

第21回女子栄養大学栄養科学研究所講演会

放射線防護食品 と放射能除去法

放射線防護食と遺伝子

女子栄養大学栄養科学研究所 所長 香川靖雄

野菜を食べて、毎日元気！

カゴメ株式会社総合研究所 主席研究員 稲熊隆博

食品中の放射能汚染による内部被ばくと健康影響

自治医科大学RIセンター 管理主任 菊地透

2011.11.19

女子栄養大学駒込校舎小講堂

第21回女子栄養大学栄養科学研究所講演会

テーマ：放射線防護食品と放射能除去法

日時：平成23年11月19日（土） 午後1時～4時45分

会場：女子栄養大学駒込校舎小講堂

座長：女子栄養大学栄養クリニック 所長 田中 明

司会進行：女子栄養大学栄養科学研究所 専任講師 香川雅春

1:00 - 1:05◇開会の挨拶◇

……………女子栄養大学 学長 香川芳子

1:05 - 2:05■放射線防護食と遺伝子

……………女子栄養大学栄養科学研究所 所長 香川靖雄

2:05 - 3:05■野菜を食べて、毎日元気！

……………カゴメ株式会社総合研究所 主席研究員 稲熊隆博

3:05 - 3:20 休口憩

3:20 - 4:20■食品中の放射能汚染による内部被ばくと健康影響

……………自治医科大学RIセンター 管理主任 菊地透

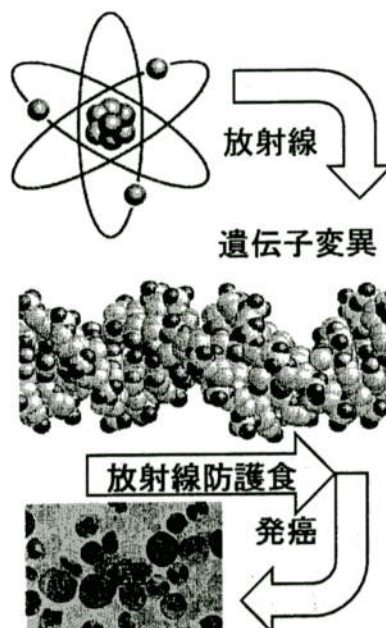
4:20 - 4:40□質疑応答

4:40 - 4:45 ◇閉会の挨拶◇香川靖雄

放射線防護食

2011年11月19日

**放射能の安全性の討議
は必ずICRP勧告の国際
的合意に基づいて行う
国民に希望を！**

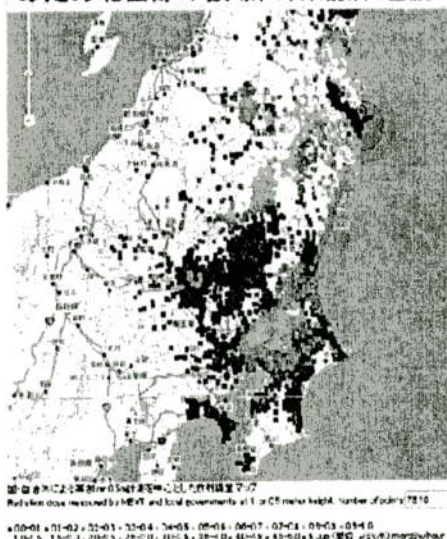


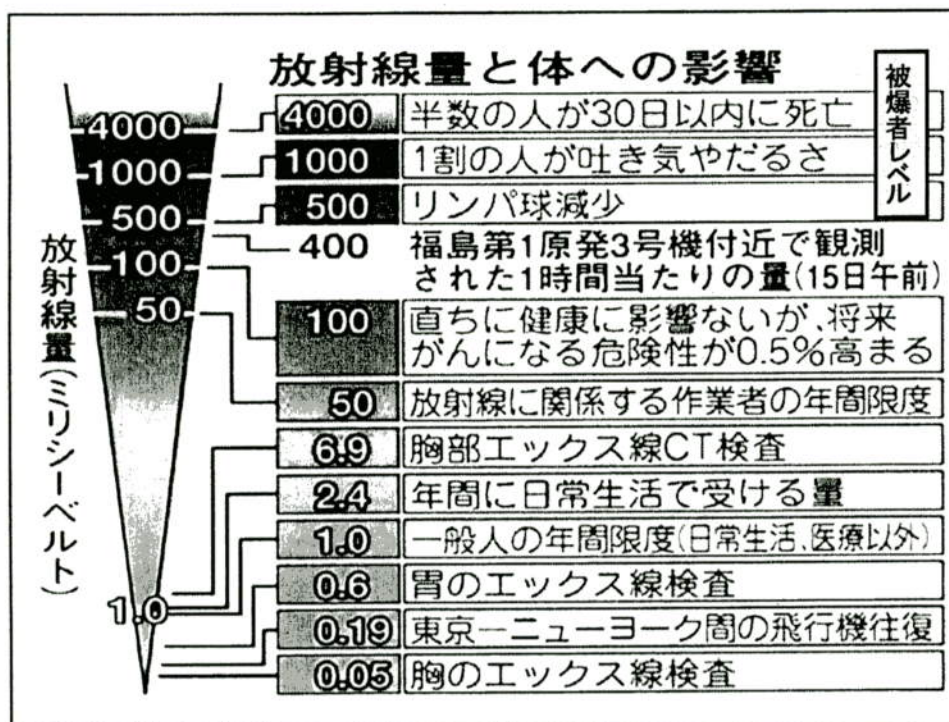
ホットスポットとは局地的に放射線量が高くなっている場所

なぜ神奈川のお茶に

風向や、雨、地形の影響で、福島県のみならず、関東地方の広範囲(東京都、千葉県、茨城県、埼玉県、神奈川県、群馬県、栃木県)に点在している

緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム(SPEEDI)のデータ利用を怠る。そのため北西部の被曝、ヨウ素服用逸機





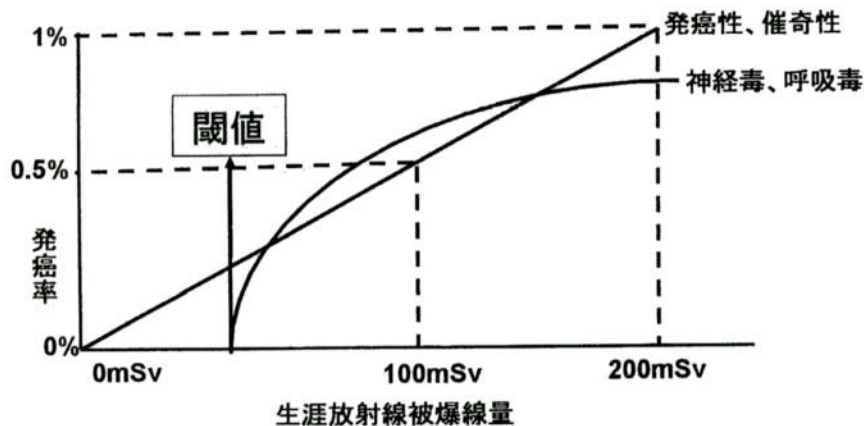
低線量放射線の人体影響については、100mSv以下では健康影響はないのだとわかりやすく説明する専門家もいるが、実際には100mSv以下は現状のリスクは不確かさが大きくて、リスクそのものを正確に推定することができない。ICRPでは放射線から人を守る、つまり防護するためには、閾値なしのモデル、つまり被ばく量はゼロmSvになるまでそれに相応したリスクがあるという直線型に立って評価をし、放射線防護の目標を定める。どこまでなら社会的に容認できるのか、容認できるレベルを、状況に応じて、決めている。

ICRP
Publication 103

日本アイソトープ協会

放射線障害には微量でも閾値はない。
 100mSv以下は疫学的に不明とされるが、分子生物学的には比例的障害

遺伝子の塩基に確率的に作用するので摂取量に比例



放射線照射による標的分子量と標的断面積の測定

- ★ イオンクラスター
- 😊 無傷分子
- ☒ 破壊分子

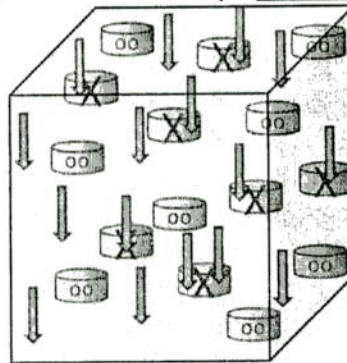
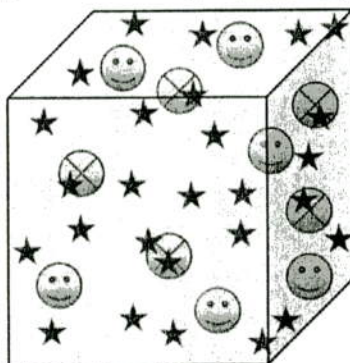
X
β
γ
線

放射線量=D
 全分子数=N₀
 無傷分子=N
 $\ln N/N_0 = -kD$
 標的分子量=
 $6.4 \times 10^6 / D_{37}(\text{kGy})$

- 線状イオンクラスター
- 😊 無傷分子
- ☒ 破壊分子

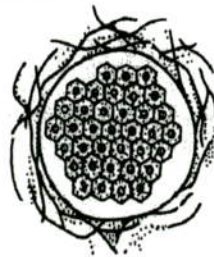
重
粒
子
α
線

X線と同様に
 不活化係数k、
 $kD=1$ の不活
 化線量D₃₇から
 標的断面積
 を算出する。



標的分子量実測例: Kagawa Y. Biochim. Biophys. Acta, 131, 586-588 (1967)

腫瘍を
顕微鏡
で見て
診断。



良性腫瘍



悪性腫瘍

成長	おそい	速い
境界	明瞭(膨張性)	不明瞭(浸潤性)
転移	ない	ある
細胞	分化	異型(不規則)
全身の栄養	影響なし	障害強く悪液質
表面	平滑	不規則
可動性	多い	少ない
癌遺伝子	わずかな変化	活性化
癌抑制遺伝子	無傷	消失

