

A photograph of a park with tall pine trees and a playground in the background. A blue banner with yellow text is overlaid on the image.

放射線の影響と食生活・健康

真田宏夫

(千葉大学名誉教授)

内容

1. 食品中の放射能の状況
2. 放射線の生体への影響
3. 子供への遺伝的影響
4. 健康的な食生活のために



1. 食品中の放射能の状況



松戸市の食品中放射能の状況

・学校及び保育給食(食材検査・まるごとミキシング検査):平成23年度から平成26年度11月まで全てセシウム-134, -137ともに**不検出**(検出下限値未滿)

・市内農産物等

測定計画に基づく農産物検査 (平成24年度から26年度11月まで)

	24年度	25年度	26年度	合計
検体数	152	94	64	310
不検出数	133	94	59	286
基準超過数	0	0	0	0

農家・市民持ち込み農産物検査 (平成23年度から26年度11月まで)

	23年度	24年度	25年度	26年度	合計
検体数	332 (100)	1125 (100)	605 (100)	275 (100)	2337 (100)
不検出数	291 (88)	622 (55)	436 (72)	221 (80)	1570 (67)
基準超過数	4 (1)	43 (4)	5 (1)	1 (0.4)	53 (2)

一般食品中の放射性物質の基準値: **100Bq/kg**

()内 %

放射能が検出された主な松戸市農産物の例

(平成23年10月～26年年11月)

(Cs-134,-137合計Bq/kg)

種類	年度			
	23	24	25	26
ゆず	139.0	146.7	66.1	26.0
みかん	101.0	77.0	11.8	11.9
キウイフルーツ	52.0	28.3		
かき	70.0	47.5	7.8	
たけのこ	94.0	313.5	173.7	49.4

(Cs-134,-137の合計検出値が20Bq/kg以上の主な農産物について**年度毎の最高値**)

一般食品中の放射性物質の基準値：**100Bq/kg**

松戸市におけるホールボディカウンター測定結果の概要(助成者)

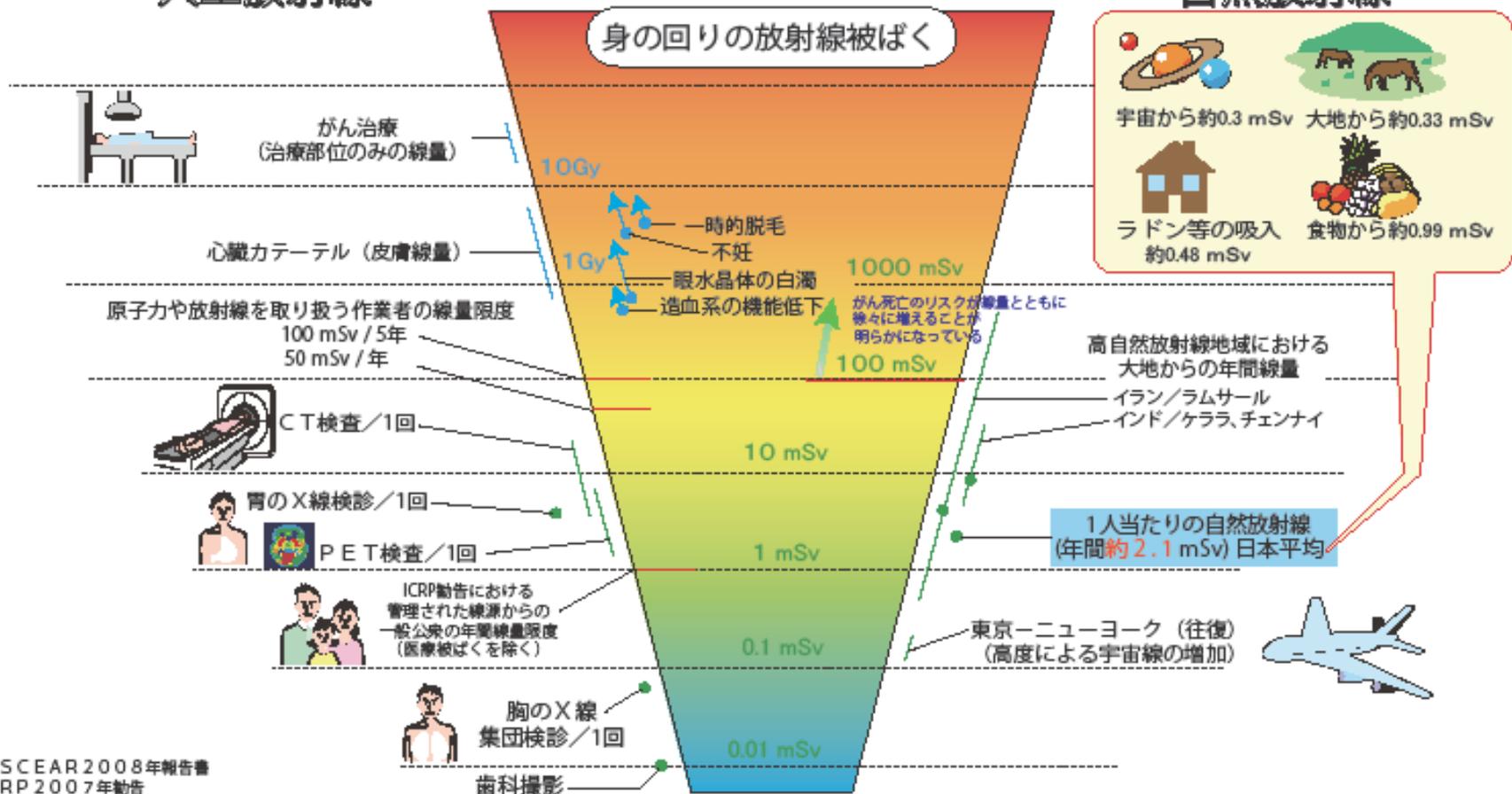
年度		24年度	25年度	26年度	合計
助成人数(人)		133	63	61	257
検出者数(人)		3	14	8	25
検出者の預託実効線量別人数 (人)	0から 0.1mSv/年未満	3	14	8	25 *
	0.1から 1mSv/年未満	0	0	0	0
	1mSv/年以上	0	0	0	0

