認定基準における被爆線量の算定

1) 初期放射線による被爆線量(審査の方針別表9、資料1、8頁)

2) 残留放射線による被爆線量(別表10、資料1、9頁)

3) 放射線降下物による被爆線量

広島: 己斐・高須地区 0.6~2 cGy

長崎: 西山地区 12~24 cGy

現在の原爆症認定では、内部被爆は全く考慮されていない。

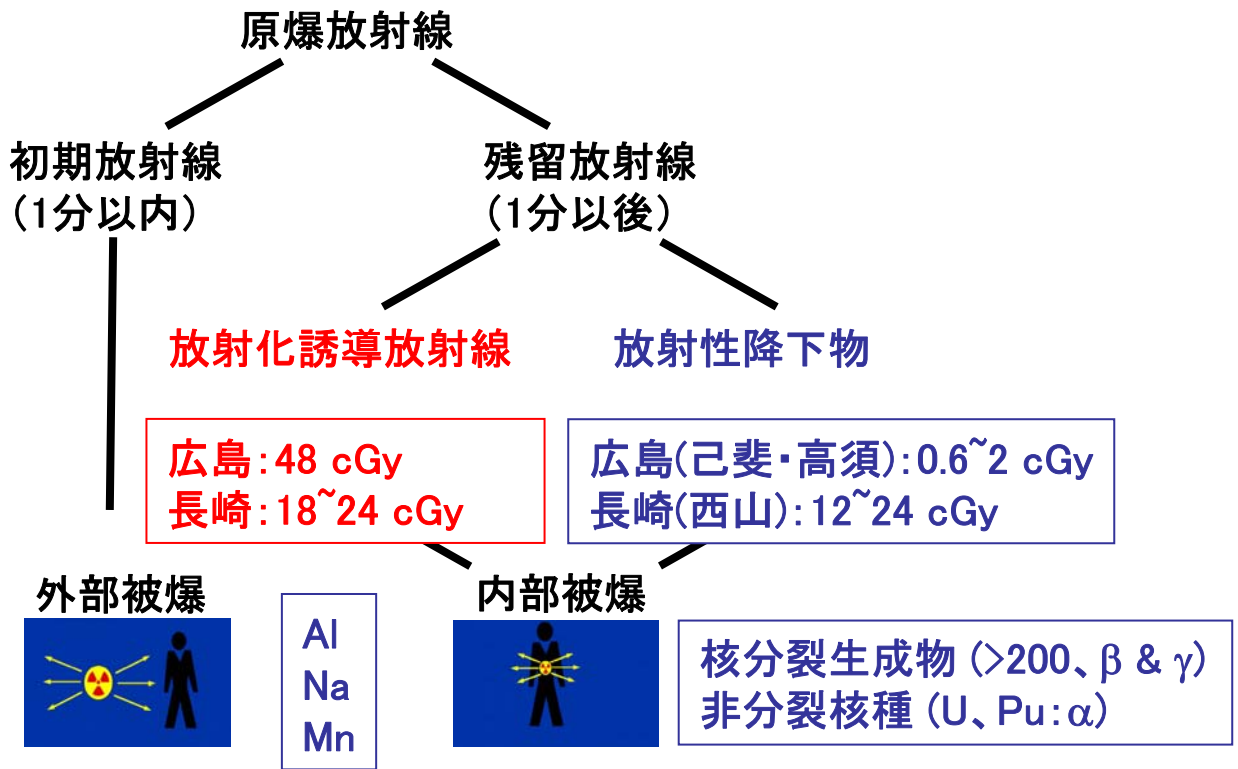
原発事故

地表核爆発

空中核爆発

→放射性降下物(++)

→核分裂生成物は成層圏まで上昇し、広範に降り注ぐので、集中的な被害はない。



**内部被爆測定・推定**

- 資料2(10, 11頁): 原爆投下直後の測定は不可能であった。よって、後に長半減期のγ線放出放射性核種<sup>137</sup>Cs測定から内部被爆が推定された。  
1969年、西山地区住民のwhole-body counterによる<sup>137</sup>Cs測定(Okajimara)。男性38.5、女性24.9 pCi/kg vs. 対照男性25.5、対照女性14.9 pCi/kg。  
→ 男性13 pCi/kg、女性10 pCi/kg。  
1981年2回目の測定: 減少確認、半減期7.4年。生物学的半減期(約100日)に合わない。土壌中の<sup>137</sup>Csが食物摂取に寄与する環境半減期ではないか?