良性腫瘍と悪性腫瘍

癌は発癌遺伝子と癌抑制遺伝子の異常

放射線は遺伝子を破壊し変異を起こす癌の原因

癌は放射線は癌原物質などのインシエーターで遺伝子に傷が付き、細胞が正常な分裂のコントロールを失うために始まる。癌を引き起こす「発癌遺伝子」は、約200種類があり、また細胞増殖を抑制する「癌抑制遺伝子」は、約20種類が知られている。これらの遺伝子に変異が積み重なって、さらにプロモーターで増殖して癌になる。癌細胞の増殖のスピードから逆算して、1個の癌細胞が発生してヒトを倒すまでに15～30年の時間がかかる。

イニシエーション: 癌の原因となる遺伝子の損傷。

プロモーション: 癌細胞の増殖を促進すること。

遺伝子変異を起こし癌を始める(イニシエーション)物を「イニシエーター」といい、癌細胞の増殖を促進する(プロモーション)物質を「プロモーター」と呼びます。

「イニシエーター」には 放射線や紫外線のような物理的原因とコールタールのベンツピレン、魚の焦げなどの癌原物質(変異原物質)があります。

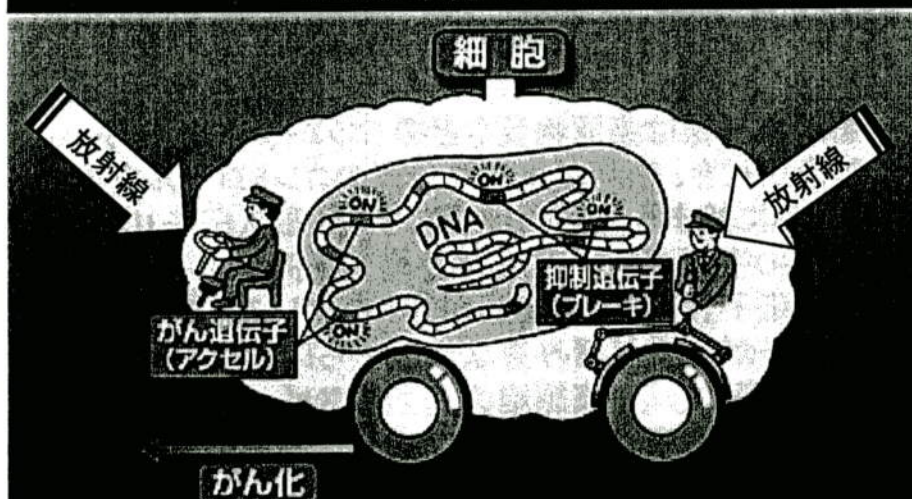
葉酸で遺伝子修復

「プロモーター」には 女性ホルモンや胆汁酸・高塩分・タバコ・人工甘味料・農薬(DDT・BHC)・PCBなどがあります。

ビタミンAの抗プロモーター作用で癌を抑制

がんは増殖のアクセルとブレーキが故障した暴走状態

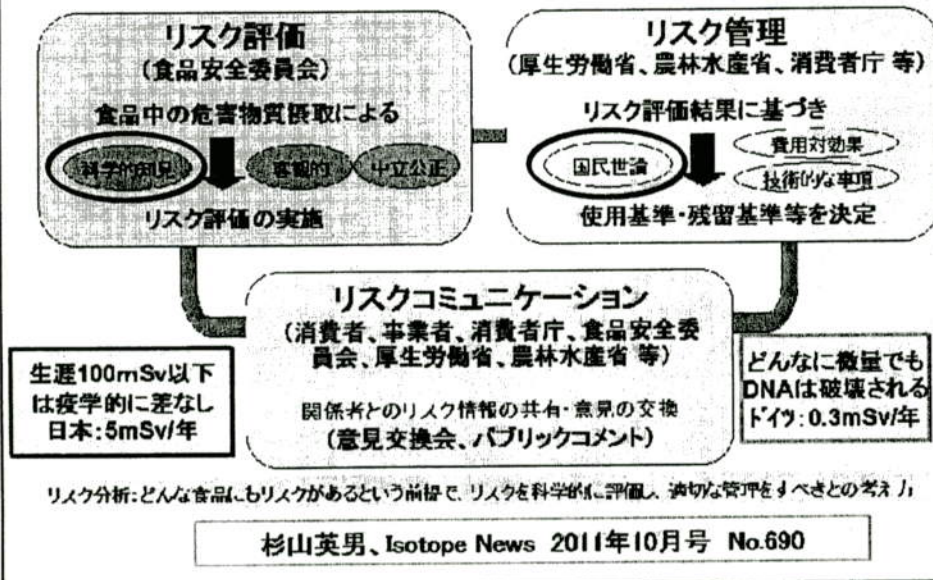
がん遺伝子とがん抑制遺伝子



イニシエーションはがん遺伝子とがん抑制遺伝子の両方の変異によって起こる。

リスク分析の3つの要素

食品の暫定基準値を500mSv/年とし数値は非公開と定める



日本の暫定基準値はドイツ規制値より125倍高く、
水はWHOの20倍(日本5mSv/年、ドイツ0.3mSv/年)

核種	品目	日本		WHO	ドイツ
		3/16以前	3/17以降		
放射性ヨウ素	飲料水	10	300 (幼児=100)	10	
	牛乳・乳製品[9]		300		
	野菜(根菜、芋類を除く)魚介類		2,000		
放射性セシウム	飲料水	10	200	10	乳幼児=4 青少年=4 成人=8
	牛乳・乳製品				
	野菜類				
	穀類		500		
	肉・卵・魚・その他				

食品中にこれだけ多くのカリウム40の自然放射能がある

食品中のカリウム40のおおよその放射能

食 品 名	放射能 (ベクレル/kg)	食 品 名	放射能 (ベクレル/kg)
干し昆布	2000	魚 牛 乳	100
干し椎茸	700	米	50
お 茶	600	食 パ ン	30
ドライミルク	200	ワ イ ン	30
生わかめ	200	ビ ー ル	10
ハウレンソウ	200	清 酒	1
牛 肉	100		

[出所] 放射線医学総合研究所資料

セシウム137の暫定基準値500ベクレル/kg

[出典] 渡利 一夫、稲葉次郎 (編): 放射能と人体、研成社(1999), p45

γ線はセシウム137以外に多数の放射性核種から出るので、γ線のエネルギー(横軸、単位keV)で分けて測るγ線スペクトロメリーが必要

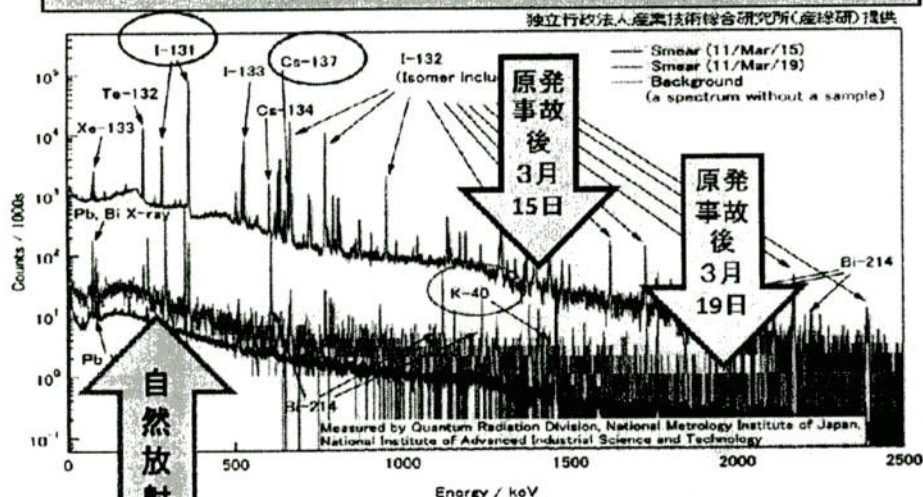
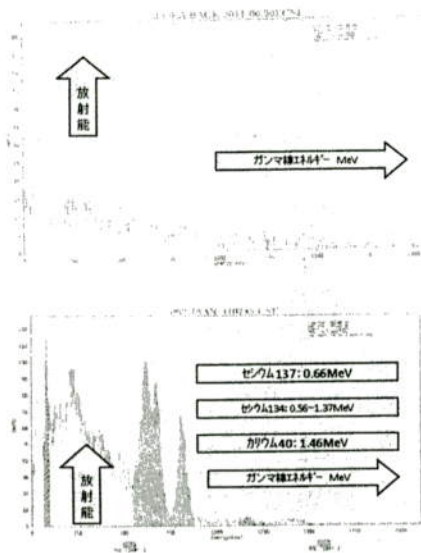


図 ビニ

に降下してきたほこりなどを採取した試料から放出された放射線のエネルギースペクトル。
赤: 2011年3月15日に採取した試料からのスペクトル
緑: 2011年3月19日に採取した試料からのスペクトル
青: 試料を置かないで測定したスペクトル

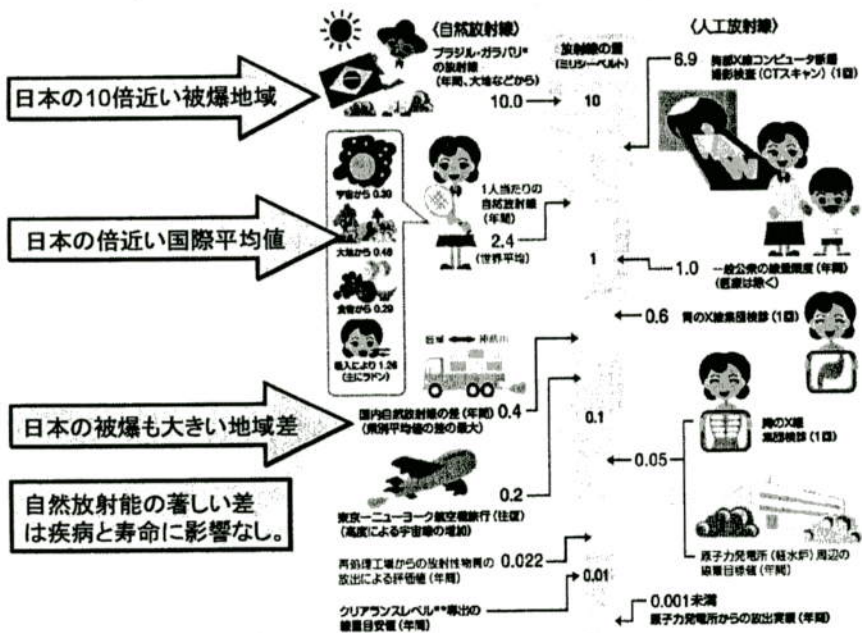
逆浸透膜による放射性物質除去実験結果(本研究所員長田)



