

エクステンション・プログラム

第48回

城西大学薬学部生涯教育講座

平成24年5月12日（土）

午後2時00分～午後7時00分

- 主催： 城西大学 国際学術文化振興センター（JICPAS）
城西大学 生涯教育センター
城西大学 薬学部
城西国際大学 薬学部
- 共催： 公益財団法人 日本薬剤師研修センター
城西大学 同窓会・薬友会
- 協賛： 公益社団法人 日本薬学会
社団法人 埼玉県薬剤師会
社団法人 埼玉県病院薬剤師会
一般社団法人 日本女性薬剤師会
- 後援： 城西大学 父母後援会
城西大学 薬学協力会

目 次

「放射線と健康危害—医療者がもつべき知識—」

1. 「放射線とその人体への影響について
～使用される薬物～」・・・・・・・・ 1
放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センター
被ばく医療部体内汚染治療室
室長 石原 弘 先生
2. 「食品中の放射性物質による健康影響について」・・・・・・・・ 3
内閣府食品安全委員会事務局 評価課
課長補佐 林 亜紀子 先生

第 48 回城西大学薬学部生涯教育講座

放射線とその人体への影響について
～使用される薬物～

放射線医学総合研究所
緊急被ばく医療研究センター
被ばく医療部体内汚染治療室

石原 弘

放射線とその人体への影響について ～使用される薬物～

放射線医学総合研究所
緊急被ばく医療研究センター
被ばく医療部 体内汚染治療室長
石原 弘

近年の日本の医療施設をはじめ多くの放射線使用施設では、放射線や放射性物質は厳密な管理下で使用され、放射線の漏洩や放射性物質の流出事故、特に人体影響を伴う事故等は滅多に発生しなかった。しかしながら、2011年3月の東電F1事故により、管理されない膨大な量の放射性物質が環境に拡散し、公衆の被ばくが発生したことで、極めて深刻な社会不安が発生した。放射線の人体影響については1890年代から、原子力燃料関連物質の内部被ばく影響については1960年代から、膨大な量の科学的知見の蓄積されているにもかかわらず、様々な誤情報や偽情報が駆けめぐり混乱が発生している。医療関係者としては、健康への影響という視点から、冷静かつ客観的に対応することが必要であろう。

本講義では放射線被ばくの全体像把握を目的として、以下の項目について解説する。

1. 放射線・放射能・被ばく

放射線被ばくについて整理する。

2. 放射線被ばくによる人体影響

短い時間に低線量～高線量の放射線で被ばくした際の人体影響を概説する。

3. 自然放射線による日常の被ばく

我々は日常的にごく僅かの線量の自然放射線により持続的に被ばくしている。

その実態を解説し、原子力災害により環境に拡散した放射性物質による影響と比較する。

4. 医療被ばくと放射線災害

医療機関は、治療・診断に放射線や放射性物質を使用しているだけでなく、原子力災害の際も協力を求められることがある。ここでは、原子力災害時の安定ヨウ素剤予防服用について説明する。

5. 放射線災害と薬剤

少数ながら、高線量被ばくの際に使用される薬剤がある。不適切な乱用を防止するために、これらの薬剤について説明する。

放射線とその人体への影響について ～使用される薬物～

2012年5月12日(木) 14:10~15:40
放射線と健康危害～医療者がもつべき知識～
城西大学薬学部生涯教育講座研修
於 城西大学清光会館(埼玉県坂戸市)

独立行政法人
放射線医学総合研究所
緊急被ばく医療研究センター
被ばく医療部体内汚染治療室
石原 弘

放射線とその人体への影響について ～使用される薬物～

1. 放射線・放射能・被ばく
2. 放射線被ばくによる人体影響
3. 自然放射線による日常の被ばく
4. 医療被ばくと放射線災害
5. 放射線災害と薬剤



放射線・放射性物質の利用の歴史

技術開発の歴史

1895年: エックス線の発見
1896年: 放射能の発見

放射線・放射能の利用

1945年～: 原子力兵器の開発
1951年～: 原子力発電の開発

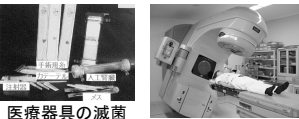
利用分野

- ・医療
- ・核兵器
- ・原子炉
- ・人工衛星
- ・工鉱業
- ・農業
- ・運輸
- ・建築

高線量の放射線・放射能の利用例

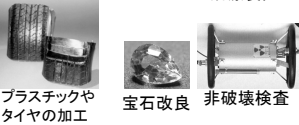


ジャガイモの発芽防止



医療器具の滅菌

がん治療装置



プラスチックやタイヤの加工

宝石改良

非破壊検査

放射線・放射能の被害の歴史

技術開発

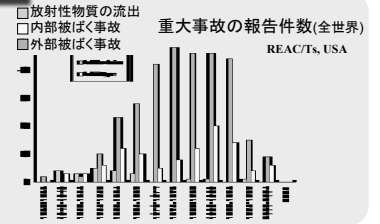
1895年: エックス線の発見
1896年: 放射能の発見

放射線・放射能の利用

1945年～: 原子力兵器の開発
1951年～: 原子力発電の開発

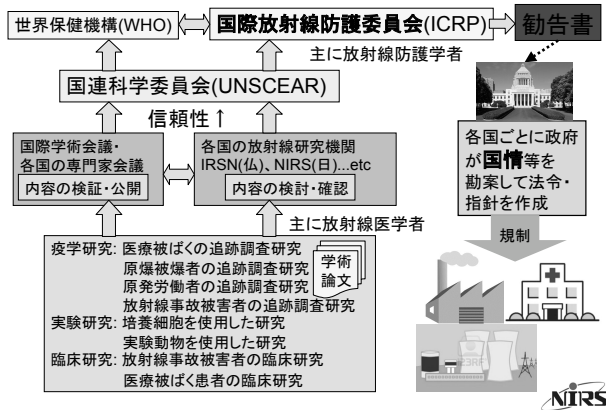
人的被害の歴史

1896年: 被ばくによる皮膚障害
1909年: 医療被ばくによる障害
1911年: 被ばくによる白血病・皮膚癌
1940年～: 膨大な数の実験・臨床研究
～1970年頃: 全世界に核物質が降下
～現在: 高線量～低線量被ばく事故



医学・生物学上の膨大な数量の事実や研究の蓄積

放射線影響研究結果から法律・規制まで



1. 放射線・放射能・被ばく



放射線とは

縦波.....音波

光: 電磁波.....電波
赤外線
可視光線
紫外線
ガンマ線・X線

高速微粒子...電子線
粒子線

広義の放射線
放射状に影響するもの

狭義の放射線
=電離放射線
(物質を電離するもの)

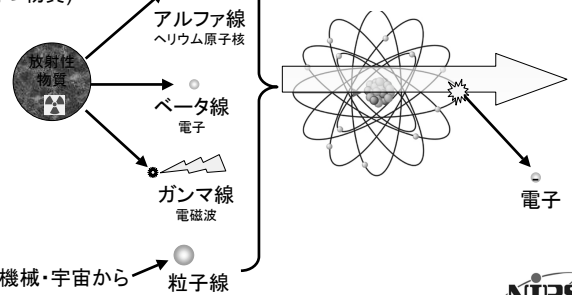


電離放射線

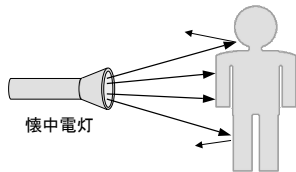
放射性物質
(放射能を持つ物質)

電離放射線

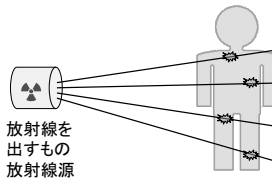
照射された
原子の電離



放射線は光のようなものだが...



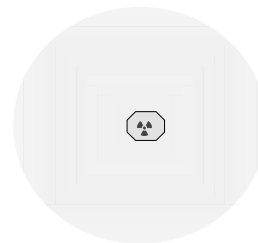
非電離性の光
からだに当たると...
・跳ね返る
・止まる



(電離)放射線
からだに当たると...
・身体の中を通り抜ける
しかも
・身体の中に小さな傷をつける
放射線被ばく



被ばく(被曝) ≠ 被爆



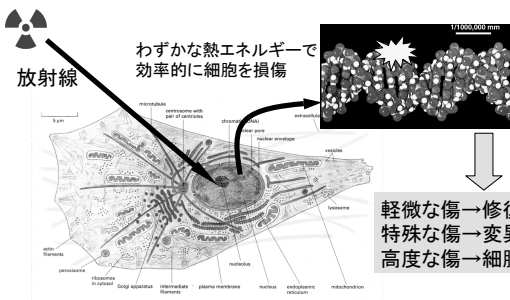
放射線: 組織異常(放射線熱傷)
ただちに影響は現れない



爆風と熱: 裂傷と熱傷



標的はDNA

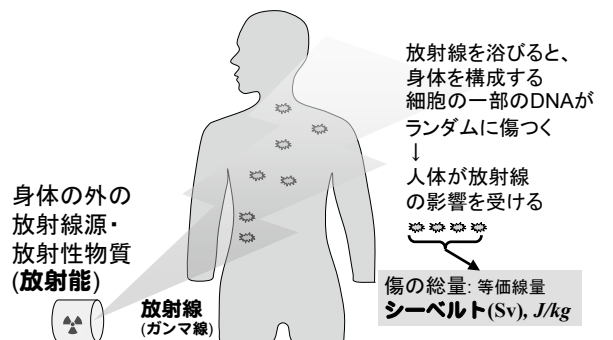


軽微な傷→修復
特殊な傷→変異(まれ)
高度な傷→細胞死

注: 放射線以外にもDNAを傷つける物質はある....活性酸素など



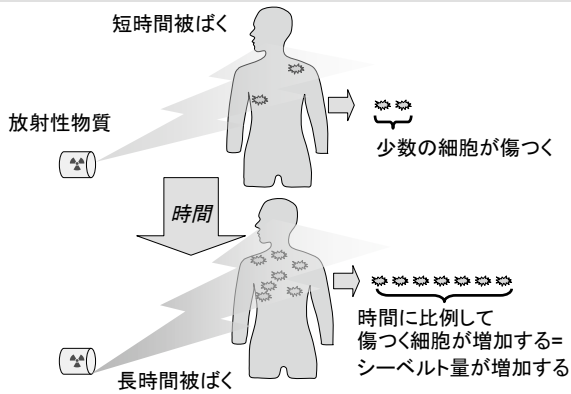
外部被ばくと人体影響(シーベルト)