* 0.007～0.056mSv/年(預託実効線量)と考えられている。

放射線被ばくの早見図

人工放射線

自然放射線



・ UNSCEAR 2008年報告書
 ・ ICRP 2007年勧告
 ・ 日本放射線技師会医療被ばくガイドライン
 ・ 新版 生活環境放射線 (国民線量の算定)
 などにより、放医研が作成(2013年5月)

【ご注意】

- 1) 数値は有効数字などを考慮した概数です。
- 2) 目盛 (点線) は対数表示になっています。目盛がひとつ上がる度に10倍となります。
- 3) この図は、引用している情報が更新された場合変更される場合があります。

【線量の単位】

各臓器・組織における吸収線量: Gy (グレイ)
 放射線から臓器・組織の各部位において単位重量あたりにどれくらいのエネルギーを受けたのかを表す物理的な量。

実効線量: mSv (ミリシーベルト)

臓器・組織の各部位で受けた線量を、がんや遺伝性影響の感受性について重み付けをして全身で足し合わせた量で、放射線防護に用いる線量。
 各部位に均等に、ガンマ線 1 Gy の吸収線量を全身に受けた場合、実効線量で1000 mSvに相当する。

独立行政法人



放射線医学総合研究所

<http://www.nirs.go.jp>

Ver.130502

食品には、どれくらいカリウム40が含まれているの？

 生わかめ 200	 ほうれんそう 200	 キャベツ (Bq/kg) 70
 干しいたけ 700	 魚 100	 肉 90~100
 米 30	 食パン 30	 ポテトチップス 400
	 牛乳 50	 ビール 10

出典：放射線医学総合研究所資料ほか

体内には、どれくらい天然の放射性物質存在するの？

日本人男性(体重約63kg)の場合

(Bq/人)

カリウム40	約4,000
炭素14	約3,600
その他	約 300
合計	約7,900

出典：食品安全委員会資料より改変

放射性物質の1日当たりの平均摂取量と 年間換算被ばく線量

地域	摂取量 (Bq/man/day)			被ばく線量 (mSv /man/year)		
	I-131	Cs- 134,137	K-40	I-131	Cs- 134,137	K-40
東京	0.11	0.45	78.92	0.0009	0.0026	0.1786
宮城	0.12	3.11	92.07	0.0009	0.0178	0.2083
福島	0.11	3.39	83.77	0.0009	0.0193	0.1896