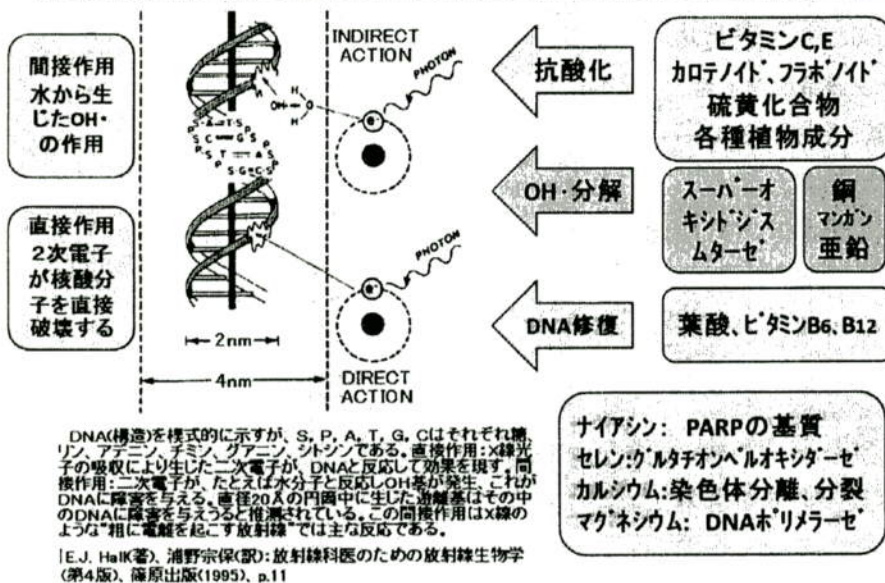
		検査番号: LAM-110745	
		2011年06月21日	
放射能汚染検査報告書			
[検査機器:] "Ge, NaI, NaI、ナトリウムスペクトロメータによる検査"			
品名 塩素系 様		株式会社 江崎建設株式会社	
放射能測定に係る検出率は、下記の通りです。			
品名	放射性のプルーム水	濃度	水
検査部	NaI(1)シンチレーションシステムベクター GAMMA LAB Storey	抽出液原率120%	
結果	放射性セシウム137	食品衛生法管理基準値 (Bq/kg)	
	抽出液原率以下 Bq/kg		
	放射性セシウム合計	品名	放射性セシウム 134と137の合計
	597 Bq/kg	飲料水・牛乳・乳製品	300 200
	放射性セシウム134	野菜・果実類	2000 500
放射性セシウム137	穀類・肉・卵・その他	300	
	255 Bq/kg		
放射性セシウム、セシウムの量は上記の数値です。			
備考	注1：抜粋の特長は、厚生労働省の意見書「緊急時に係る食品等の放射能に関する調査」に示す。食品等放射能検査方法シリーズ③「NaI(1)シンチレーションシステムベクターを用いた検査方法」を同一規格の検査で実施した。		
	注2：この測定値は持ち込んだ検体に対する結果である。		
測定機関：株式会社 江崎建設株式会社 自然エネルギー		製日期：2011年06月21日	

株式会社 加藤部分研研究所 066
TEL044-934-0020 FAX044-331-5812

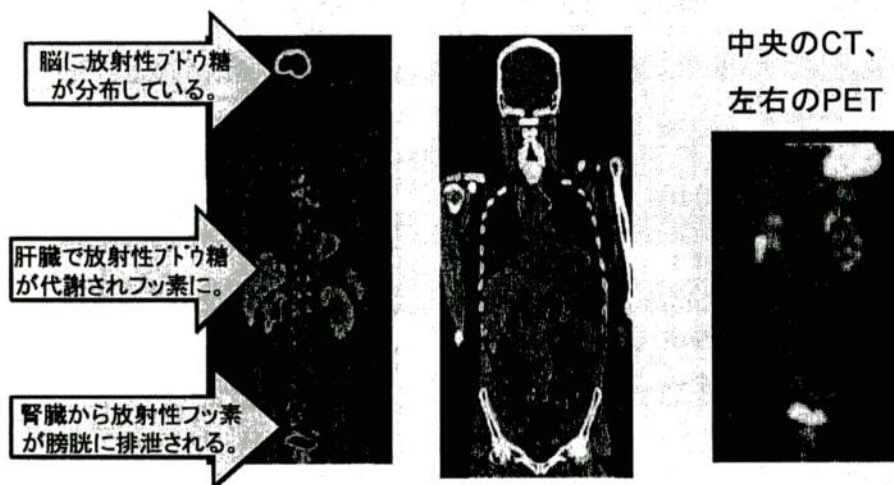
日常生活と放射線



放射線の遺伝子に対する間接作用と直接作用: 防御の栄養素



放射性同位元素の吸収、体内分布、代謝、排泄とその速度は定量できる。生物半減期



放射性同位元素の吸収、分布、代謝、排泄

摂取と吸入の防止

水: 逆浸透膜浄水器

空気: 活性炭マスク

食物: 洗浄、

酢漬、

加熱等

消化管吸収防止

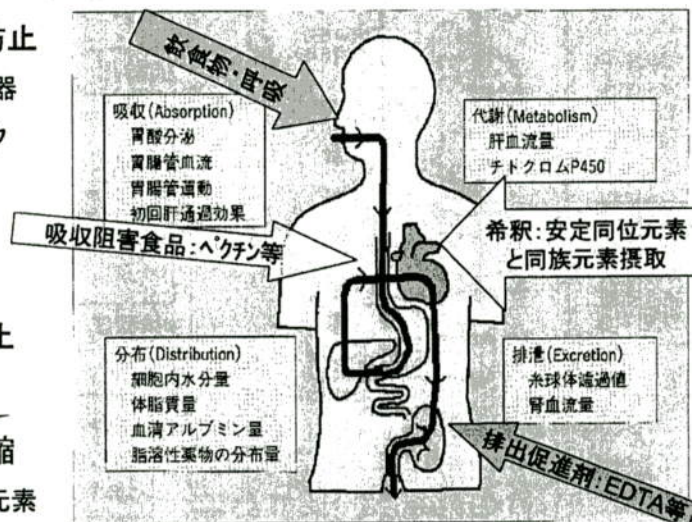
リンゴのペクチン等

フレイブレンブル

生物半減期短縮

安定同位・同族元素

遺伝子修復



薬の ADME とこれに関与する因子

調理・加工法によるセシウム137の除去率

ジャガイモ



- ・皮をむく 36%
- ・皮をむかずにゆでる 10%
- イモ4: 水1の割合

ニンジン



- ・皮をむいて、塩水でゆでる 40%

キノコ



- ・冷水から加熱沸騰 88~97.5%
- ・乾燥キノコの水戻し 80~91%

キュウリ (経根汚染)



- ・酢漬 84.7%

肉



- ・酢1: 水2の酢水に2日間漬ける 90%

淡水魚 (カワマス)



- ・塩水で煮る 56%
- ・オーブンで焼く 23%

※財団法人 原子力環境整備センター (現・原子力環境整備促進・資金管理センター) 発行「食品の調理・加工による放射性核種の除去率」より作成

セシウム137の体内での半減期

～ 1 歳まで	9日
---------	----

～ 9 歳まで	38日
---------	-----

～ 30 歳まで	70日
----------	-----

～ 50 歳まで	90日
----------	-----

※「チェルノブイリ：放射能と栄養」より

放射性同位元素と同じ安定同位元素が良く似た同族元素を摂取して競合、排泄を促進する。

安定カルシウムはストロンチウム-90、ストロンチウム-85、バリウム-140、およびラジウムから骨を保護。

安定カリウムはセシウム-137、セシウム134、カリウム-42、およびカリウム-40 から 筋肉、腎臓、肝臓、および生殖器を保護。

安定ヨウ素はヨウ素-131から甲状腺と性腺を保護。

安定鉄はプルトニウム-238、プルトニウム-239、鉄-238と鉄-239から肺、肝臓、および性腺を保護。

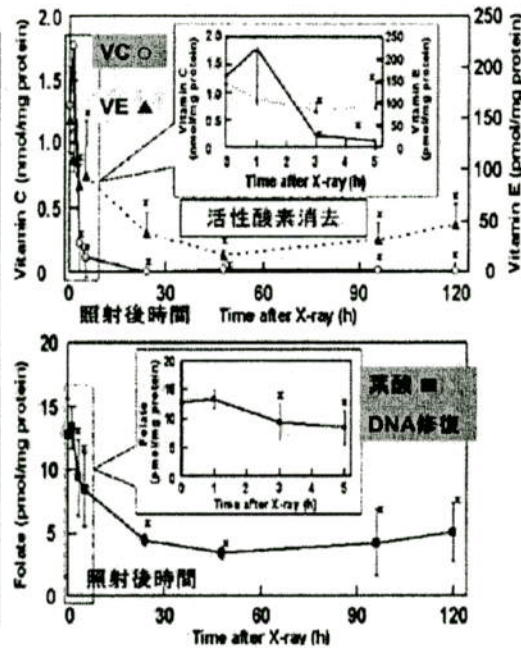
放射線照射後の 骨髄ビタミンC,E,葉 酸の急激な減少。

3GyのX線(0.5Gy/分)
全身照射後のマウス骨髄
中のビタミンC(○)、ビタ
ミンE(▲)、葉酸(■)を図
の各時間で測定。

縦線は標準偏差

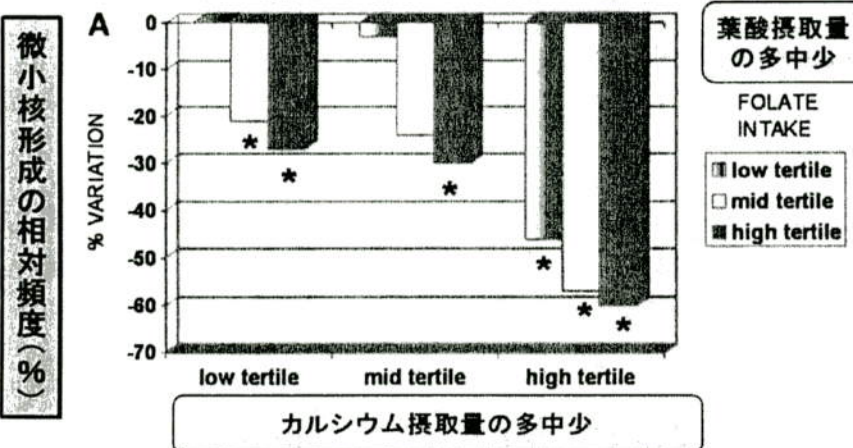
* は非照射対照との有
意差 ($p < 0.05$)