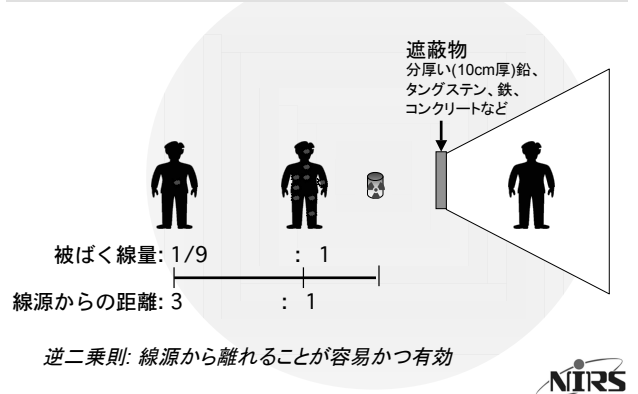
傷の総量: 等価線量
シーベルト(Sv), J/kg



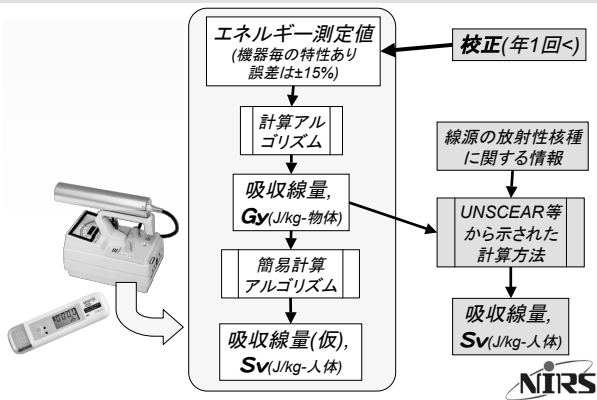
外部被ばくと時間



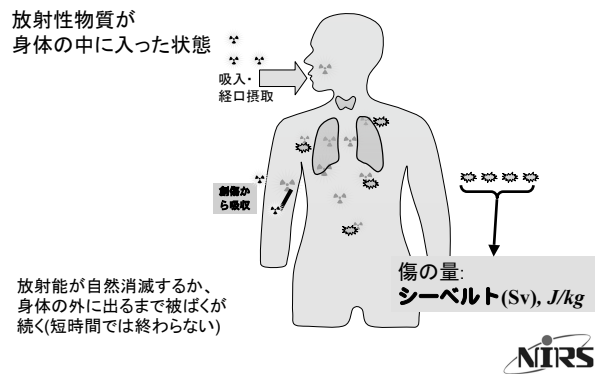
外部被ばく: 距離と遮蔽



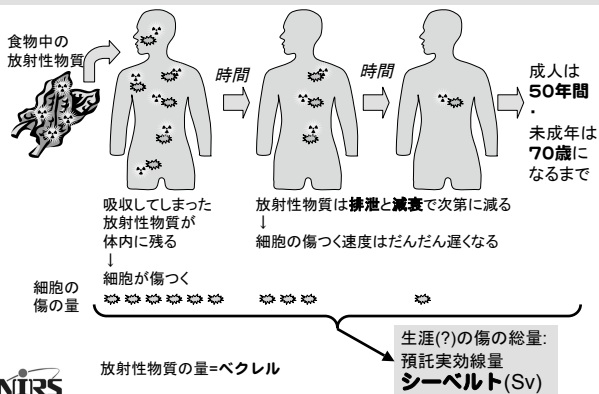
外部被ばく: 空間線量からシーベルトへ



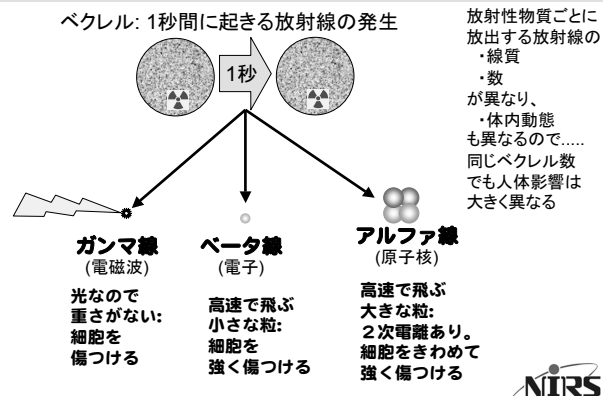
内部被ばくと人体影響(シーベルト)



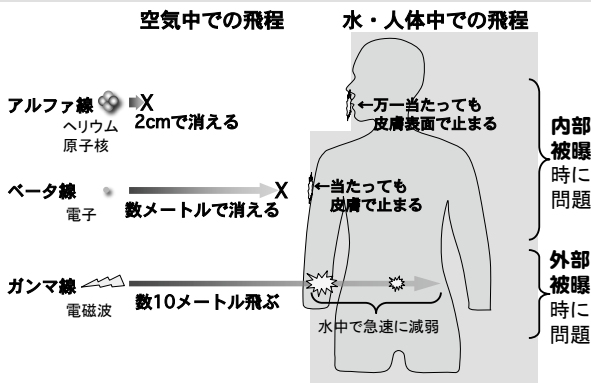
内部被ばく影響の指標: 預託実効線量



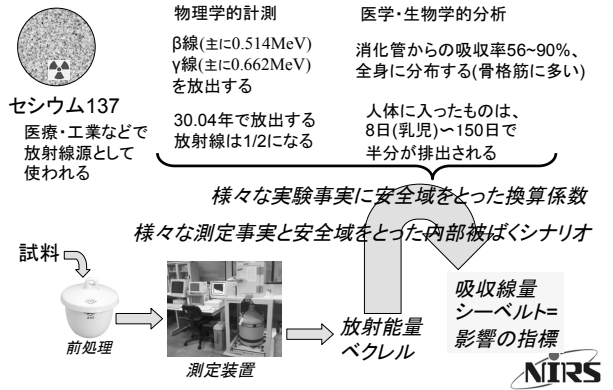
ベクレルと放射線影響



飛ぶ距離の違い



事実に基づく内部被ばく量の算出



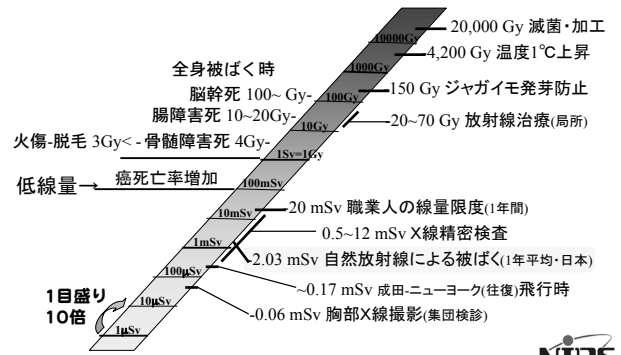
代表的核種の実効線量係数



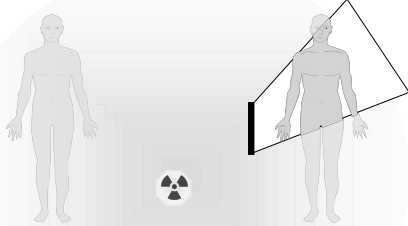
		放射線	1歳児	成人
1000ベクレルを飲み込んだ時			mSv/69y	mSv/50y
天然放射能	カリウム-40	β, γ	0.042	0.006
	ルビジウム-87	β	0.010	0.002
人工放射能	ストロンチウム-90	β	0.073	0.028
	セシウム-137	β, γ	0.012	0.013
1000ベクレルを吸い込んだ時			mSv/69y	mSv/50y
天然放射能	ウラン-238	α, β, γ	1.3	0.5
	ラジウム-226	α, β, γ	0.94	0.36
	トリウム-232	α, β, γ	220	110
人工放射能	プルトニウム-238	α	190	110

ICRP Pub. 72より抜粋

自然界や産業利用の際の放射線による吸収線量



全身被ばくと局所被ばく



全身被ばく

- 全身の組織が影響を受ける。
- 体幹の障害は高線量で致死的。
- 放射線に弱い組織・細胞から障害があらわれる。

骨髄~腸粘膜~血管~神経

局所(部分)被ばく

- 一部の組織が影響を受ける。
- 体幹以外の被ばくは致死的になりにくい。



まとめ、放射線・放射能・被ばく

◎放射線を使用・管理する際

- 外部被ばく線量を抑える
- ~空間線量(擬似的シーベルト)を利用して管理する

◎放射性物質を使用・管理する際

- 上記に加えて.....
- 内部被ばくや放射性物質の流出を避ける
- ~放射性物質質量(ベクレル)を利用して管理する

◎外部被ばく・内部被ばくによる身体の影響

- 吸収線量シーベルトで判断する。



2. 放射線被ばくによる人体影響



確定的影響

- 細胞が死ぬことで現れる影響
- 組織ごとに放射線感受性が異なる。
造血系(弱い): 1,000 mSv以上で白血球減少
骨格筋(強い): 10,000 mSvでも症状は出ない
- 短期間に大量に被ばくすると現れる。
1時間に1,000 mSvの全身被ばく→悪心(嘔吐)、白血球減少
1年に1,000 mSvの全身被ばく→症状は出ない
- しきい線量以下では症状は現れない
造血系: 500 mSv未満で白血球数は変わらない
- 影響発症までに時間を要する
皮膚: 3,000 mSv→2週間後に軽い発赤



確定的影響2



- 症状の程度に個人差はあるが、誰もが発症する
- 線量が大きければ症状は重くなる

組織	閾線量	線量	
		低 ←	→ 高
造血系	500 mSv ~	免疫低下	貧血・出血
眼球	2000 mSv ~	水晶体の白濁(白内障)	
皮膚	3000 mSv ~	脱毛・紅斑	火傷・壊死
胃腸	5000 mSv ~	胃腸炎	下痢・腸内出血