Cs-134,137: セシウム134とセシウム137の総和

I-131: ヨウ素131

K-40: カリウム40

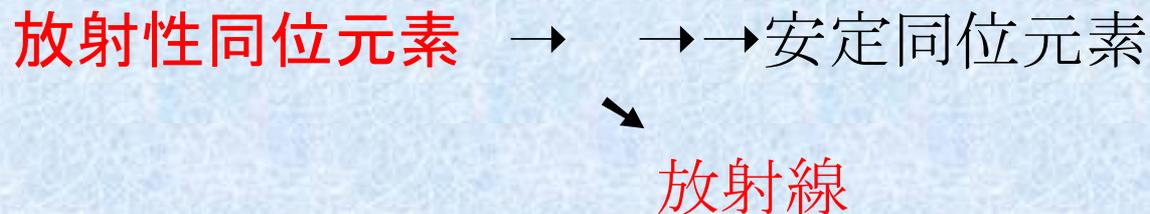
2011年9－10月のデータ

食品衛生審議会の資料より

2. 放射線の生体への影響



1. 放射線とは



アルファ(α)線

ヘリウムの原子核



ベータ(β)線

電子



ガンマ(γ)線、エックス(X)線

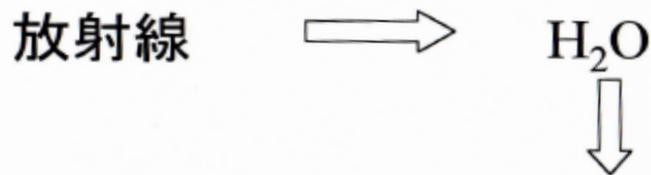
電磁波



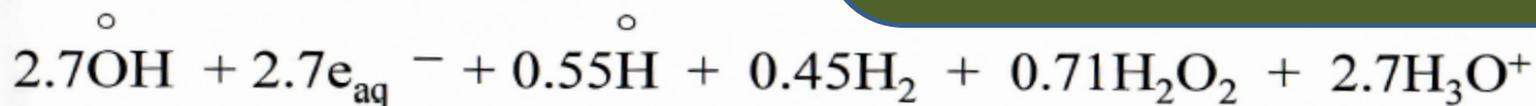
中性子線



放射線の作用



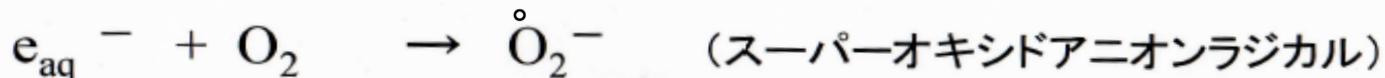
放射線は生体組織の水分子などに衝突し、化学的に不安定で反応性に富む分子を生成する。これらの分子が細胞構成成分を変化させる。



($\overset{\circ}{\text{O}}\text{H}$:中性ヒドロキシラジカル、 $\overset{\circ}{\text{H}}$:水素原子、 e_{aq}^- :水和電子)

各係数は約0.1MeV以上のエネルギーを有する放射線に対するG値

O_2 存在下



ヒドロキシラジカル、スーパーオキシドアニオン、過酸化水素(H_2O_2)等は**活性酸素種**とも言われ、通常**の**生命活動でも体内に生じる。

放射線の生体構成成分への作用

脂質:

二重結合の位置転移、トランス化、重合化、酸化、過酸化

タンパク質:

高次構造変化(変性)、ペプチド結合切断、アミノ酸残基の分解・ラセミ化、

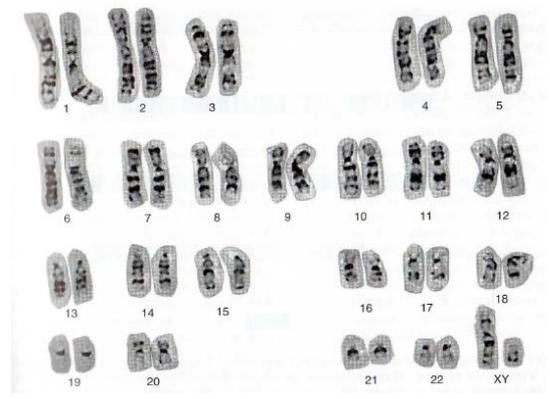
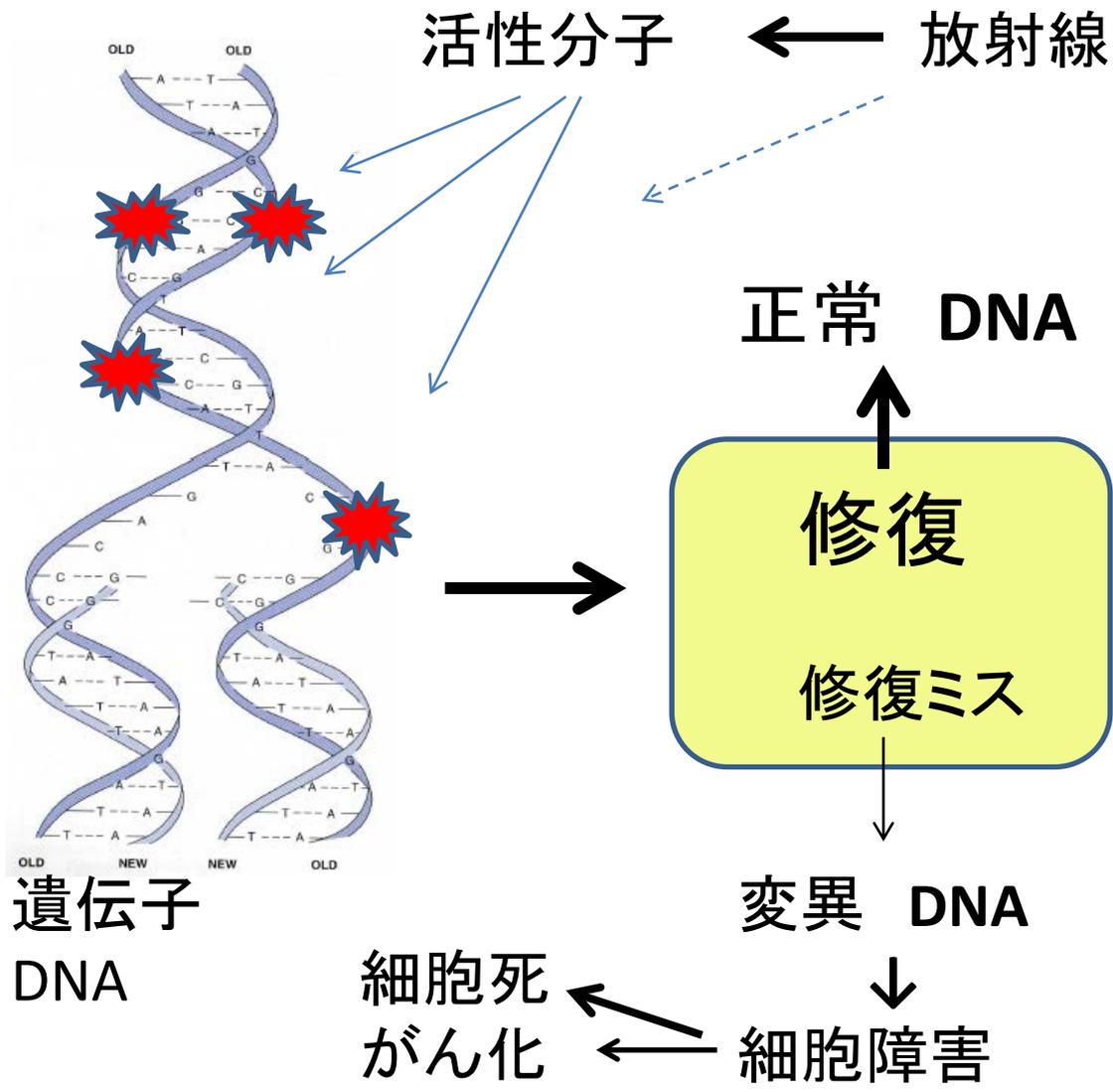
核酸:

DNA、RNAの塩基の変化、水素結合変化、高次構造変化、架橋構造生成 (特に核酸が影響を受けやすい)

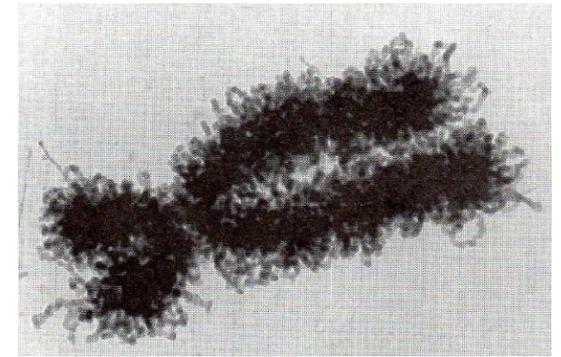
炭水化物:

酸化分解、ガス発生、アミノ酸などと反応し褐変化

放射線の核酸特に遺伝子DNAへの作用



ヒトの1細胞中の染色体
46本



染色体: DNAのスーパーコイル

各種放射性物質を経口摂取した場合の実効線量係数 (mSv/Bq)