1945~1985年までの内部被曝は、0.1 mSv/男性、0.08 mSv/女性。  
自然放射線による1年間の被曝線量: 約2.4 mSv。

- 放射化された塵埃の吸入による被曝のシミュレーション  
(10/29 静間氏資料2-1, DS02に基づく誘導放射線量の評価)  
土壌中の<sup>24</sup>Naと<sup>46</sup>Sc、DS02での地上1mでの中性子束を用いた。  
原爆当日に広島で焼け跡での片付け作業に8時間従事した場合:  
0.06 μSv(外部被曝に比較して、無視できるレベル)

■果たして、ごく微量の内部被曝に危険性はないか？

例、トロトラスト投与患者での肝がん発生:トリウムを含む。網内系細胞に取り込まれ、代謝されず長く体内に留まり、α線を出す。

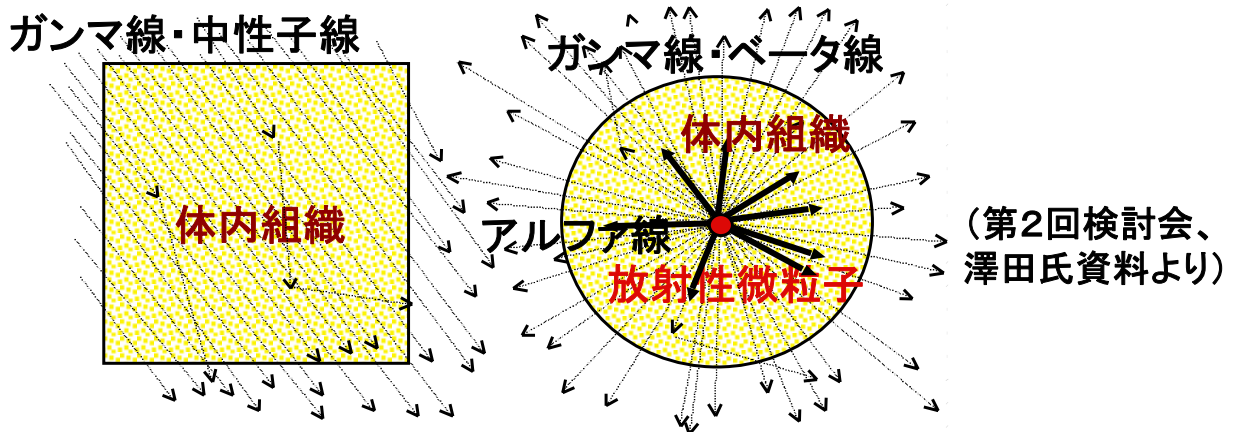
投与量: 1.0~5.0 Bq (0.027~0.135 mCi)

vs.

全身の放射性カリウム(<sup>40</sup>K) 96 Bq

(放射性物質の人体摂取障害の記録、松岡理著、1995)