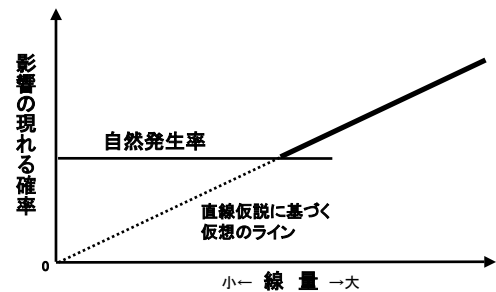
男性一時不妊: 100mSv~, 男性永久不妊: 6000mSv~
女性永久不妊: 3000mSv~, 8~15週胎児精神遅滞: 150mSv~

from ICRP Publication 103

確率的影響...概念



- 例: 癌: 発生する確率は、被ばく線量の増加により高くなる

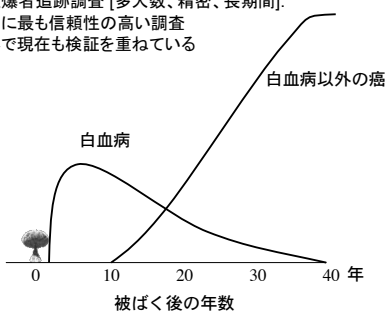


- 被ばくしなくとも自然発生する。
- 低線量被曝でも潜在的に影響する(閾値はない)という仮説。

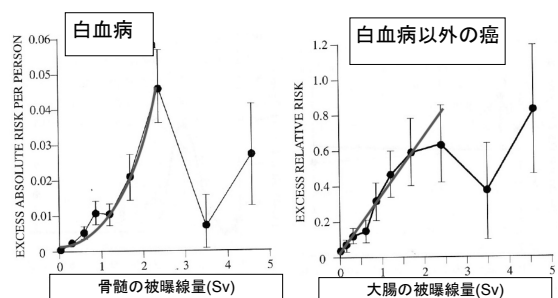
原爆被爆後の癌の発生時期

原爆被爆者: 短時間に高線量~低線量の放射線で被曝

原爆被爆者追跡調査 [多人数、精密、長期間]:
疫学的に最も信頼性の高い調査
全世界で現在も検証を重ねている



確率的影響...原爆被爆者: 被ばく線量と発癌率



- 320mSvで1.5倍に増加
- 150mSvでは増加は見られない

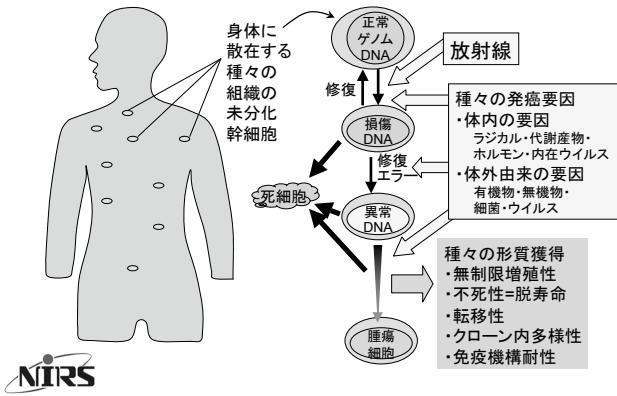
- 100mSvで0.5%増加

注: 白血病の発生率は年間で10万人あたり5人
国立がんセンターがん情報サービス2006年年令調整罹患率より

UNSCEAR2000より



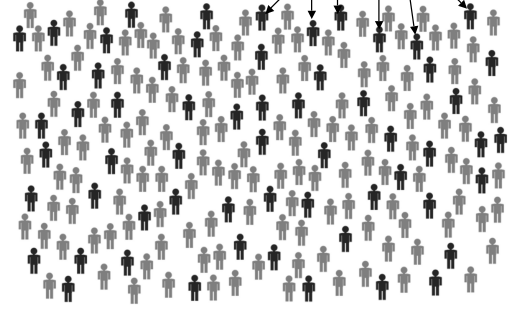
発癌の過程



確率的影響...0 mSv



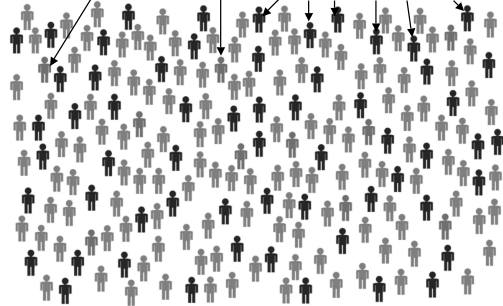
特に放射線被曝していない人々: 200名 死因を調べると...約60名が癌で死亡
様々な要因により発癌したらしい



確率的影響...1,000 mSv



100年後には恐らく200名全員が死亡: 死因を調べると...約70名が癌で死亡
1000mSvの被ばくが原因で発癌したらしい 様々な要因により発癌したらしい

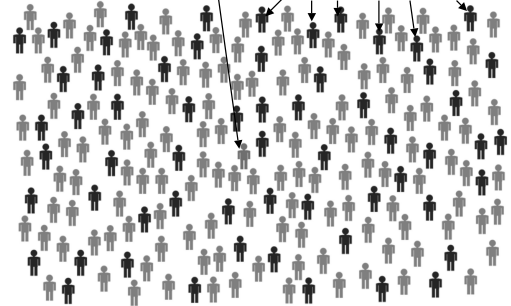


個々の癌死亡者の発癌原因が放射線被曝かそれ以外なのかわからない

確率的影響...100 mSv



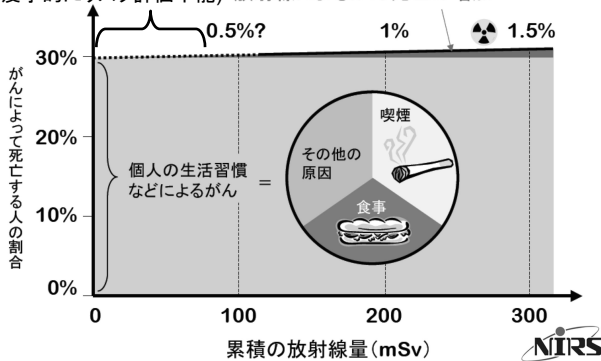
100年後には恐らく200名全員が死亡: 死因を調べると...約61名が癌で死亡
100mSvの被ばくが原因で発癌したかもしれない 様々な要因により発癌したらしい



被ばくの事実が認識されれば...61名の相当数が被ばく影響と認識

生涯がん死亡リスク

100mSv以下の被ばく影響は不明である:
(疫学的にリスク評価不能) 放射線によるがん死亡の増加

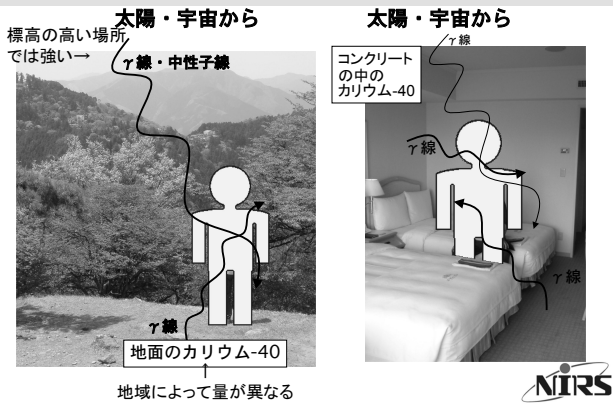


自然放射線による日常の被ばく

3. 自然放射線による日常の被ばく



日常生活の外部被ばく



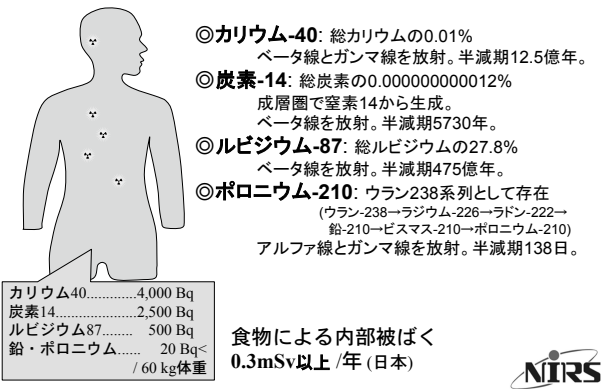
一年間の外部被ばく(日本)

	日本平均	範囲
宇宙から	0.30mSv	0.3 (低地・低緯度地域)~ 0.4 (高地・高緯度地域)
大地から	0.33mSv	0.2 (神奈川県平均)~ 0.6 (岐阜県平均)~1.4
外部被ばく合計	0.63mSv	0.5 ~ 1.0 ~ 1.8

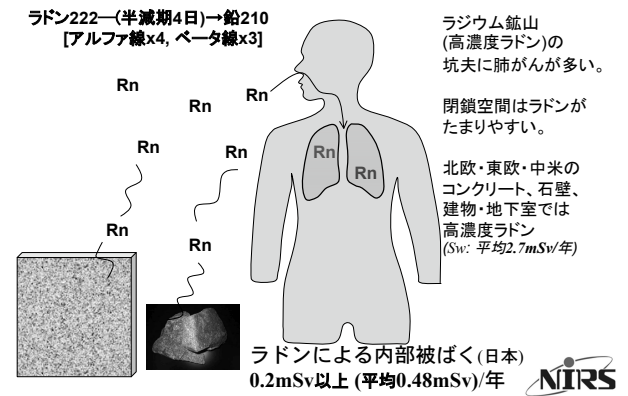
原子力安全研究協会「新版 生活環境放射線国民線量の算定」(2011)



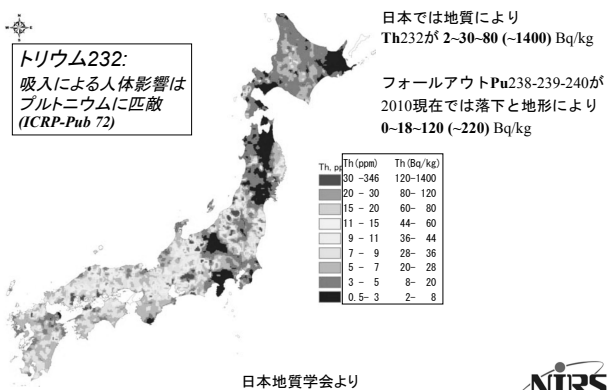
日常的な内部被ばく 1. 食事



日常的な内部被ばく 2. ラドン



日本の天然トリウム232の分布



日常のトリウム232(製品中, Bq/kg)