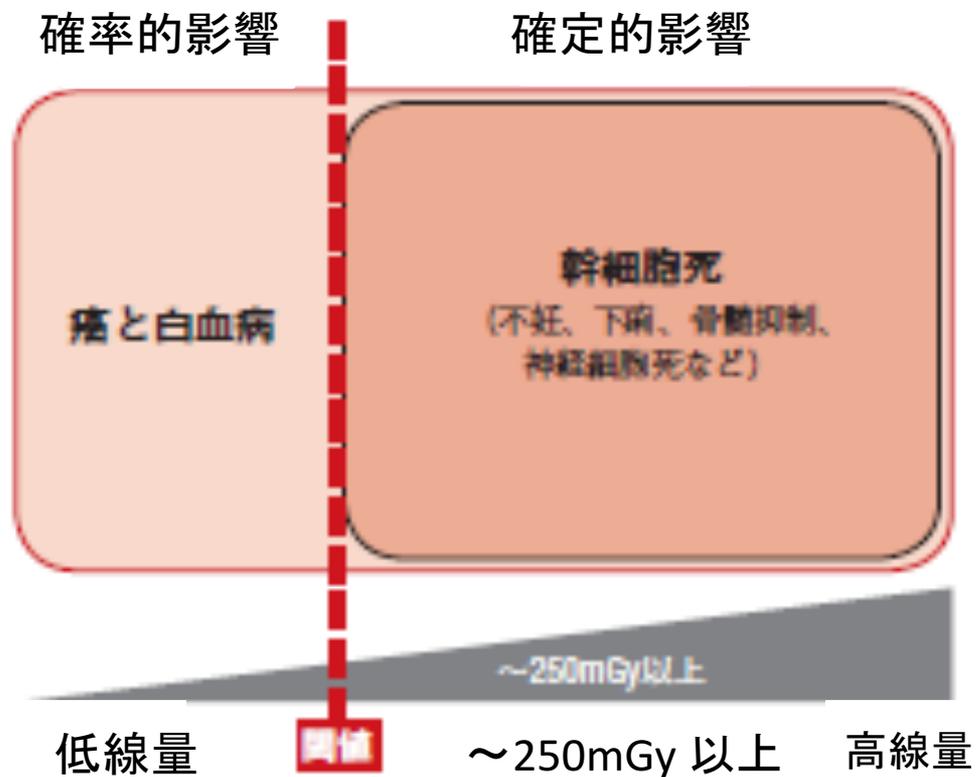
	成人	子供	幼児	乳児
カリウム40	6.2×10^{-6}			
ヨウ素131	2.2×10^{-5}	10×10^{-5}	18×10^{-5}	18×10^{-5}
セシウム134	1.9×10^{-5}	1.3×10^{-5}	1.6×10^{-5}	2.6×10^{-5}
セシウム137	1.3×10^{-5}	0.96×10^{-5}	1.2×10^{-5}	2.0×10^{-5}

○**預託実効線量**：この実効線量係数と摂取した数量(ベクレル単位の数値)を掛け合わせた値を預託実効線量という。内部被ばくにおいては、摂取した放射性物質によって以後継続して被ばくすることになる。そのため、**成人は50年、子供は70年間**被ばくするものとして求められる数値である。
(放医研ホームページより)

吸入摂取の場合：
(成人)

セシウム134	9.6×10^{-6}	mSv/Bq
セシウム137	6.7×10^{-6}	

放射線の影響は2種類 確率的影響と確定的影響



ICRP111から
考えたこと

Introduction to ICRP Publ. 111
福島で「現存被曝状況」を生きる

より

確率的影響

表 3 致死がん及び遺伝的欠陥に関する ICRP のリスク係数

組織	リスク係数 (Sv^{-1})
生殖腺	40×10^{-4} 1)
乳房	25×10^{-4}
赤色骨髄	20×10^{-4}
肺	20×10^{-4}
甲状腺	5×10^{-4}
骨	5×10^{-4}
すべての残りの不特定の組織	50×10^{-4}

1) 初めの 2 世代における遺伝的欠陥

健康への影響

チェルノブイリの事故では2002年までに4000件の小児甲状腺がんの発症があった。その多くは汚染地区で生産された牛乳の摂取(ヨウ素)が主原因と推定された。一般の被ばく住民にはその他の明確な影響は観察されていない。(小児白血病については議論がある。)

福島の場合は汚染地区の牛乳の出荷を規制したこともあり、被ばくはチェルノブイリの場合よりはるかに低レベルであり甲状腺がん発症のリスクも非常に低いと推定されている。

疫学調査では100 mSv/年以下の被ばく線量では明確な影響は観察されていない。福島の事故では一般住民の被ばく線量は20 mSv/年以下と推定される。

3. 子供への遺伝的影響



1) 胎児への影響

- ・ **奇形（発生異常）** は0.3～0.5 Svで生じるとされる。妊娠1～2ヶ月が最も危険である。その後（器官形成期以後）の被ばくでは発がんの危険性が重要である。
- ・ 受胎後8～15週間の被ばくにより**神経の発達**が影響を受けることが知られ、この影響には300mSvの閾値があるとされている。（線量に比例すると考えた場合、1 Sv当たり約25ポイントのIQの低下に相当する。）（ICRP Publication 60）。
- ・ 妊娠全期間を通して、胚/胎児は小児とほぼ同程度に放射線の潜在的**がん誘発**リスクがある。約10 mGyの胎児線量では、がん発生のリスクが自然発生率（0.2-0.3%）の1.4倍程度（0.3-0.4%）かそれ以下になるとされる。（ICRP Publication 84）。