出典: Endo K, et al. Int J
Radiat Biol 83 (1) 65-71
(2007)



放射線防護食の基盤: 葉酸と染色体

体内の葉酸は放射線被曝に応じて減り、補給で遺伝子修復

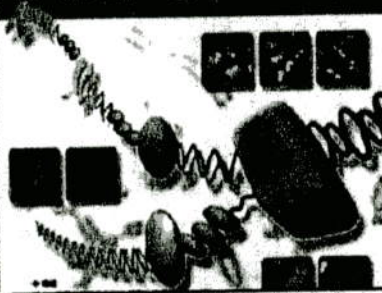


Fenech MF: Am J Clin Nutr 2010; 91S 1438S-1454S

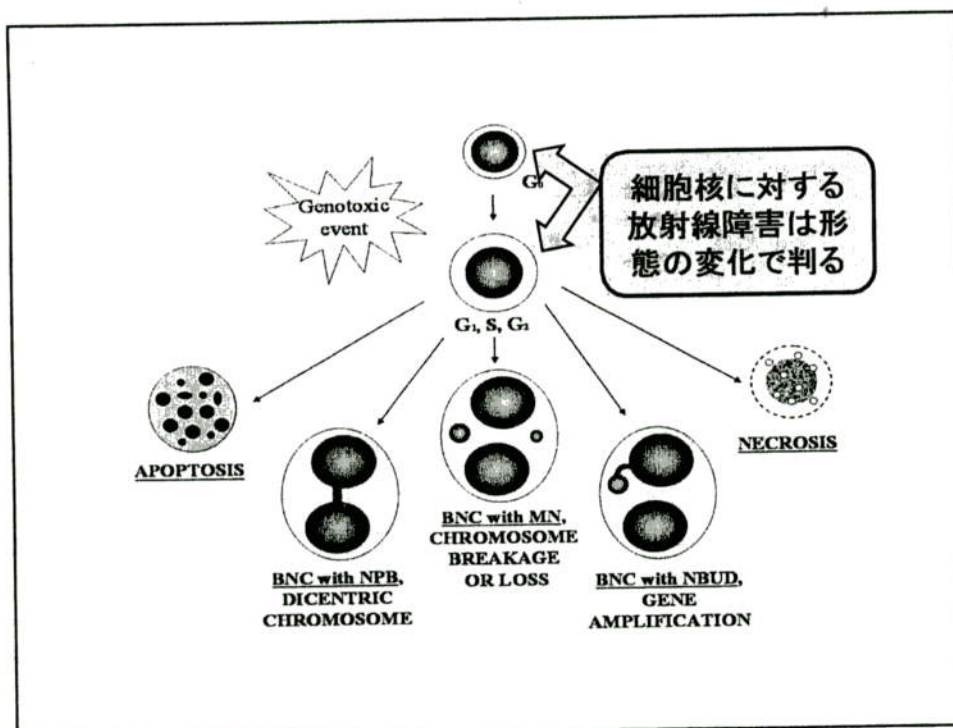
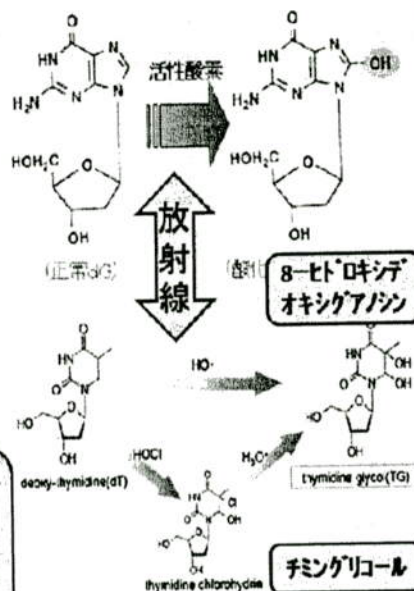
わかる実用医学シリーズ

DNA複製・修復 がわかる

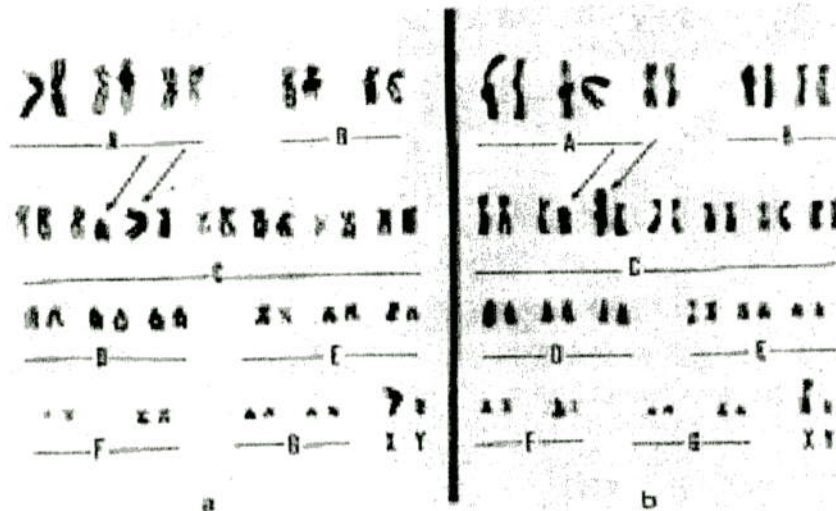
編著／花岡文雄
監修／山崎正和・山崎正典



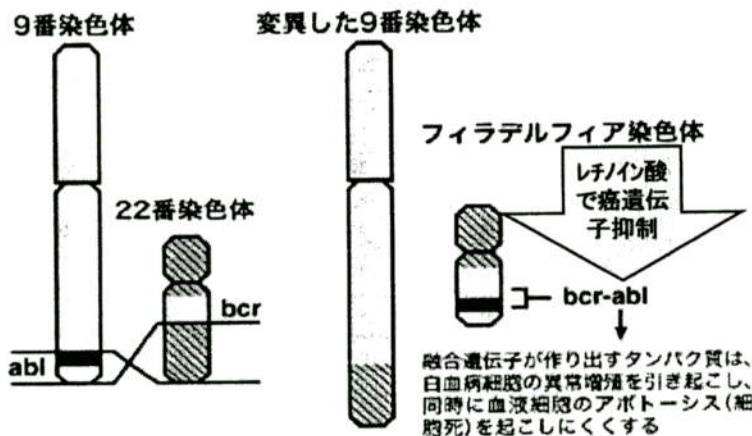
塩基除去修復経路
放射線でDNA内に出来た8-ヒトキシデ
オキシグアニンやチミングリコールをDNAグリコ
ラーゼで切除して、DNAポリマーゼで正し
い塩基を挿入して修復する。



高線量被曝者の末梢血造血幹細胞の染色体異常核型(a)と末梢血Tリンパ球の異常核型(b)。いずれも類似の核型異常(染色体数46本、XY性染色体、C群染色体の短腕欠失および過長を示す。[Amenomori et al., *Exp. Hematol.* 16, 1988]



被曝のイニシエーションで修復できない遺伝子の転座が起こり骨髄性白血病になっても、ビタミンAからできるレチノイン酸の抗プロモーター作用で治療できる。



ビタミンAで完全に治癒する癌がある

急性前骨髄球性白血病(APL)の分化誘導療法

1. APLにはレチノイン酸45 mg/m²(ビタミンA)経口投与による分化誘導療法が著効を呈し、90%前後が完全寛解に到達する。副作用の少ないことより医療費も軽減され、APLの第1選択治療法である。
2. 染色体転移により異常レチノイン酸受容体が産生される。
3. 分化誘導されたAPL細胞はprogrammed cell death(apoptosis)の機序により死滅し、約1か月で正常血球が回復して完全寛解に到達する。レチノイン酸の投与を継続すると容易に耐性が誘導され、再発するとレチノイン酸による再寛解導入は困難であるので、寛解後は他のAMLと同様に併用化学療法による強力な寛解後療法を行って再発しないようにする。

広島、長崎の被爆者20万人の現存者8万6543人の健康状態の追跡調査では一般人よりも健康である。

- ① 被爆者健康手帳保持者は年2回無料検診で予防が良い*。
- ② 野菜、果物の摂取量が多い被爆者は一般日本人より長寿。
- ③ 約20mSvの被曝の被爆者7400人の癌死亡率は低い。
- ④ 現在、多くの被爆者施設に百歳代の超高齢者が生存。
- ⑤ 低レベル放射線被曝者の子は一般平均と比較し死産、先天性異常、新生児死亡などの比率が低く、癌も少ない**。

*被爆者健康手帳保持者は広島・長崎から移住しても、移住先の自治体に記録移管・検診継続による追跡調査集団である。

**Br J Cancer (2003) 89, 1709 – 1713 (平均被曝線量は安全限度とされる100mSvを超える平均値の被爆者を選んで比較: 父134mSv母133mSvを対一般人0-3mSv)

爆心地の被爆者に百歳老人が多数：中江ひろさん113歳。

中江ひろ：生年月日：1898年10月30日：2011年に満113歳

ご子息克治氏と慶応大広瀬信義先生の許可で個人情報公開。

被爆状況：広島観音町（爆心から3.5km）克治氏は1.5km。

100歳以前は病歴がなく、107歳大腿骨折、現在は降圧剤内服

何となく面白い方で、毎日日記を書く。名刺の名前も読み、東京から来てくれてありがとうという。100から7を引くと93,93から7を引くと90などテストに合格。悲しいことや辛いことの記憶がない事から考えると、楽しいことやうれしいことばかりだったと思う。