健康グッズ	生産	Th-232
リストバンド	日本	71,000
Rn温泉の素	韓国	34
Rn温泉タイル	日本	21
マイナスイオン床材	日本	100
マイナスイオンシール	日本	5,400
マイナスイオン布団	日本	2,300
マイナスイオン壁紙	日本	160
半袖肌着	日本	8,800
腹巻き	日本	34,000
パウダー	日本	6,100
クリーム	日本	2,000
家庭用温泉器	日本	270,000
家庭用温泉器	日本	81,000

一般製品	生産	Th-232
靴箱用脱臭剤	日本	45,900
靴の脱臭剤	日本	17
靴の中敷き	日本	230
靴の中敷き	日本	2,800
靴下	日本	6,200
車燃費向上剤	日本	0
車燃費向上剤	日本	0
車燃費向上剤	日本	0
排気臭浄化剤	日本	15,500
洗車水浄化剤	日本	53
マフラー触媒	日本	210,000
船底塗料	日本	81,000
溶接棒	日本	86,000

赤字はIAEA基準(0核種1,000Bq/kg)を超えるもの。 放射研・自然起源放射性物質(NORM)データベースより

これらによる年間被ばく線量は.....不明




ウラン又はトリウムを含む原材料、製品等の安全確保に関する
ガイドライン 平成21年6月26日 文部科学省





目的: 製造事業所における作業員、製造事業所の周辺住民、
一般消費・利用者、の無用な被ばくの低減化

注: 法規制ではなくガイドラインによる自主管理

対象: ◎自然のウランまたはトリウムの放射能濃度が1Bq/gを超える恐れ OR
精製したウランまたはトリウムの放射能濃度が10Bq/gを超える恐れ
のある指定原材料・中間製品から他の製品・一般消費財に加工する
製造事業者
◎自然のウランまたはトリウムの放射能濃度が1Bq/g、かつ8000Bqを超える OR
精製したウランまたはトリウムの放射能濃度が10Bq/g、かつ80000Bqを超える
恐れがあり、人体に密着あるいは1m以内で使用される一般消費財の
製造事業者または輸入事業者

記録・測定・評価等により、被ばく低減化措置→年間1mSv以下とする

一年間の外部・内部被ばく(日本) 

	日本平均	範囲
 食物から	0.98 mSv	0.3 ~ 1.2 mSv
 空気から	0.48 mSv	{ 0.2 ~ 5.2 (全国家屋) 0.2 ~ 2.0 (木造家屋) 0.2 ~ 2.4 (鉄筋コンクリ)
 宇宙から	0.30 mSv	{ 0.3 (低地・低緯度地域)~ 0.4 (高地・高緯度地域)
 大地から	0.33 mSv	{ 0.2 (神奈川県平均)~ 0.6 (岐阜県平均) ~ 1.4
被ばく合計	2.09 mSv	[1.0 ~ 3.8 ~ 4.2 ~ 8.2]mSv
生活・職業・医療被ばく	???? mSv	

原子力安全研究協会「新版 生活環境放射線国民線量の算定」(2011)より

放射性セシウムで汚染した食物の摂取


190 Bq/kgのセシウム134と、200 Bq/kgのセシウム137で汚染した
ほうれん草(暫定基準値は 500 Bq/kg)を0.1 kg食べたとき

実効線量係数 (mSv/Bq)	セシウム134	セシウム137
5歳児	0.0000130	0.0000096
大人	0.0000190	0.0000130





ICRP Database of Dose Coefficients CD-ROM, 1998

計算: 大人 5歳児
セシウム134: $0.0000190 \times 190 \times 0.1 = 0.00036 \text{ mSv}$ $= 0.00025 \text{ mSv}$
セシウム137: $0.0000130 \times 200 \times 0.1 = 0.00026 \text{ mSv}$ $= 0.00019 \text{ mSv}$
合計: 0.00062 mSv $= 0.00044 \text{ mSv}$
今後50年間の被ばく総量 今後65年間の被ばく総量




生涯の外部・内部被ばく(日本) 


100歳まで生きた場合: 原子力安全研究協会「新版 生活環境放射線国民線量の算定」(2011)より

	日本平均	日本の範囲
 食物から	98 mSv	30 ~ 200
 空気から	48 mSv	20 ~ 240 ~ 520
 宇宙から	30 mSv	30 ~ 40
 大地から	33 mSv	20 ~ 60 ~ 140
被ばく合計	209 mSv	100 ~ 540 ~ 900 mSv
生活・職業・医療被ばく	???? mSv	

公衆: 放射線取扱施設による被ばく 100 mSv以下
↓
寿命100年として、年間1mSv以下を目指す考え方



4. 医療被ばくと放射線災害

医療における外部被ばく 

診断	診断部位	実効線量(mSv)
一般X線	頭部(直接撮影) ¹⁾	0.10
	胸部(直接撮影) ¹⁾	0.40
	胃部(バリウム) ¹⁾	3.30
X線CT	頭部 ²⁾	2.40
	胸部 ²⁾	9.10
	上腹部 ²⁾	12.90
	下腹部 ²⁾	10.50
集団検診	胃部(透視) ³⁾	0.60
	胃部(撮影) ³⁾	0.07
	胸部(撮影) ⁴⁾	0.06

治療 癌治療...20~70Gy=20,000~70,000mSv(局所, 分割)

¹⁾: Radioisotopes 45, 23-34, 1996. ²⁾: 日本医学放射線学会雑誌64, 67-74, 2004
³⁾: 放射線影響学会H12. 3月. ⁴⁾: Radiat. Prot. Dosim., 43, 213-216, 1992



放射性医薬品に用いられる核種

診断(核医学検査)に使用:

生体への影響を低く抑える(低エネルギー、短半減期の核種)

ヨウ素131($T_{1/2}=8.021$ 日) [18.5~370 MBq-経口],
 ヨウ素123($T_{1/2}=13.27$ 時間), テクネチウム99m($T_{1/2}=6.01$ 時間),
 インジウム111($T_{1/2}=2.805$ 日), ガリウム67($T_{1/2}=3.261$ 日),
 タリウム201($T_{1/2}=72.91$ 時間), キセノン133($T_{1/2}=5.243$ 日),
 クリプトン81m($T_{1/2}=13.10$ 秒), クロム51($T_{1/2}=27.70$ 日)

治療に使用:

腫瘍細胞等を死滅させる(腫瘍に局在させ、正常組織影響を抑える)

ヨウ素131($T_{1/2}=8.021$ 日) [1,110~7,400 MBq-経口],
 スロンチウム89($T_{1/2}=50.53$ 日), イットリウム90($T_{1/2}=64.10$ 時間)

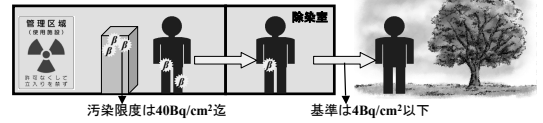


放射線管理区域退出基準 (電離放射線障害防止規則)

放射線障害防止法に基づく規則.....適正な管理区域の使用
 退出時の表面汚染:

日本独自

アルファ線放出核種.....0.4 Bq/cm² 以下
 ベータ線放出核種.....4.0 Bq/cm² 以下



汚染限度は40Bq/cm²迄 基準は4Bq/cm²以下

1960年代: 放射性物質輸送規則(IAEA)

輸送時、荷物などの表面の汚染限度は3.7Bq/cm²以下



もしも...Sr90が3.7Bq/cm²で汚染
 仮に: Sr90がすべて気化して
 仮に: Sr90をすべて吸入
 仮に: Sr90が極めて高毒性
 計算 : 1mSvになる恐れ

放射線・放射性医薬品の使用の際に

法令・規則・ガイドラインの遵守

放射性医薬品:

薬事法、放射性医薬品の製造及び取扱規則

放射性医薬品取り扱いガイドライン

(日本核医学会、日本核医学技術学会、日本放射線技師会、日本病院薬剤師会)

放射線: 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律

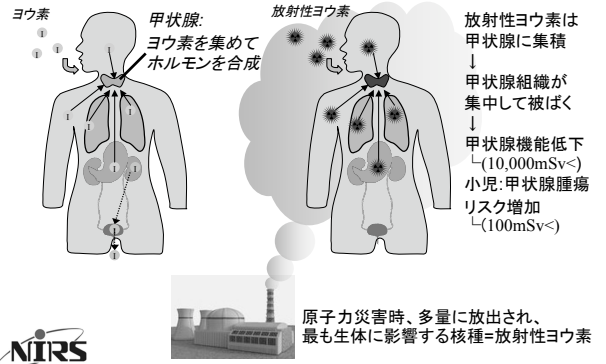
患者: 計画被ばくの適正化

従事者: 従事者の被ばくの防止

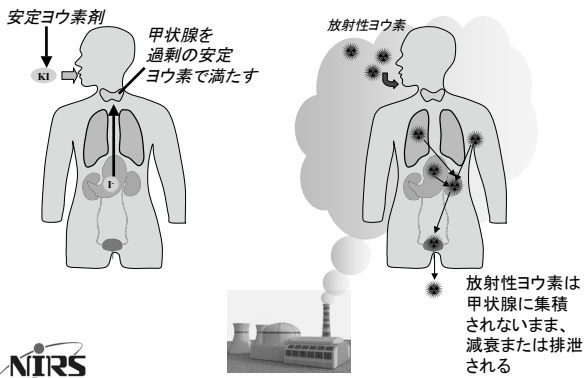
公衆の被ばくの防止(放射性物質の拡散防止)のために
 健康影響レベルよりもきわめて低いレベルに設定