2) 性細胞(精子、卵子)への影響

- ・ 精原細胞、精母細胞あるいは卵原細胞、卵母細胞に起こった遺伝子の突然変異は子孫に遺伝する可能性がある。
- ・ その変異が重大な欠陥であった場合は細胞が生育せず、死に至る。それほど重要でない変異は受精後生育する可能性がある。
- ・ このように遺伝する変異は**自然発生遺伝子突然変異**でも生じており、多くの場合、もう一方の正常な遺伝子はその働きを補うため、通常異常が表に出にくいことが多い。
- ・ 生物は同一の種でも遺伝子の塩基配列の異なる部分を多数もっている。これを**遺伝子多型**という。ヒトでは、このような遺伝子の相違はヒトそれぞれの体質等の相違となっている。
- ・ 自然に起こっている突然変異の発生率を2倍に高める放射線量(**倍加線量**)は**0.1~1グレイ(Gy)**と考えられ、**慢性照射では1Gy以上**と考えられている。

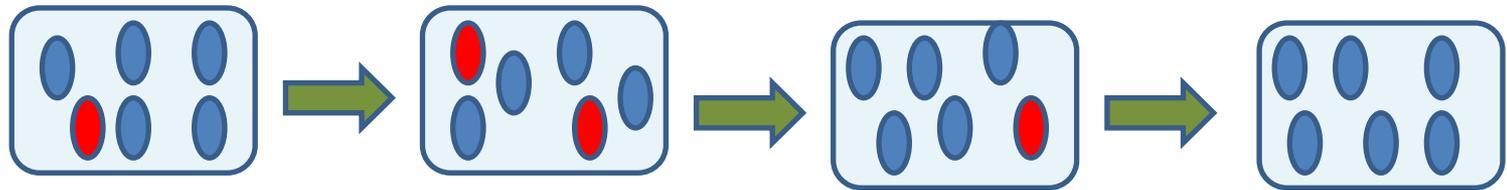
3) 次世代以後に与える影響

集団遺伝学によれば、変異した遺伝子の多くは下図①のように多くの世代を経て集団の中から消失する。次世代に残す遺伝子が多くなる（適応度が高くなる）ような変異の場合には下図②のように集団中にひろがってゆく。このような例は少ないが、生物の進化はこのようにして行われてきた。

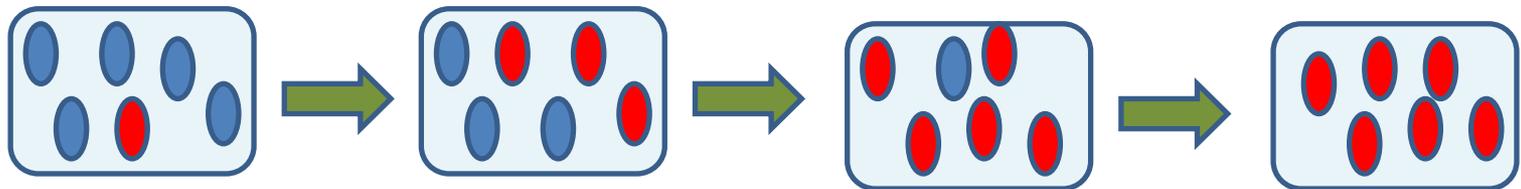
● 正常な遺伝子をもつ者

● 変異した遺伝子をもつ者

①



②



4. 健康的な食生活のために



がんの発症機構

正常細胞



DNA



イニシエーション

(放射線、変異原性物質、
食物等が関与)

障害DNA



プロモーション

(食物、体格、運動、ホルモン等が関与)

がん化細胞

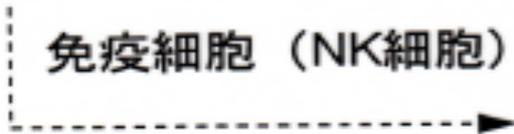


不死化・無限増殖

接触阻止能なし

転移する

免疫細胞 (NK細胞)