ホット・パーティクル理論



■内部被曝と疾病との関係？

III.チェルノブイリでの被曝状況

長崎・広島での内部被曝がチェルノブイリでのそれに匹敵するということではない。

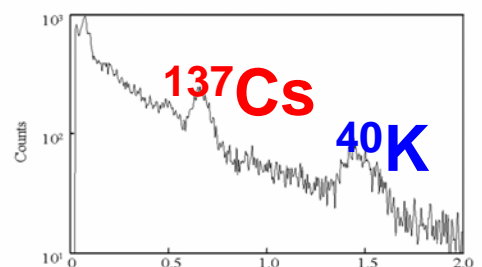


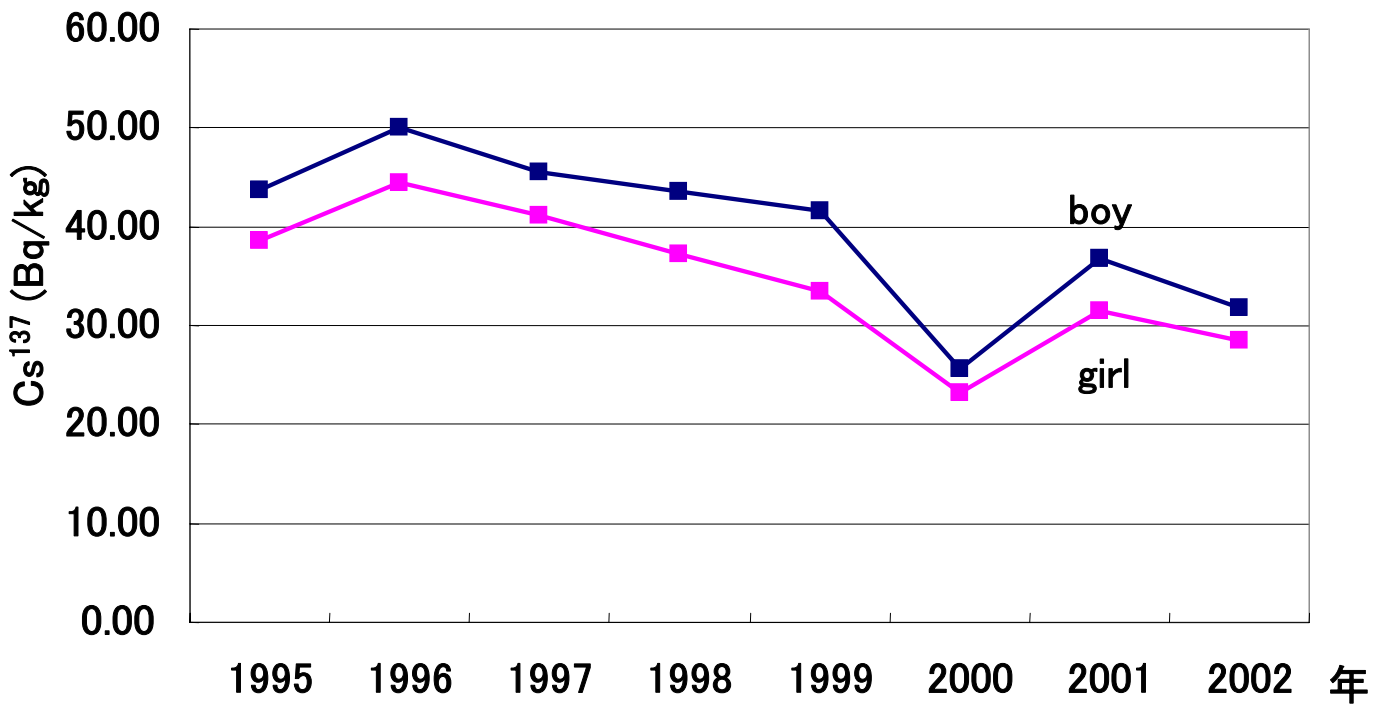
全推定量:  $5.3 \times 10^{18}$  Bq

— <sup>131</sup>I:  $1.76 \times 10^{18}$  Bq

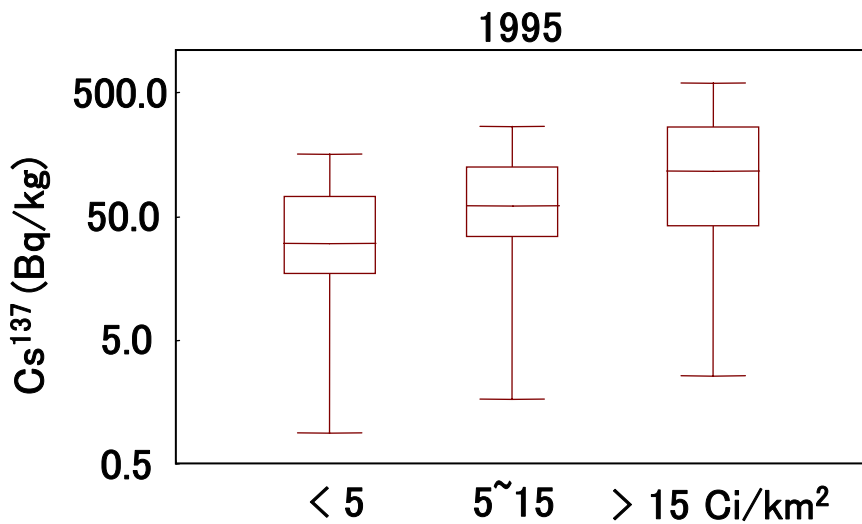
— <sup>134</sup>Cs:  $0.054 \times 10^{18}$  Bq

— <sup>137</sup>Cs:  $0.085 \times 10^{18}$  Bq





→4頁での西山地区のデータと類似している。



→土壌汚染レベルが高い地域ほど体内被曝量も高い。

	平均 (mSv/年)	中央値	最大値	最小値
ゴメリ	0.16	0.09	13.59	$1.0 \times 10^{-3}$
クリンシー	0.16	0.10	6.30	$1.5 \times 10^{-4}$

(2002年)