適正使用であれば、周囲への被ばく影響は殆どないが...
 モラルハザード→公衆の被ばくリスク、従事者の障害リスク

原子力災害と放射性ヨウ素

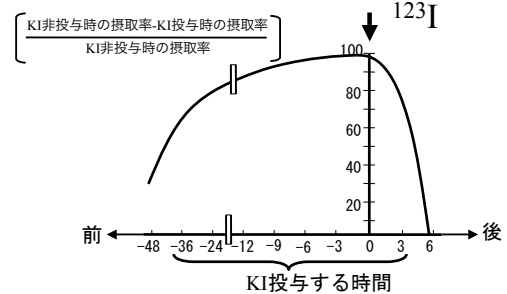


安定ヨウ素剤による甲状腺被ばく回避



安定ヨウ素剤服用のタイミング

吸入の48時間前から3時間後まで有効

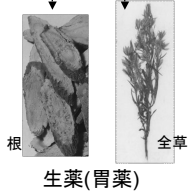


Sternthal, et al. N Engl J Med. 1980; 303:1083-1088. から改変、引用

ヨウ化カリウム丸



主成分: 1錠120mg中に、ヨウ化カリウム50mg
 添加物: カンゾウ末、センブリ末、トウモロコシデンプン、グリセリン、セラック



丸薬のための材料

医薬品: 劇薬・処方箋薬
 適用: 甲状腺腫(ヨウ素欠乏、甲状腺機能亢進症を伴うもの)
 慢性気管支炎、喘息による喀痰咯出困難、
 第三期梅毒
 慎重投与: 甲状腺機能低下または亢進症、
 腎機能低下、高カリウム血症、
 先天性筋硬直症、の患者
 重大な副作用: ヨウ素中毒、ヨウ素悪液質
 その他副作用: 過敏症、消化管障害、その他



日本の基準1

原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の
 考え方について

平成 14 年 4 月

原子力安全委員会
 原子力施設等防災専門部会



日本の基準2

5. 安定ヨウ素剤予防服用に係る防護対策
 5-2 我が国における安定ヨウ素剤予防服用に係る防護対策

我が国における安定ヨウ素剤予防服用に係る防護対策の「指標」として、性別・年齢に関係なく全ての対象者に対し一律に、放射性ヨウ素による小児(1才児)甲状腺等価線量の予測線量100 mSvを提案する。

なお、原子力災害時における放射性ヨウ素の放出に対する甲状腺への放射線影響を低減させるための防護対策としては、屋内退避、避難、安定ヨウ素剤予防服用等があり、実効性を高めるためには、これらの防護対策を別々に考えるのではなく、総合的に考える必要がある。



日本の基準3

- 5-3 安定ヨウ素剤の服用方法

災害対策本部が、安定ヨウ素剤予防服用の措置を講じた場合、誤った服用による副作用を避けること、安定ヨウ素剤を的確に管理すること及び周辺住民等が確実かつ可及的速やかに服用できるようにすることが必要である。このため、実際的には、周辺住民の家庭等に、あらかじめ安定ヨウ素剤を事前に各戸配布するのではなく、周辺住民等が退避し集合した場所等において、安定ヨウ素剤を予防的に服用することとする。この場合、服用、副作用等に備え、医師、保健師、薬剤師等の医療関係者を周辺住民等が退避し集合した場所等に派遣しておくことが望ましい。



日本の基準4

- 5-4 服用対象

- (1) 年齢を考慮した服用対象者の制限
40歳未満の者を対象とする。.....
- (2) 副作用を考慮した服用対象者の制限
 ヨウ素過敏症、造影剤過敏症の既往歴のある者、ジューリング疱疹状皮膚炎か低補体性血管炎を有する者、
安定ヨウ素剤を服用しない。
 ただし、これらの疾患は、我が国では、稀であるとされている。
- (3) 服用に当たって注意すべき事項
- ・甲状腺機能異常症について:安定ヨウ素剤を服用する。
 - ・結核について:安定ヨウ素剤を服用する。
 - ・新生児について:服用し.....甲状腺機能をモニターする必要
 - ・妊婦について:服用が必要.....新生児:甲状腺機能をモニター
 - ・授乳婦等について: ...服用する.....授乳児:授乳を中止...人工栄養...



日本の基準5

表 安定ヨウ素剤予防服用量のまとめ

対象者	ヨウ素量	ヨウ化カリウム量
新生児 ^(注1)	12.5 mg	16.3 mg
生後1ヶ月以上3歳未満 ^(注1)	25 mg	32.5 mg
3歳以上13歳未満 ^(注2)	38 mg	50 mg
13歳以上40歳未満 ^(注3)	76 mg	100 mg

新生児・生後1ヶ月以上3歳未満: 医薬品ヨウ化カリウムの原薬から調剤
 3歳以上7歳未満: 医薬品ヨウ化カリウムの原薬から調剤
 7歳以上13歳未満: 医薬品ヨウ化カリウムの丸薬1丸
 (ヨウ素量38mg、ヨウ化カリウム量50mg)
 13歳以上40歳未満: 医薬品ヨウ化カリウムの丸薬2丸
 (ヨウ素量76mg、ヨウ化カリウム量100mg)
 40歳以上については服用する必要はない。

30mgでも有効であることを指摘。二日間有効であるが、住民は、服用後避難。二回目の服用はないものとする。



日本の基準6

5-7 防災業務関係者への安定ヨウ素剤予防服用について

.....40歳未満の防災業務関係者.....安定ヨウ素剤予防服用を考慮.....

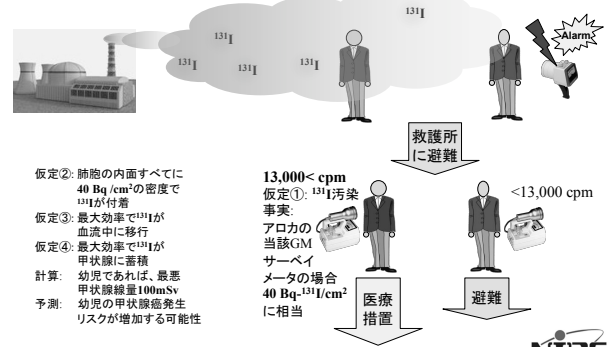
なお、甲状腺機能低下症を来すと予想される甲状腺等価線量として、IAEA及びWHOにより5 Gyが提案されている。しかし、この甲状腺等価線量5Gyは、計算上、実効線量として250 mSvであり、防災業務関係者が災害の拡大の防止及び人命救助等、緊急かつやむを得ない作業を実施する場合において許容される実効線量100 mSvをはるかに超えており、防災業務関係者といえども、この線量を被ばくすることは許されない。

ただし、防災業務関係者のうち、原子力施設内において災害に発展する事態を防止する措置等の災害応急対策活動を実施する者で、かなりの被ばくが予測されるおそれがある場合は、甲状腺等価線量を瞬時に測定できる計測器がないこと、防護マスク等の装備の機能等を考慮しつつ、甲状腺機能低下症を予防するため、40歳以上の防災業務関係者に対して、念のため、安定ヨウ素剤服用について、災害対策本部等において、考慮することとする。



原子力災害と住民等の内部被ばく

原子力災害時、多量に放出され、かつ、最も生体に影響する核種=¹³¹I



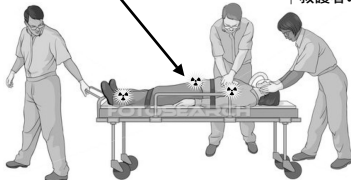
注: 甲状腺癌発生率は10万人当たり5人/年 国立がんセンター統計



内部被ばく・体表面汚染した患者との接触

体表面に1,000,000BqのCs-137の付着した患者

「この状態で30分間作業した救護者の胴体の被ばく線量 <0.14μSv



自然被ばく年間世界平均2.4mSv
 ↓
 1日平均6.6μSv
 30分間平均0.14μSv



.....1,000,000BqのCs-137で内部被ばくした患者
この状態で5分間.....スタッフの被ばく線量 <1 μSv



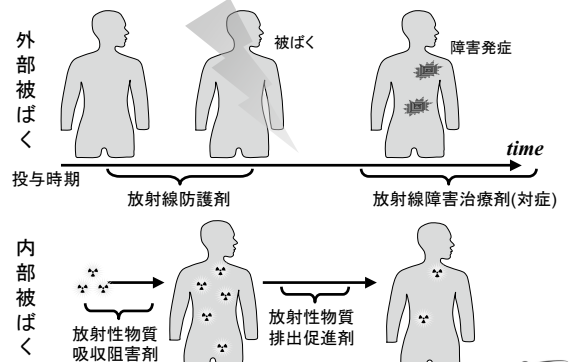
2011年3月11以降

- 11日 20:10.....1.8km圏内に退避勧告
 21:23.....3km圏内に退避勧告、3~10km圏に屋内退避
- 12日 05:44.....10km圏内に避難勧告
 15:36.....1号機水素爆発
 18:25.....20km圏内に避難指示
- 14日 11:01.....3号機水素爆発、現地対策本部が福島市に撤退
- 15日 11:06.....20~30km圏に屋内退避、一部地域でヨウ素剤配布
- 16日 11:.....30km圏内に立入制限
 現地対策本部長: 20km圏内の40歳未満の住民に、念のため、安定ヨウ素剤服用後の避難を指示
 (この時点で病人以外はほぼ避難は完了)
- 18日 厚生労働省対策本部事務局: 医療関係者派遣依頼
- 21日 現地対策本部長: 安定ヨウ素剤について個人の判断で服用しない旨の指示
- 25日~原子力安全委員会の指示により避難住民の0~15歳の小児1080名の甲状腺線量の簡易測定を実施。100mSvは0名。

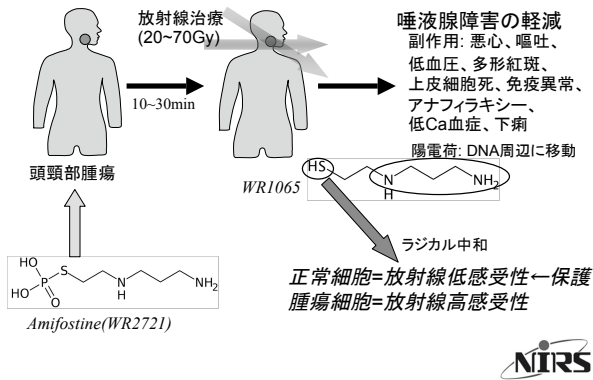


5. 放射線事故と薬剤

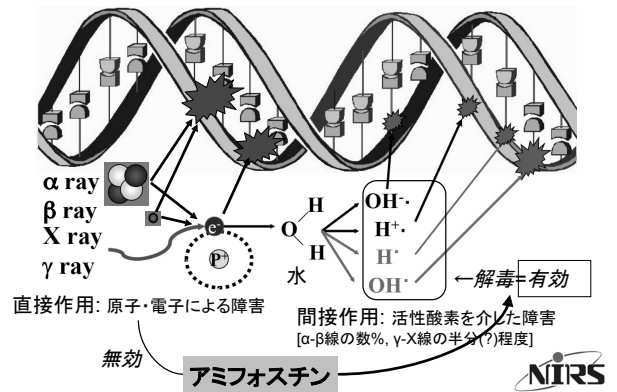
放射線障害(確定的影響)の軽減法



放射線防護剤: アミフォスチン (米国で承認)