血液生化学：2011年3月：Hb10.7g/dl、WBC6800、GOT23、コレステロール193mg/dl、中性脂肪70mg/dl、クレアチニン0.65mg/dl。

被曝者手帳保持者は年2回の無料検診で健康管理がよい。そのため1cGy以上の被曝を受けた長崎被爆者の年間全死亡率は0.5cGy以下の市内被曝者対照よりも有意に低い。

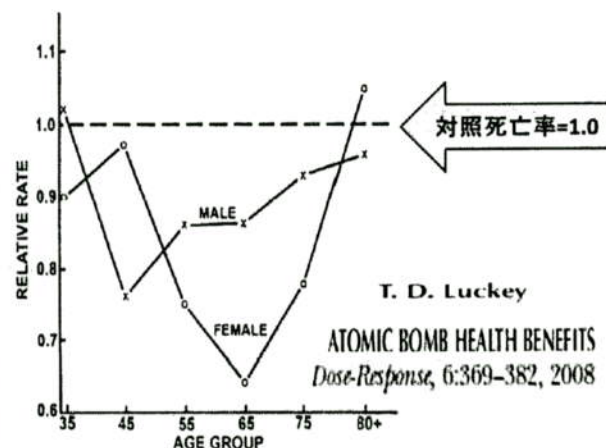


FIGURE 7. Relative risks for total mortality in Nagasaki survivors. Those exposed to >1 cGy were compared with those who were exposed to <0.5 cGy. Each age group represents a ten year span, ± 5 years of the year displayed (Kondo, 1993).

Kondo S. 1993. Health Effects of Low Level Radiation. Kinki Univ. Press, Osaka.

低線量被曝者*の癌死亡率は一般人より低い

*50cGy以下の被曝、1950年-1978年の集計

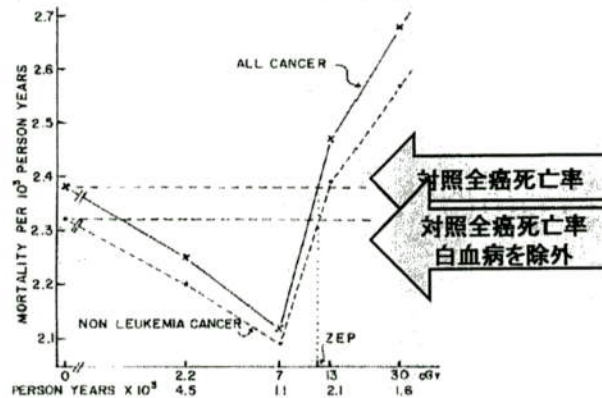


FIGURE 3. a. The simple average cancer mortality rates in both cities (1950-1978) with and without including leukemia (Kato *et al.*, 1987). The units at the bottom indicate the size of each group per 100,000. The assumed relative biologic effectiveness (RBE) of neutrons was one.

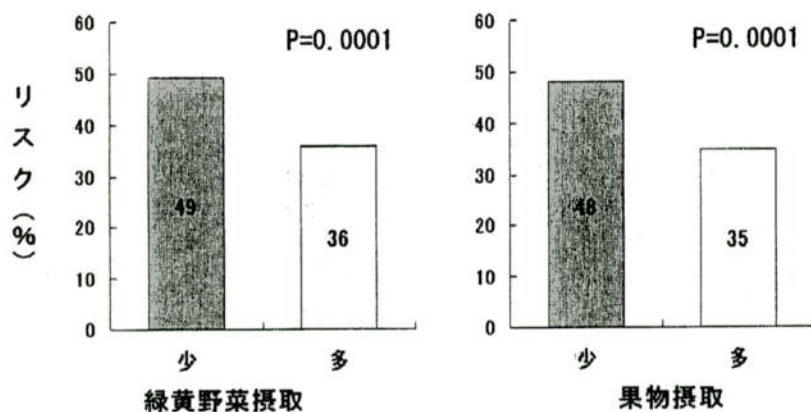
Fig. 3a. Dose-response analyses among atomic bomb survivors exposed to low-level radiation. Kato H, et al. *Health Phys.* 1987;52(5):645-652.

放射線防護食の基盤: 葉酸と染色体



Fenech MF: *Am J Clin Nutr* 2010; 91S 1438S-1454S

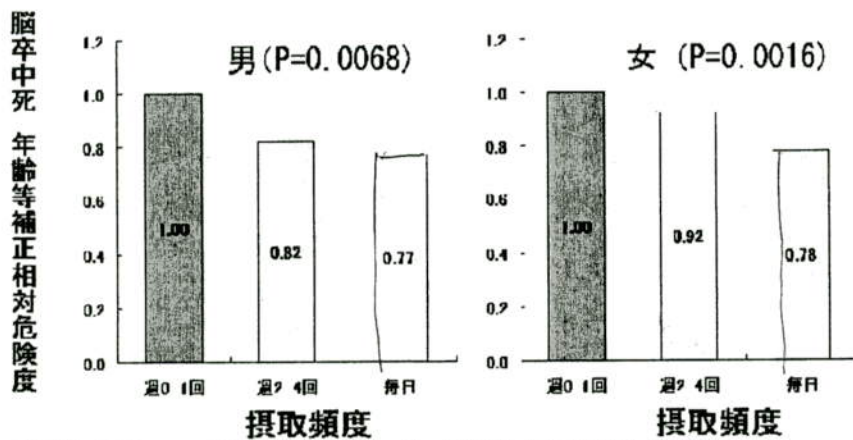
原爆被曝者の全固形癌のリスク(%)は緑黄野菜や果物の十分な摂取があれば有意に下げることができる。



出典: C. Sauvaget et al. / *Mutation Research* 551 (2004) 145-152

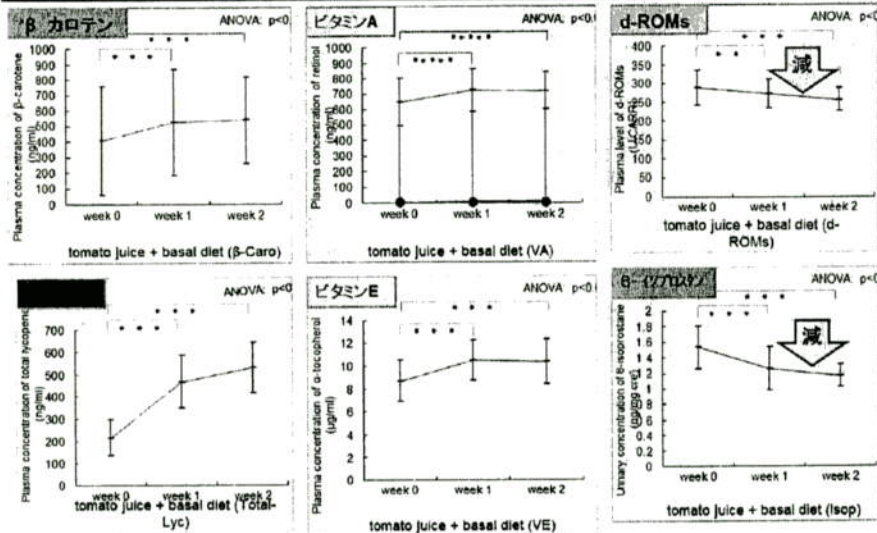
広島・長崎被曝者の中で緑黄野菜摂取頻度が多い人は脳卒中死亡危険度も低い

18年間 43,498名中1,926名が脳卒中死

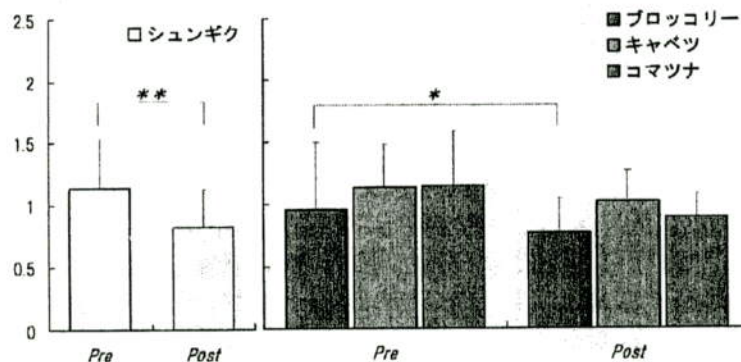


出典: Sairvaget C. et al. *Stroke* 2003; 34: 2355-2360

高リコペントマトジュース摂取で血漿のβカロテン、VA、リコペン、VE
が増加して活性酸素が減った。(栄大、カゴメ)



春菊は抗酸化能が特に大きい。葉酸含量はホウレン草、ブロッコリーと同じ。



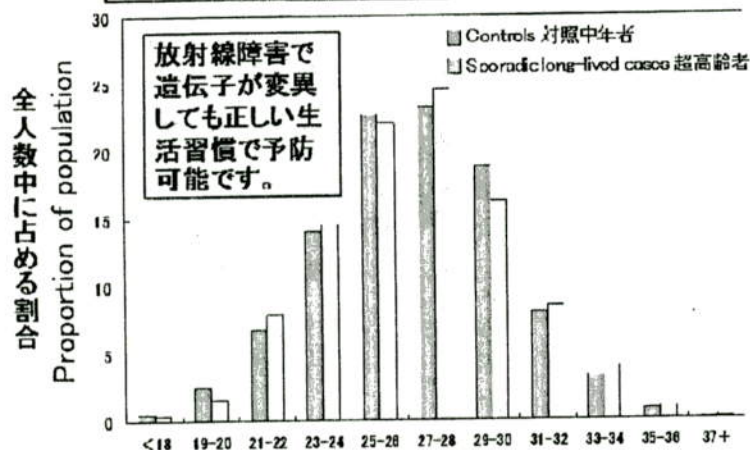
シュンギクおよびブロッコリーの負荷により
尿中8-isoprostaneが有意に低下した