細胞破壊

(参考)がんのリスクの大きさ—放射線と生活習慣—

相対リスク	全部位	特定部位
10~		C型肝炎感染者(肝臓:36) ピロリ菌感染既往者(胃:10)
2.50~9.99		大量飲酒(300 g以上/週)*** (食道:4.6) 喫煙者(肺:4.2~4.5) 650-1240 mSv の被ばく(甲状腺:4.0)**
1.50~2.49	1000-2000 mSv の被ばく(1.8)* 喫煙者(1.6) 大量飲酒(450 g以上/週)*** (1.6)	高塩分食品を毎日摂食(胃:2.5-3.5) 150-290 mSv の被ばく(甲状腺:2.1)** 運動不足(結腸<男性>:1.7) 肥満(BMI>30)(大腸:1.5) (閉経後乳がん:2.3)
1.30~1.49	500-1000 mSv の被ばく(1.4)* 大量飲酒(300-449 g/週)*** (1.4)	50-140 mSv の被ばく(甲状腺:1.4)** 受動喫煙<非禁煙女性>(肺:1.3)
1.10~1.29	やせ(BMI<19)(1.29) 肥満(BMI≥30)(1.22) 200-500 mSv の被ばく(1.19)* 運動不足(1.15-1.19) 高塩分食品(1.11-1.15)	BMI=体重(kg)/(身長(m)) ²
1.01~1.09	100-200 mSv の被ばく(1.08)* 野菜不足(1.06)	