アミフォスチンは放射線の間接作用を軽減

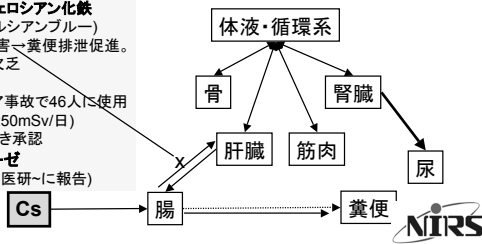


放射性セシウムの排出促進剤

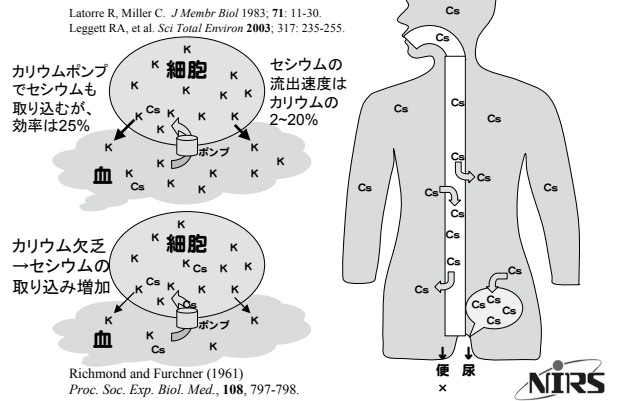
- カリウムに似て、水に溶けやすい。
 - 生体内ではカリウムと似た挙動を示す。
 - 吸収後7日で全身に分布。
 - 主に尿から排泄される。
- 生物学的半減期
乳幼児: 10~25日
子供: 40~60日
成人: 110日

排出促進薬: **フェロシアン化鉄**
(プルシアンブルー)
作用: 再吸収を阻害→糞便排泄促進。
副作用: カリウム欠乏

使用例: ゴイアニア事故で46人に使用
(最大~250mSv/日)
平成23年: 条件付き承認
ラディオガルダーゼ
(全例を厚労省→放医研に報告)

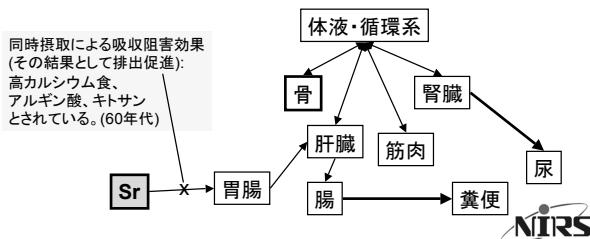


放射性セシウム吸収



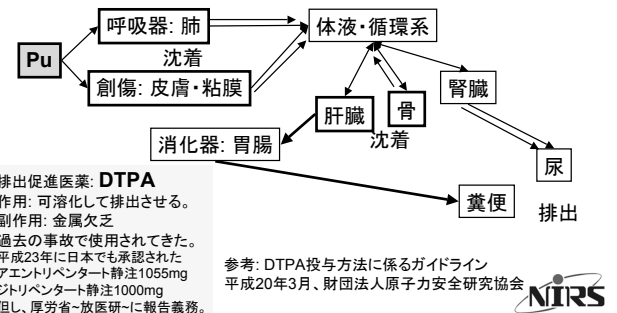
放射性ストロンチウム吸収抑制

- カルシウムに似る。
- 吸収率はカルシウムより低い。
- 吸収後カルシウムと共に骨に沈着しやすい。
- 主に尿から排泄される。
- β核種であり、正確な測定が極めて困難



プルトニウム排出促進剤

- α核種であり、生体への影響は大
- 不溶性になりやすい。.....各組織に沈着。特に肺、骨、肝臓。
- 8000Bq以上を吸入すると1Sv、肺・肝・骨に腫瘍発生リスクとされる(ICRP)が....
過去のプルトニウム吸入事故による発癌頻度増加は現在まで見だされていない。



人体影響: 科学的正確さの期待できる情報源

■公的研究機関等

独立行政法人放射線医学総合研究所: <http://www.nirs.go.jp/>
財団法人放射線影響研究所: http://www.rerf.or.jp/index_j.html/
国立保健医療科学院生活環境研究部:
http://trustad.sixcore.jp/fukushima_monitoring.html

■公的調査機関等 (研修)

公益財団法人原子力安全研究協会: <http://www.nusra.or.jp/>
財団法人原子力安全技術センター: <http://www.nustec.or.jp/>

■学会等

日本放射線影響学会: <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jrr/>
日本保健物理学会: <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jhps/>
日本産科婦人科学会: http://www.jsog.or.jp/news/shinsai_index.html
日本医学放射線学会: <http://www.radiology.jp/>



放射線医学総合研究所

第 48 回城西大学薬学部生涯教育講座

食品中の放射性物質による
健康影響について

内閣府食品安全委員会
事務局 評価課

林 亜紀子

食品安全委員会
Food Safety Commission

食品中の放射性物質による健康影響について

食品安全委員会事務局
林 亜紀子

1

放射線、放射性物質について

2

放射線とは

物質を通過する高速の粒子、高いエネルギーの電磁波

- ガンマ(γ)線/エックス(X)線
 - ガンマ線はエックス線と同様の電磁波
 - 物質を透過する力がアルファ線やベータ線に比べて強い
- ベータ(β)線
 - 電子の流れ
 - 薄いアルミニウム板で遮ることができる
- アルファ(α)線
 - ヘリウムと同じ原子核の流れ
 - 薄い紙1枚程度で遮ることができる

α線
β線
γ線・X線

紙 アルミニウム等 薄い金属板 鉛

3

放射能と人体影響の単位

- 「放射能の強さ」の単位は「ベクレル」
- 「人体影響レベル」の単位は「シーベルト」
- ベクレルとシーベルトをつなぐ「実効線量係数」

単位:ベクレル(Bq) 放射線を出す能力の強さ
食品検査などの結果表示で使う

単位:シーベルト(Sv) 全身の人体影響(実効線量)

内部被ばく

実効線量係数
放射性物質の摂取後50年間(子供は70歳まで)に受ける線量を計算するための換算係数

4

放射性物質を摂った時の人体影響(計算方法)

例:1kgあたり500ベクレルのセシウム137を含む食品を1kg食べた場合の放射線による人体影響の程度(シーベルト)

(成人の場合)
$$\text{ベクレル/kg} \times \text{食べた量(kg)} \times \text{実効線量係数} = \text{ミリシーベルト(mSv)}$$

$500 \text{ベクレル/kg} \times 1 \text{kg} \times 0.000013 = 0.0065 \text{ミリシーベルト(mSv)}$

実効線量係数は放射性物質の種類(セシウム137など)ごと、摂取経路(経口、吸入など)ごと、年齢区分ごとに、国際放射線防護委員会(ICRP)等で設定

5

放射性物質が減る仕組み

体内に入った放射性物質は、放射性物質の性質と排泄などの体の仕組みによって減少する

物理学的半減期(放射性物質の放射能が減る)
100ベクレル → 50ベクレル → 25ベクレル
減衰 減衰

(体内に) 生物学的半減期(体内の放射性物質が減る)
100g → 50g → 25g
排出 排出 排出

物理学的半減期の例
・セシウム134は2.1年
・セシウム137は30年
・ヨウ素131は8日

放射性セシウムの生物学的半減期
~1歳 9日
~9歳 38日
~30歳 70日
~50歳 90日

6

内部被ばくと外部被ばく

- 内部被ばくも外部被ばくも、人体影響は同じ単位の「シーベルト」
- 内部被ばくでは、体内での存在状況に応じた放射性物質からの被ばくが続くことを考慮して線量が計算される

内部被ばく (食品摂取・吸入)



被ばく線量の単位：シーベルト
=放射能の強さ(ベクレル)×実効線量係数
摂取後50年間(子供は70歳まで)
に受ける積算の線量(預託線量)

外部被ばく

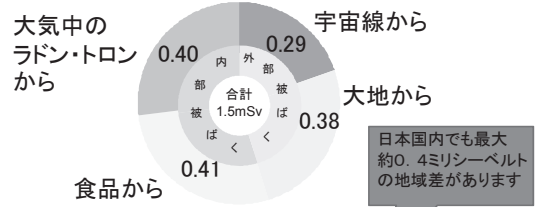


被ばく線量：シーベルト
=線量率(mSv/時)×被ばくした時間(時)

7

もともとある自然放射線から受ける線量

1人あたりの年間線量(日本人平均)は、約1.5ミリシーベルト



日本国内でも最大約0.4ミリシーベルトの地域差があります

出典：放射線医学総合研究所 2007

- 自然放射線の量は地質により異なるため、地域差がある
- 食品にはカリウム40などが含まれている

8

通常の食品に含まれる放射性物質 (カリウム40)

食品名	放射能	食品名	放射能
干し昆布	2,000Bq/kg	魚	100Bq/kg
干し椎茸	700Bq/kg	牛乳	50Bq/kg
お茶	600Bq/kg	米	30Bq/kg
ドライミルク	200Bq/kg	食パン	30Bq/kg
生わかめ	200Bq/kg	ワイン	30Bq/kg
ほうれん草	200Bq/kg	ビール	10Bq/kg
牛肉	100Bq/kg	清酒	1Bq/kg

(ATOMICA(財)高度情報科学技術研究機構から転載(出典：独)放射線医学総合研究所資料)

※カリウムは、ナトリウムの排泄を促し血圧の上昇を制御するなど、健康を保つのに必要なミネラル
カリウムは自然界に存在し、動植物にとって必要な元素であり、その0.012%程度が放射性物質であるカリウム40