*: $p < 0.05$
***: $p < 0.01$

超高齢者と対照中年者の癌、心臓病、糖尿病のリスクとなる遺伝子多型の数はほぼ同じ。多い者は37以上ある。

元気な超高齢者は遺伝でなく生活習慣で決まる。

遺伝子科学の発展が栄養指導を革新した。



Beekman M et al. Proc Natl Acad Sci 107:18046-9, 2010

宇宙飛行士は1日1mSvも被曝する

地上では厚い大気の層に守られて宇宙からの放射線を直接被曝する量は少ないが、宇宙に滞在する飛行士は銀河からの宇宙線と太陽放射線(太陽から放射される陽子などの荷電粒子)を被曝する。地上400kmの軌道上を飛行する国際宇宙ステーション(ISS)の場合、飛行士は平均1mSv(0.3~1.5)/日の被曝をする。これは胸部X線写真を毎日2~3枚撮ることに相当する。

飛行士の放射線被曝管理は、飛行士が装着している個人線量計、ISS内に設置している放射線環境モニターの読み値(リアルタイムでわかる)等のデータを総合的に評価して実施している。

日本人宇宙飛行士のためには宇宙日本食が準備され、各社の製品は筑波宇宙センターの認証基準にしたがって作成される。

〒305-8505 茨城県つくば市千現2-1-1 筑波宇宙センター

宇宙航空研究開発機構 有人宇宙技術部

TEL: 029-868-5000 E-mail: spacefood@jaxa.jp

宇宙飛行士は毎日1mSvも被曝する

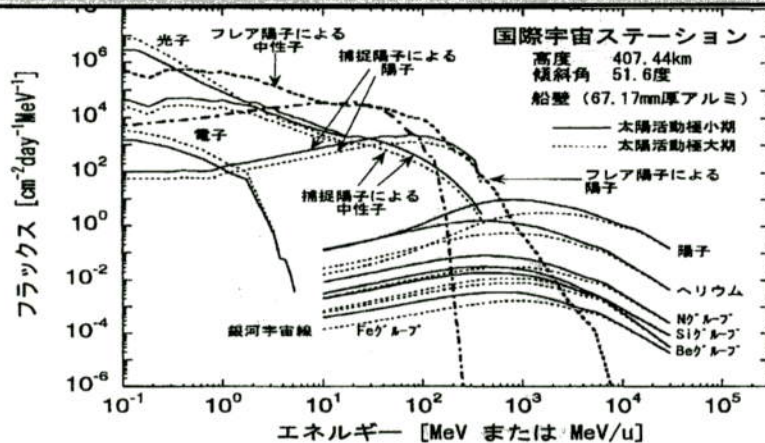


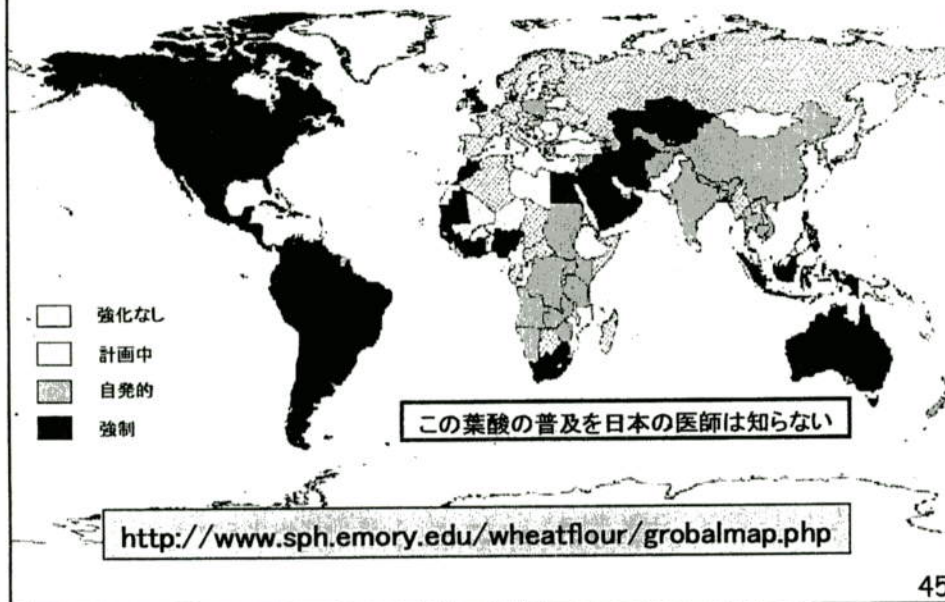
図 1-7 国際宇宙ステーション軌道における船内宇宙放射線エネルギースペクトル推定 (船壁 67.17mm)
(上記の図のうちヘリウム、Be、N、Si、Fe グループについては、エネルギーは[MeV/u]である。)
(N グループ等は、図 1-2 に示す元素の分類によって分けられたそれぞれのグループを示す)

宇宙日本食 野菜飲料と野菜飲料ゼリーの栄養成分 宇宙飛行士は宇宙船の中で1mSv/日の放射能を浴びる

	野菜生活 (190g)	野菜飲料ゼリー: ニンジン (180g)	トマトジュース無塩 (160g)	野菜飲料ゼリー: トマト (180g)
エネルギー(kcal)	63	109	32	137.24
糖質(g)	14.6	22.9	6.1	29.8
食物繊維(g)	0.5~1.3	6	1.1	6
ナトリウム(mg)	27~79	25~94	1~18	37
カルシウム(mg)	19	24	11	23
カリウム(mg)	300	430	460	390
ビタミンA(ug)	280~940	230~880	-	-
β-カロテン(ug)	3000~8700	2400~8200	-	-
リコピン(mg)	-	-	16	30
ビタミンC(mg)	-	-	-	100

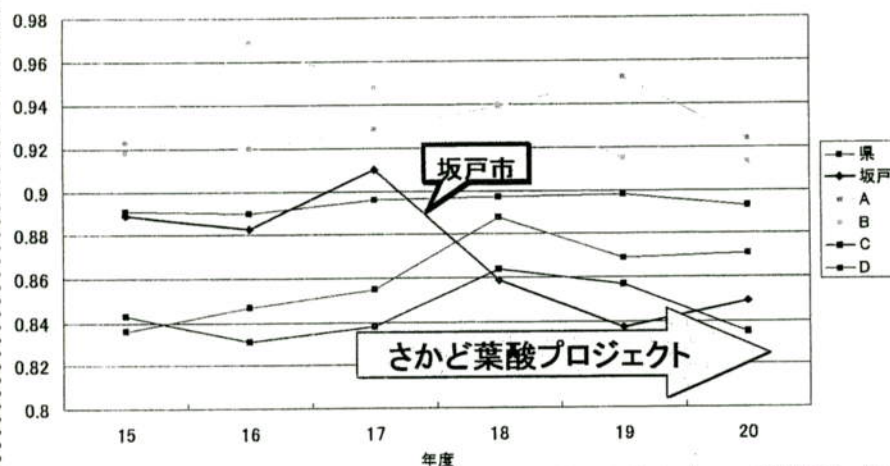
赤字は放射線防護栄養素 青字は骨粗鬆症予防

世界60カ国で米を含む穀類への法的葉酸強化



45

医療費の全国、近隣市との比較 (全国平均を1とした場合坂戸市は0.85)



※厚生労働省HP(医療費地域差指数) <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/hoken/iryomap/> (給付費ベース)

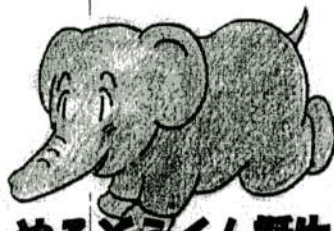
※H20は、後期高齢者医療制度の創設に伴い、給付費等の範囲が大きくなっているため、単純比較はできない。

さかど葉酸プロジェクトによる医療介護費の削減
日本医学会総会講演 <http://ex2011.net>のインフォメーション→健康情報サイ



葉酸米開発、遺伝子分析
機開発、栄養指導の実現

市民を「元気にし隊」



やるぞうくん誕生!

坂戸市の形から…健康づくりマスコットキャラクター

「野菜を食べて、毎日元気！」

カゴメ株式会社 総合研究所

稲熊隆博

1. もっと野菜を

人生で一番求められるのは、健康であり、長寿ではないでしょうか。長寿が平均寿命であらわされるなら、健康とは自分のことが自分でできる、健康寿命になります。健康の維持や増進には栄養素が必要ですし、長寿には老化の遅延が望めます。

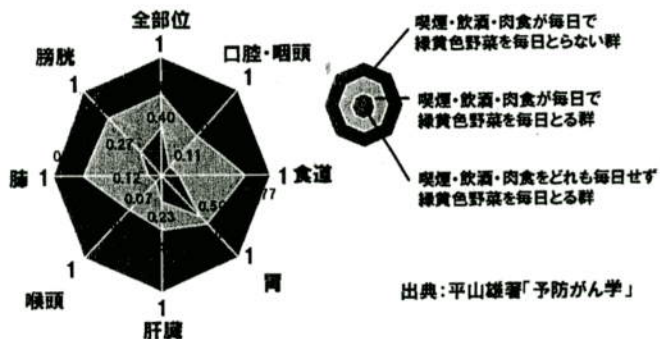
野菜には、健康に関わるビタミン、ミネラル、食物繊維をはじめ栄養学的に重要な成分が含まれます。また、老化遅延に寄与するといわれる野菜の色成分であるカロテノイドやフラボノイドなどが含まれています。野菜の摂取は、健康であり長寿であるために重要であるといえます。

ところで、野菜の摂取量を調べると、一日一人当たり 300g 程度であり、緑黄色野菜では約 100g です。日本人の健康を考えて 2000 年に発表された健康日本21の目標値は野菜 350g 以上、緑黄色野菜 120g 以上ですが、現状達していません。すなわち、「もっと野菜を」摂らなければならないということです。

表1. 日本における栄養素の摂取状況

	ビタミン			ミネラル		食物繊維	カロテノイド	
	ビタミンA μg	ビタミンC mg	葉酸 μg	カルシウム mg	鉄 mg		リコピン mg	β-カロテン mg
推奨量 (成人)	650~ 850	100	240	622~ 778	7.0~ 10.5	17以上 (目標値)	—	—
摂取量 (成人)	603	127	318	505	8.1	15.2	1.5	3.1
摂取品目 No.1	野菜類	野菜類	野菜類	牛乳・ 乳製品	野菜類	野菜類	野菜類	野菜類
No.2	肉類	果実類	穀類	野菜類	穀類	穀類	果実類	果実類