9

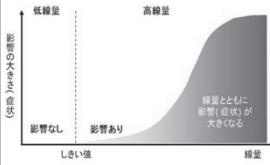
放射線による健康影響の種類

確定的影響

- 比較的高い放射線量で出る影響
- 高線量による脱毛、不妊など

急性被ばくによる永久不妊のしきい値は
男性3500mSv、女性2500mSv

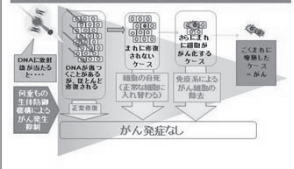
出典：国際放射線防護委員会(ICRP)
「妊娠と医療放射線(Publication 84)」



確率的影響

- 発症の確率が線量とともに増える
とされる影響
- がん(白血病含む)
(遺伝的影響については、ヒトの調査では見られて
いません)

DNAが損傷しても生体防御機構により、ほとんどの発がんまで至らずに

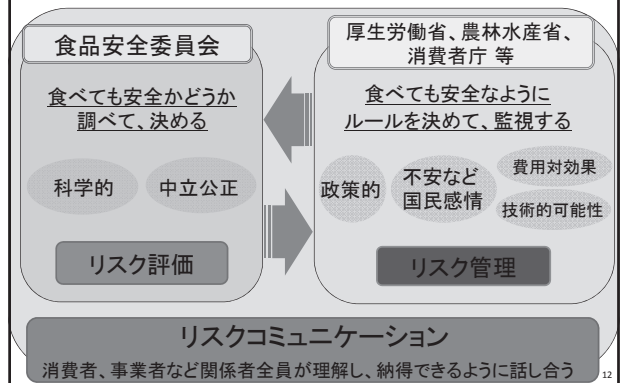


10

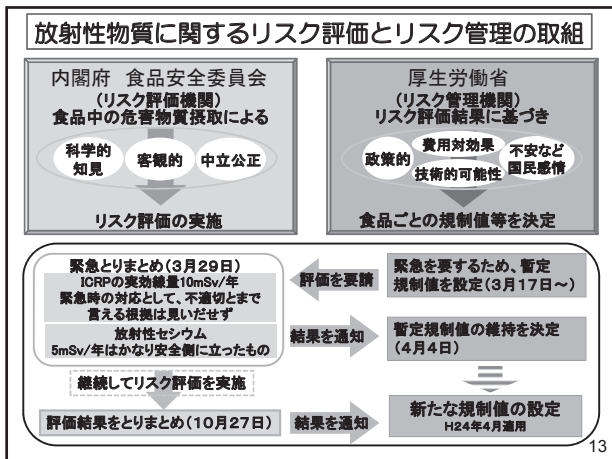
食品中の放射性物質に関する 食品健康影響評価 (食品安全委員会のリスク評価)

11

食品の安全と安心を守るしくみ(リスク分析)



12



(参考)

食品衛生法に基づく暫定規制値

放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種: ¹³¹ I)	飲料水、牛乳・乳製品(注)	300Bq/kg
	野菜類(根菜、芋類を除く。)、 魚介類(23年4月5日~)	2000Bq/kg
放射性セシウム	飲料水、牛乳・乳製品	200Bq/kg
	野菜類、穀類、肉・卵・魚・その他	500Bq/kg
ウラン	乳幼児用食品、飲料水、牛乳・ 乳製品	20Bq/kg
	野菜類、穀類、肉・卵・魚・その他	100Bq/kg
プルトニウム及び超ウラン 元素のアルファ核種 (²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴² Pu, ²⁴¹ Am, ²⁴² Cm, ²⁴³ Cm, ²⁴⁴ Cm 放射能濃度の合計)	乳幼児用食品、飲料水、牛乳・ 乳製品	1Bq/kg
	野菜類、穀類、肉・卵・魚・その他	10Bq/kg

(注) 100Bq/kgを超えるものは、乳児用調製粉乳及び直接飲用に供する乳に使用しないよう指導すること
「野菜類」には、葉菜、果花菜、きのこ、果菜、海藻、根菜、芋類が含まれる。
「穀類」には、米、豆類等、可食部が地上部にあって殻で覆われている食品群が含まれる。
「肉・卵・魚・その他」には、茶、魚介類が含まれる。

- ### 食品健康影響評価にあたって①
- 国内外の放射線の健康影響に関する文献を検討 (約3300文献)
 - UNSCEAR(原子放射線に関する国際科学委員会)等の報告書とその引用文献
 - ICRP(国際放射線防護委員会)、WHO(世界保健機関)の公表資料等
 - 次の観点から文献を精査
 - 被ばく線量の推定が信頼に足るか
 - 調査研究手法が適切か、等
 - 外部被ばくを含む疫学データの援用
 - 食品由来の内部被ばくに限定した疫学データは極めて少なく、外部被ばくを含んだ疫学データも用いて検討

個別核種に関する検討

- ### 検討対象とした核種
- 放射性ヨウ素
 - 放射性セシウム
 - ウラン
 - プルトニウム及び超ウラン元素のα核種(アメリシウム、キュリウム)
 - 放射性ストロンチウム
- 厚生労働省により
暫定規制値が
定められた核種
- 検討を行った各核種について、ウランを除いて食品摂取による健康影響に関するデータは乏しかった

個別核種に関する検討結果 ①

放射性ヨウ素

チェルノブイリ原子力発電所事故による汚染地域の周辺住民に関する研究

- ¹³¹I被曝による甲状腺がんリスクは被ばく時年齢が低いグループで高い (Zablotska et al. 2011)
- 有意にリスクが上昇する最低被ばく量(甲状腺線量)は0.2 Gy (Cardis et al. 2005) から0.49 Gy (Brenner et al. 2011)
- 全体で1 Gy当たり約2倍の過剰相対リスクがみられる
- 概ね100 mSvを超えるレベルの線量においては、統計学的に有意との報告

あるレベル以下の線量において、過剰相対リスクは、他の要因によるリスクの増加と比較して十分に小さいであろうと言及することは出来ても、発がんリスクを上げない安全な甲状腺線量を推定するには、現状においては、科学的根拠が揃っていないといえない

↓

甲状腺への影響が大きく、甲状腺がんが懸念される物質であり、甲状腺等線量として100mSvを超える線量においては、統計学的に有意な健康への影響が示された報告を確認できたが、放射性ヨウ素として個別に評価結果を示すに足る情報は得られなかった

個別核種に関する検討結果 ②

放射性セシウム

放射性セシウムの経口曝露による動物実験及び疫学研究は少ない

- 動物実験
 - 用量設定が不十分、方法論の面で論文の信頼度が低い
 - 吸収率、経口曝露に伴う生体影響はほとんど解明されていない
 - 疫学研究
 - チェルノブイリ原子力発電所事故によるセシウムの放射性降下物により、スウェーデン人において全がんリスクのわずかな上昇が観察された報告 (Tondel et al. 2006)
- 線量推定における不確実性及び個人レベルの曝露や交絡要因を把握していないという限界

食品中からの放射性物質の検出状況等を勘案すると、現状では、食品からの放射性物質の摂取に関して最も重要な核種と考えられた。しかしながら、個別に評価結果を示すに足る情報は得られなかった

19

個別核種に関する検討結果 ③

プルトニウム、アメリシウム及びキュリウム

- **プルトニウム**
 - プルトニウム施設の労働者に関する疫学調査において、内部被ばくと肺がんに関連があるという報告 (Brown et al. 2005) があるが、プルトニウムの寄与は必ずしも明確ではない
 - リンパ球染色体の異常に対する量反応関係のデータは存在するが評価に足る情報であるとはいえない
- **アメリシウム及びキュリウム**
 - 特に情報が少なく、個別に評価結果を示すに足る情報は得られなかった

特に情報が少なく、個別に評価結果を示すに足る情報は得られず、個別に評価結果は示せないものと判断した

20

個別核種に関する検討結果 ④

放射性ストロンチウム

- 旧ソ連Mayak Production AssociationよりTecha川に流失した放射性物質に汚染された流域住民(主に⁹⁰Srの内部被ばくと外部被ばく)のコホート研究からは、固形がん及び白血病(慢性リンパ性白血病を除く)との間に用量反応的なリスクの増加の報告
 - 被ばく線量の評価における不確実性やがん把握におけるバイアスなどの可能性は払拭できないが、最近のテチャ川コホート研究からは、低線量の被ばくにおいてもリスクの増加の指摘
- いずれのデータによっても、個別に評価結果を示すことはできない

個別に評価結果を示すに足る情報は得られず、個別に評価結果は示せないものと判断した

21

個別核種に関する検討結果 ⑤

- **放射性ヨウ素**
 - 甲状腺への影響が大きく、甲状腺がんが懸念される物質であり、甲状腺等価線量として100mSvを超える線量においては、統計学的に有意な健康への影響が示された報告を確認できたが、放射性ヨウ素として個別に評価結果を示すに足る情報は得られなかった
- **放射性セシウム**
 - 食品中からの放射性物質の検出状況等を勘案すると、現状では、食品からの放射性物質の摂取に関して最も重要な核種と考えられた。しかしながら、個別に評価結果を示すに足る情報は得られなかった
- **プルトニウム、アメリシウム及びキュリウム**
 - 特に情報が少なく、個別に評価結果を示すに足る情報は得られず、個別に評価結果は示せないものと判断した
- **放射性ストロンチウム**
 - 個別に評価結果を示すに足る情報は得られず、個別に評価結果は示せないものと判断した

以上のことを踏まえ、低線量放射線の健康への影響に関する検討を行った

22

個別核種に関する検討結果 ⑥

□ ウラン

放射線による影響よりも化学物質としての毒性がより鋭敏に出ると判断されたウランについては、耐容一日摂取量(TDI)を設定

TDI設定根拠試験	ラット91日間飲水投与試験
LOAEL(最小毒性量)	0.06 mg/kg体重/日
LOAEL設定根拠	腎尿管の変化
不確実係数	300

$$\text{耐容一日摂取量(TDI)} = 0.2 \mu\text{g/kg体重/日}$$

TDIに相当する量のウランを1年間摂取した場合の推定放射線量

体重60kgとした場合、天然のウランの存在度と各同位体の線量換算係数を用いて放射線量を見積もると、実効線量として約0.005mSv/年に相当したがって、ウランの毒性は化学物質としての毒性がより鋭敏に出るものと考えられた

23

低線量放射線による健康影響

24

より確かな評価のために

- 動物実験あるいは*in vitro* (試験管内での) 実験の知見よりもヒトにおける知見を優先することとした
- 低線量(※)における影響は、主に発がん性として現れるため、疫学のデータを重視した
※おおむね100~200mSv以下の放射線量
- ヒトにおける知見(疫学データ等)については、核種を問わず、曝露された線量についての情報の信頼度が高いもの、調査・研究手法が適切なものを選択して評価を行った

25

科学的知見(データ)に基づく中立・公正な評価の実施(1) ~累積線量による評価~

- 参照した文献等において、曝露された線量についての情報が1年間当たりの年間線量で示されず、累積線量を用いて取りまとめられていたものが多く存在した
- 参照した文献等において、多くの年間線量値は一定の仮定の下で累積線量から割り出されていた

このため、
根拠となり得る文献において疫学データを累積線量で取りまとめた場合にあつては、それを尊重することとし、累積線量によって健康への影響を検討することが妥当と判断した

26

科学的知見(データ)に基づく中立・公正な評価の実施(2) ~外部被ばくを含む疫学データの使用~

- 本来評価は、食品の摂取に伴う放射性物質による内部被ばくのための健康影響に関する知見に基づいて行うべきであるが、そのような知見は極めて少なく、客観的な評価を科学的に進めるためには外部被ばくを含んだ疫学データをも用いて評価せざるを得なかった
- 累積線量又は年間線量における食品の寄与率を科学的合理性をもって推定できるような文献は見当たらなかった

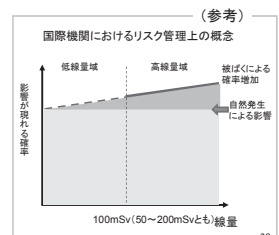
27

科学的知見(データ)に基づく中立・公正な評価の実施(3)

比較的高線量域で得られたデータを一定のモデルにより低線量域に外挿することに関しては、国際機関において、閾値がない直線関係であるとの考え方に基づいてリスク管理上の数値が示されている



仮説から得られた結果の適用については慎重であるべきであり、実際のヒトへの影響を重視し、根拠の明確な疫学データで言及できる範囲で結論を取りまとめることとした



28

入手し得た文献の整理

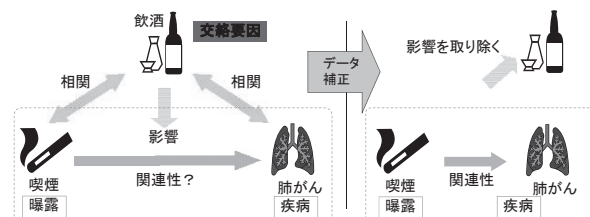
疫学データの種々の制約を十分認識した上で、入手し得た文献について、様々な観点から参考にし得る文献が否かについて整理した

- 研究デザインや対象集団の妥当性
- 統計学的有意差の有無
- 推定曝露量の適切性
- 交絡因子の影響
- 著者による不確実性の言及 等

29

交絡とは(参考)

- 曝露と疾病の関連性が、第三の要因の影響によって過大または過小に評価されてしまう現象をいう
- 例えば、喫煙と肺がんの関連性を調べようとする場合、調べようとする要因(喫煙)以外の要因(飲酒など)ががんの発生率に影響を与えている可能性もある
- このとき、飲酒が交絡要因に該当し、飲酒が調査に影響を与えないように、データを補正する必要がある



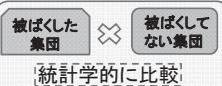
出典: 食品安全委員会(ビジュアル版用語集) 30

食品健康影響評価の基礎となった疫学データ

- インドの自然放射線量が高い(累積線量500 mGy強)地域で発がんリスクの増加がみられなかった報告 (Nair et al. 2009)

- 広島・長崎の被ばく者における疫学データ

白血病による死亡リスク (Shimizu et al. 1988)



200mGy以上でリスクが上昇
200mGy未満で差はなかった

固形がんによる死亡リスク (Preston et al. 2003)



被ばく線量が増えど
リスクが高くなることが
統計学的に
確かめられた

被ばく線量
0~100mSv
の集団
統計学的に
確かめられず

31

インド、ケララ地方
モナザイトに含まれるトリウムによる自然発生の高放射能地域
(Nair et al., (2009) Background radiation and cancer incidence in Kerala, India-Karunagappally cohort study. Health Phys. 96, 55-66.)

白血病以外のがんの相対リスク

	Cumulative radiation dose (mGy)					P value for trend
	0-49	50-99	100-199	200-499	500+	
Mean dose	36	74	141	283	628	
RR	1	0.97	1.02	0.93	0.95	>0.5

Table 4より必要部分を表示。

白血病の相対リスク

	Cumulative radiation dose (mGy)				P value for trend
	0-49	50-99	100-199	200+	
RR	1	0.80	1.60	1.43	0.288

Table 6より必要部分を表示。

32

Excess Relative Risk Estimates for Selected Dose Range

Dose	ERR/Sv (SE)*	P value**
0-0.05	0.93 (0.85)	0.15
0-0.1	0.64 (0.55)	0.30
0-0.125	0.74 (0.38)	0.025
0-0.15	0.56 (0.32)	0.045
0-0.2	0.76 (0.29)	0.003
0-0.5	0.44 (0.12)	<0.001
0-1	0.47 (0.10)	<0.001
0-2	0.54 (0.07)	<0.001
0-4	0.47 (0.05)	<0.001

Studies of Mortality of Atomic Bomb Survivors. Report 13: Solid Cancer and Noncancer Disease Mortality: 1950-1997
Dale L. Preston, Yukiko Shimizu, Donald A. Pierce, Akihiko Suyama, and Kiyohiko Mabuchi
Radiation Research, 160(4):381-407. 2003.

33

0 Gy群と比較した場合のがん死亡の推定相対リスク

(Shimizu et al. (1988) Life Span Study Report 11 Part 2. Cancer Mortality In The Years 1950-85 Based On The Recently Revised Doses (DS86). Technical Report RERF TR 5-88. Radiation Effects Research Foundation.)

A) Shielded kerma

Site of cancer	Shielded kerma (Gy)						
	.01-.05	.06-.09	.10-.19	.20-.49	.50-.99	1.0-1.9	2.0+
Leukemia	1.14 (.08, 1.62)	.25 (.06, .68)	1.27 (.74, 2.08)	1.59 (1.03, 2.42)	2.79 (1.77, 4.30)	6.09 (4.02, 9.16)	16.84 (11.52, 24.60)
All cancers except leukemia	1.03 (.97, 1.09)	1.09 (.99, 1.20)	1.07 (.98, 1.17)	1.10 (1.02, 1.19)	1.21 (1.09, 1.33)	1.50 (1.34, 1.69)	1.97 (1.69, 2.28)

B) Organ-absorbed dose

Site of cancer	Organ-absorbed dose (Gy)						
	.01-.05	.06-.09	.10-.19	.20-.49	.50-.99	1.0-1.9	2.0+
Leukemia	.99 (.68, 1.40)	.61 (.25, 1.22)	1.08 (.61, 1.82)	1.79 (1.18, 2.68)	4.15 (2.76, 6.19)	8.01 (5.34, 11.94)	18.57 (12.05, 28.20)
All cancers except leukemia	1.06 (1.0, 1.12)	1.08 (.98, 1.19)	1.06 (.97, 1.16)	1.12 (1.03, 1.21)	1.36 (1.23, 1.51)	1.66 (1.45, 1.90)	2.05 (1.66, 2.50)

括弧内の数値は90%信頼区間を示す。
下線を引いた太字の数値は5%水準で有意である。

34

食品健康影響評価の参考とした小児、胎児に関する疫学データ

- チェルノブイリ原子力発電所事故に関連した報告
- 5歳未満であった小児に白血病のリスクの増加 (Noshchenko et al. 2010)
- 被ばく時の年齢が低いほど甲状腺がんのリスクが高い (Zablotska et al. 2011)

《ただし、どちらも線量の推定等に不明確な点があった》

- 胎児への影響
- 1 Gy以上の被ばくにより精神遅滞がみられたが、0.5 Gy以下の線量で健康影響が認められなかった (UNSCEAR 1993)

35

食品健康影響評価の結果の概要 (平成23年10月27日 食品安全委員会)

- 放射線による影響が見いだされているのは、生涯における追加の累積線量が、おおよそ100 mSv以上(通常の一般生活で受ける放射線量(自然放射線や医療被ばくなど)を除く)
- そのうち、小児の期間については、感受性が成人より高い可能性(甲状腺がんや白血病)がある
- 100mSv未満の健康影響について言及することは困難と判断
 - 曝露量の推定の不正確さ
 - 放射線以外の様々な影響と明確に区別できない可能性
 - 根拠となる疫学データの対象集団の規模が小さい

36

低線量放射線による食品健康影響評価の結果

「おおよそ100mSv」は、

- 1) 健康影響が必ず出るとい値ではなく、また、健康影響がでる・でないの境界(閾値)の値でもない
- 2) その値未満での健康影響は
 - 曝露量の推定の不正確さ
 - 放射線以外の様々な影響と明確に区別できない可能性
 - 根拠となる疫学データの対象集団の規模が小さいなどのために健康影響は証明できず、言及は困難
- 3) あくまで食品のみから追加的な被ばくを受けたことを前提
内部被ばくと外部被ばくを合計したリスクの評価をしたものではない
- 4) 食品からの放射性物質の検出状況、日本人の食品摂取の実態等を踏まえて、リスク管理機関が考慮すべき値
- 5) 行政上の規制値ではなく、放射性物質を含む食品摂取に関するモニタリングデータに基づく追加的な実際の被ばく量に適用すべき値

37

(参考)

食品中の放射性物質の基準値

放射性セシウムの暫定規制値※1

食品群	規制値 (Bq/kg)
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

放射性セシウムの基準値※2

食品群	規制値 (Bq/kg)
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

38

第 48 号 2012 年

主催：城西大学国際学術文化振興センター（JICPAS）

城西大学 生涯教育センター

城西大学 薬学部

城西国際大学 薬学部

共催：公益財団法人 日本薬剤師研修センター

城西大学 同窓会・薬友会

協賛：公益社団法人 日本薬学会

社団法人 埼玉県薬剤師会

社団法人 埼玉県病院薬剤師会

一般社団法人 日本女性薬剤師会

後援：城西大学 父母後援会

城西大学 薬学協力会

埼玉県坂戸市けやき台 1 - 1

TEL 049 (271) 7795