※ビタミンAはレチノールとカロテンから換算されるレチノール当量の値
※食物繊維の摂取量はカゴメの調査値
※食生活改善調査(2010年度値)、国民健康栄養調査(平成20年)



出典：平山雄著「予防がん学」

図1 緑黄色野菜とがん

どうして野菜を摂らなければならないのでしょうか。日本人の食生活から見ると、ビタミンやミネラル、食物繊維の摂取源として野菜があげられます。野菜を摂取しなければ、生きていけなくなります(表1)。また、もうひとつ野菜に含まれる重要な成分があります。それは野菜の色です。1980年代に緑黄色野菜とがんとの関係が報告されました(図1)。野菜の色、代表的な成分としてカロテノイドがありますが、カロテノイドは、活性酸素の一種である一重項酸素の消去に優れています。がんの予防に関して野菜の色が注目されました。私も野菜の色の研究をカロテノイドの活性酸素の消去の論文がでた、1989年より開始しました。

2. 野菜の色と放射線

野菜の色と活性酸素の消去に関して、例としてトマト摂取における放射線障害からの防御についてお話したいと思います。この研究は、宇宙食の開発を目的に、「宇宙でも野菜は必要か。」という命題を設けて進めました。

宇宙では無重力や自然放射線など、環境の相違により様々な健康上の問題が生じます。特に、放射線量は地上と比較して、約 100 倍といわれています。宇宙飛行士の健康を守るために放射線の障害を防護する必要があります。これまでの報告では抗酸化物質の摂取があげられており、抗酸化物質を多く含むトマト摂取によって放射線障害の防護効果が期待できました。そこで、トマトの抗酸化物質の代表であるリコピンの摂取による動物試験を実施しました。放射線の障害を受けると小腸が大きな損傷を受けます(図 2)。また、いつリコピン摂取をすればいいかについて、照射前、照射後、そして照射前後に検討しました。結果は図3-5に示しましたが、リコピンは放射線による障害から小腸を防護するとともに障害からの回復も促進することが示唆されました。それらを受けて、宇宙食を開発いたしました。

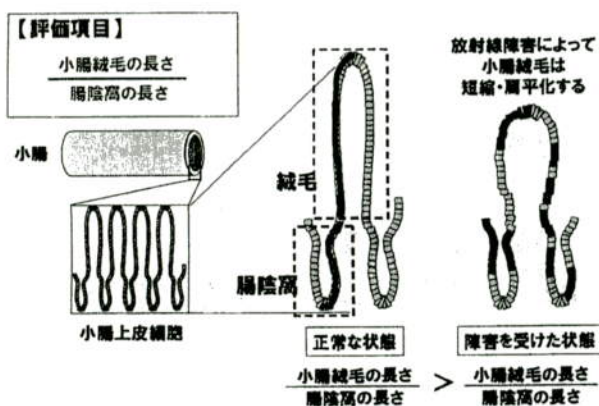


図2 放射線障害の評価方法

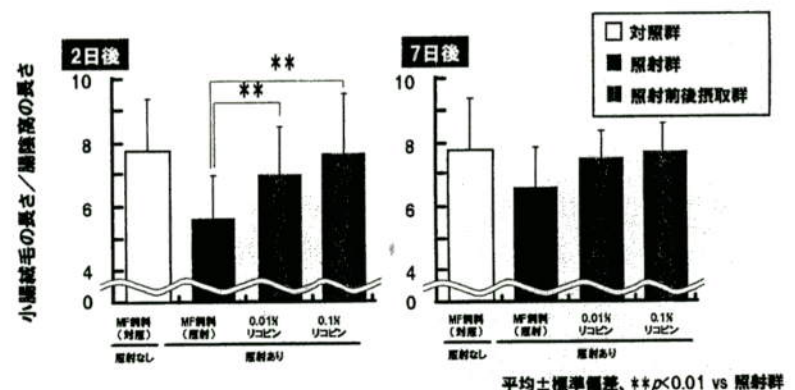


図3 小腸絨毛の扁平化

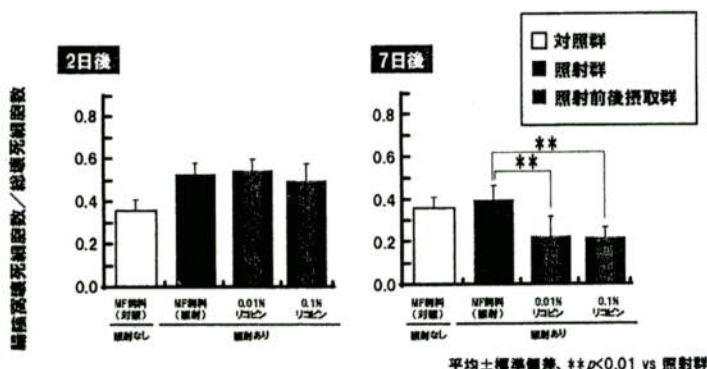


図4 小腸の細胞壊死からの回復

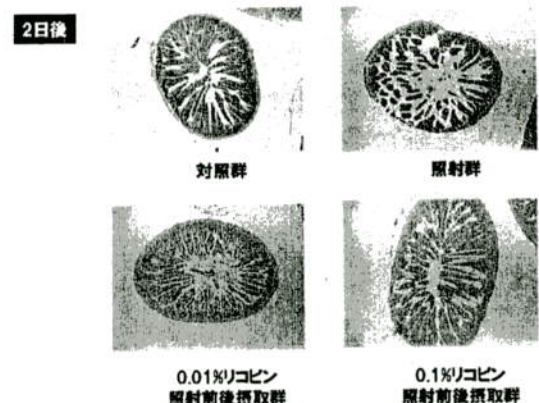


図5 小腸の状態

3. きちんと野菜を

これまでの情報から、野菜を摂れば良いと理解していただいたと思っています。もっというとサラダで摂れば良いとお考えではないでしょうか。本当に野菜摂取の方法はこれでいいのでしょうか。野菜の細胞は硬い細胞壁で覆われています。簡単に壊れるものではありません。野菜に含まれる栄養素や色成分などを吸収するためには、「きちんと野菜を」摂ることが必要です。そこで、3つの提案をしたいと思います。

1 つ目の提案ですが、皆さんは野菜を買われるとき、品種、旬、完熟を考えていますか。店員さんに、「この野菜はどんな品種ですか？」「今の旬の野菜はなんですか？」「この野菜は完熟ですか？」を聞いてみてください。品種によって栄養成分がかわります。旬や完熟の野菜は栄養成分を多く含んでいます。ちょっとしたことで、きちんと野菜の栄養素や成分を確保できます。

2 つ目の提案です。調理してください。野菜を生で摂ると栄養素や成分の吸収が悪いです。調理することで吸収が変わります。野菜の栄養素や成分をきちんと吸収することができます。

3 つ目の提案です。野菜加工品をうまく使ってください。例えば、トマトケチャップ。トマトケチャップは野菜の調味料です。トマトケチャップを利用すると栄養バランスが良くなります。栄養バランスとカロテノイドの吸収を考えると野菜ジュースが良いことがわかっていきます。きちんと野菜を摂るためには、トマトケチャップや野菜ジュースをはじめとする野菜加工品を利用することをお勧めします。

さらに、できれば、新しい提案も交えてお話をしたいと考えています。

4. まとめ

世界では野菜と果物を区別していませんが、日本人は野菜と果物を区別し、野菜を色で分類しています。なぜ野菜の色で分類しているのか、私自身不思議でした。定義から言えば、カロテンが大井、すなわちビタミンAの摂取源になるということだったのでしょうが、どうもそれだけではないようです。野菜摂取は、特に緑黄色野菜は各ライフステージにおける健康への寄与が大きいことと思っています。野菜を理解し、その力を利用していけるように、「もっと野菜を、きちんと野菜を。」を行動に移すことが重要と考えています。

以上

第21回 女子栄養大学栄養科学研究所講演会
テーマ:放射線防護食品と放射能除去法

「食品中の放射能汚染による内部被ばくとそして健康影響」

- ・ 日 時:平成23年11月19日(土) 15時20分～16時20分
- ・ 会 場:女子栄養大学駒込校舎小講堂

菊地 透(自治医科大学)、医療放射線防護連絡協議会総務理事



医療放射線は患者の利益(生命・健康)を守るために、放射線影響を見つめて普及・発展してきた。今回の福島原発事故に伴う影響から大切な命、生まれるべき生命を守ることが私たちの責務です。



放射線・放射能の存在を知る



何処にでも存在する
自然: 1~10mSv/年

宇宙線から: 0.4, 0.3

大地から: 0.5, 0.4

日本の平均: 2.2mSv/年

空気から: 1.2, 0.5

食物から: 0.3, 1.0

平均: 2.4mSv/年

食品から
0.03mSv ~
0.15mSv

福島原発
事故から

外部被曝

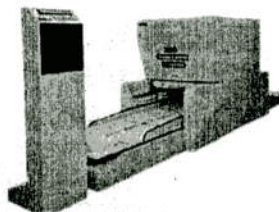
内部被曝

体内、食物中の自然放射性物質

体内の放射性物質の量
(体重60kgの場合)



カリウム-40	4,000ベクレル
炭素-14	2,500ベクレル
ルビジウム-87	500ベクレル
鉛・ポロニウム-210	20ベクレル



食物中のカリウム-40の放射能 (ベクレル/kg)



米 30	ドライミルク 200	お茶 600
食パン 30	ホウレン草 200	ポテトチップ 400
魚 100	干しいたけ 700	清酒 1
牛肉 100	干こんぶ 2,000	ビール 10
牛乳 50	生わかめ 200	ワイン 30

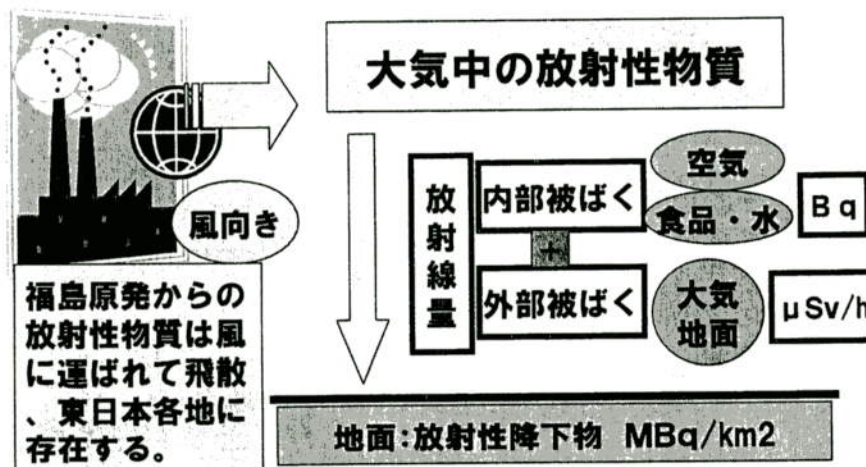
日頃の食物
や私達の身
体の中にも放
射能があり、
絶えず放射
線を受けてい
る。

参考文献: 原子力安全研究會「生活環境放射線データに関する調査」

環境中に放出された放射性同位元素

種類	半減期	7カ月後
^{132}Te テルル	3.2日	1/100億 以下
^{131}I ヨウ素	8日	1/千万 以下
^{134}Cs セシウム	2年	3割減少
^{137}Cs セシウム	30年	殆ど減少なし
^{90}Sr ストロンチウム	30年	殆ど減少なし (海水)

福島原発事故による残存線量(回避線量) 関東地区市民: $0.1 \sim 1 \text{ mSv}$ / 約半年間



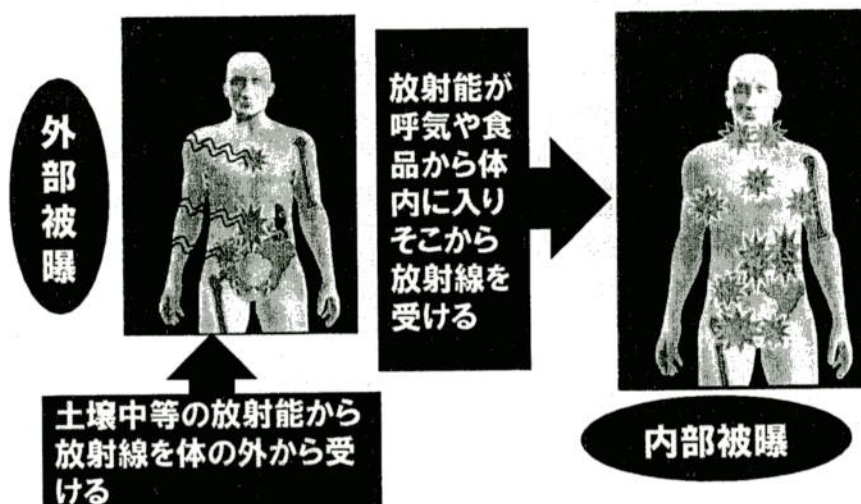
飲食物摂取制限に関する指標値

放射性物質	飲食物	指標値 Bq/kg
放射性ヨウ素	飲料水、牛乳	300
	* 幼児調整粉乳	100
放射性ヨウ素	野菜類・魚 (根菜、芋類を除く)	2,000 牧草(70)
放射性セシウム	飲料水、牛乳	200 牧草(300)
	野菜類・魚・肉(茶葉)	500

指標値は水道、牛乳、野菜、穀物、肉・魚の各5種類を、1年間摂取続けると5mSv/年間。穀物で137-Csを7.7万Bq摂取すると1mSv。これは、影響量の1/100。指標値の4倍を超えた肉を39kg食べること。(食べ物・飲料水が不安)

各1mSv/年間	成人	幼児	乳児	最小値	日本 暫定値	EU、米国 基準値
飲料水	<u>201</u>	421	228	<u>201</u>	200Bq/kg	1000Bq/kg 乳児400
牛乳・乳製品	1660	843	<u>270</u>	<u>270</u>	200Bq/kg	1000Bq/kg 乳児400
野菜類	<u>554</u>	1686	1540	<u>554</u>	500Bq/kg	1250Bq/kg 米国1200
穀類	<u>1110</u>	3830	2940	<u>1110</u>	500Bq/kg	1250Bq/kg 米国1200
肉・卵・魚・その他	<u>664</u>	4010	3234	<u>664</u>	500Bq/kg	1250Bq/kg 米国1200

放射線影響は、細胞が受ける線量、線質、線量率等で決まる



同じ放射能を体内に取り込んだ場合、年齢によって線量は異なる

年齢	131-I	137-Cs
3カ月	8.5 倍	1.9 倍
5歳	4.7 倍	1.1 倍
10歳	2.4 倍	0.8 倍
15歳	1.5 倍	0.9 倍
成人	1.0 倍	1.0 倍

セシウムの生物学的半減期

3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
16日	13日	30日	50日	93日	110日

放射線の人体への影響



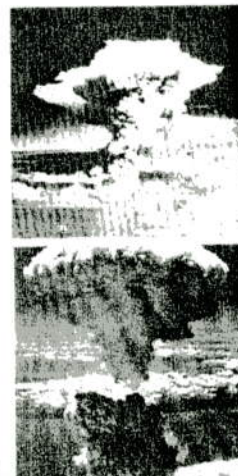
放射線障害のメカニズムを知る

- 急性放射線障害
- 晩発性放射線障害
- 影響量
- 防護量

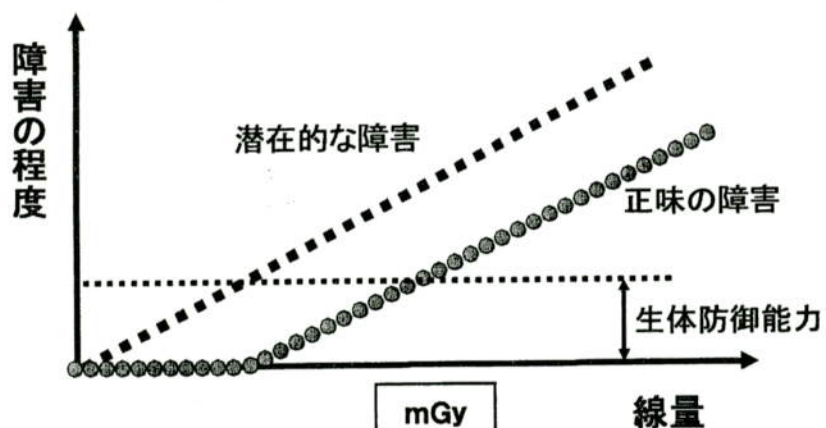
原爆被爆者の遺伝的影響調査

1948-1953年 広島・長崎調査
(W.J.Neel & J.V.Shull)

- ・ 対象 (77,000人の2世集団)
被爆者で妊娠登録をした人
非被爆者で妊娠登録をした人
- ・ 結果
死産・新生児死亡率
生後9か月乳児死亡率
新生児・9か月児 奇形発生率
上記のいずれの項目でも有意な差なし



放射線影響に関する二つ対応 (正味の影響は生体防御機能)



酒井一夫 先生より (放医研)

生活習慣によってがん増加のリスク

1000~2000mSvの
放射線を受けた場合

1.8倍

喫煙、飲酒(毎日3合以上)

1.6倍

痩せ過ぎ、肥満

1.2~1.3倍

200~500mSv

1.19 倍

運動不足、野菜不足、塩分過剰

1.06~1.19倍

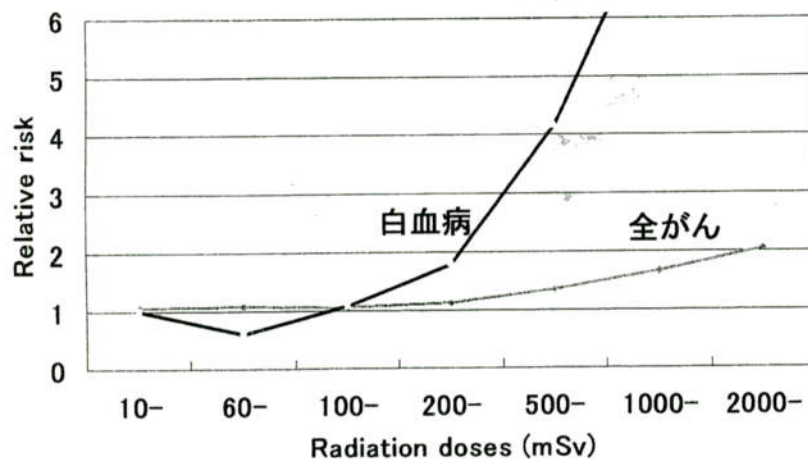
100~200mSv

1.08倍

国立がん研究センター

原爆被爆者集団のがん死亡相対リスク

発がんリスクは、放射線の量が増えると増加



(国連科学委員会1994年報告書より)

国際的な緊急時における一般公衆の線量の制限に係る推奨値 (ICRP)

食糧	10mSv/年
安定ヨウ素の配布	50～500mSv (甲状腺)
屋内退避	5～50mSv/2日間
一時的な避難	50～500mSv / 1週間
恒久的な移住	初年度に100、1000mSv
全体的に緊急事態期	20～100mSv/年間
事故収束後の復旧期	1～20 mSv/年間

国民に放射線の健康影響 に関する知識と理解の普及

- ・ 国民・住民の心配事は健康影響への不安と恐れです。
- ・ そのため、解り易く正しく理解できる方法で、放射線の健康影響に関する基本的な知識を、学べる教育環境が必要です。
- ・ 他の健康有害因子との比較: 1000mSv $\approx$ 喫煙者、
100 $\sim$ 200mSv $\approx$ 間接喫煙、肥満
- ・ 100mSv以下では、胎児・小児を含めて、有意な健康影響は確認されていない。

まとめ: 放射線・放射能と健康影響を正しく理解し、現状を認識して、私たち自らの判断で冷静に、日常生活に対応することが大切です。



自治医大の桜です

本日聴講頂き
ありがとうございます。