* : 広島・長崎の原爆被ばく者の約40年の追跡調査からのデータ

** : チェルノブイリ原発事故の被ばく者(18歳以下)の10~15年後に行った甲状腺がんスクリーニングからのデータ

*** : 飲酒についてはエタノール換算量を示す

【出典】国立がん研究センターホームページより抜粋

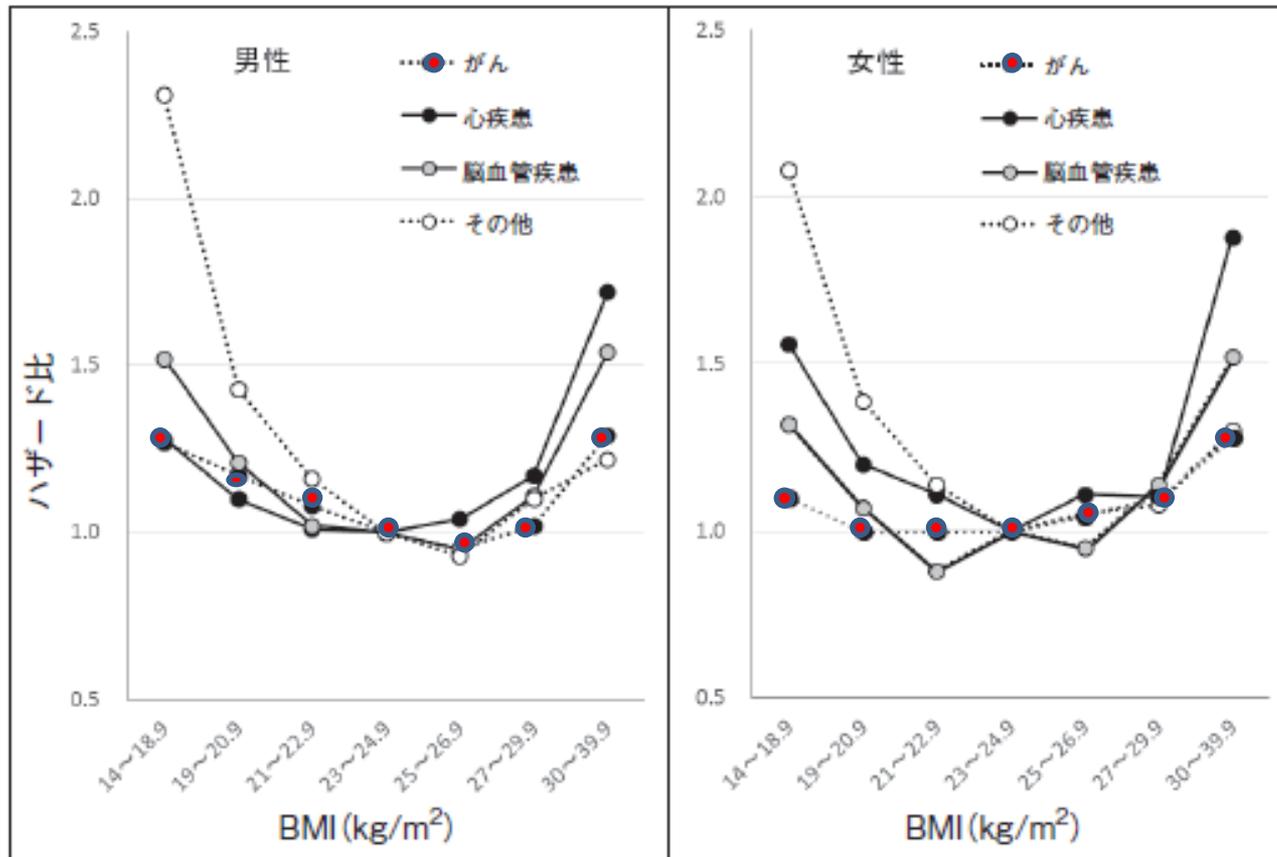
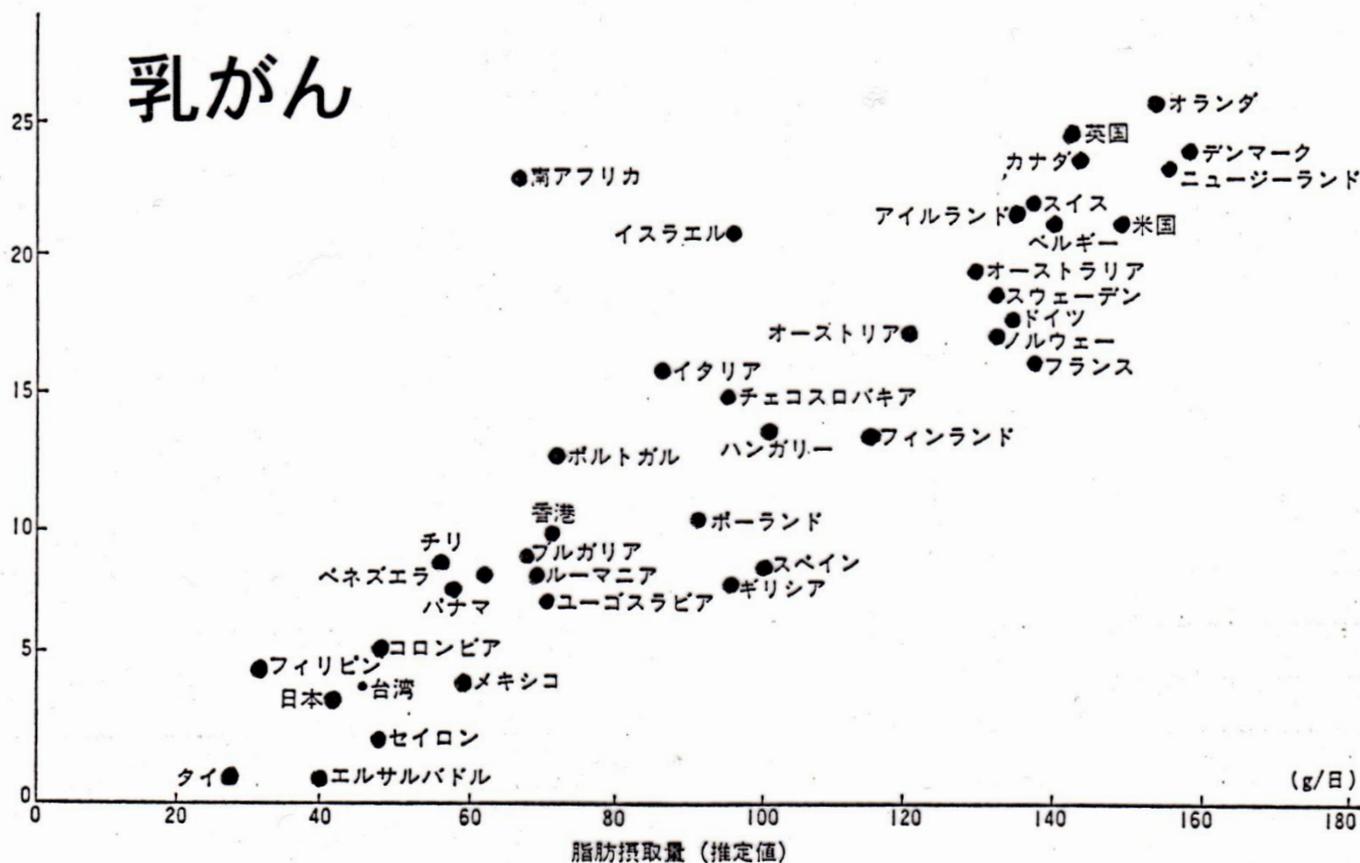


図7 主要死因別にみたBMI (kg/m²) と死亡率の関連：BMIが23.0~24.9の群に比したハザード比：我が国における7つのコホート研究のプール解析⁴⁶⁾

BMI=23.0~24.9 kg/m²の群に比較したハザード比。追跡開始時年齢=40~103歳、平均追跡年数=12.5年、対象者数(解析者数)=男性162,092人、女性191,330人、死亡者数(解析者数)=男性25,944人、女性16,036人、調整済み変数=年齢、喫煙、飲酒、高血圧歴、余暇活動又は身体活動、その他(それぞれのコホート研究によって異なる)。備考=追跡開始後5年未満における死亡を除外した解析。

脂肪摂取量とがん訂正 死亡率

訂正死亡率（人口十萬対）

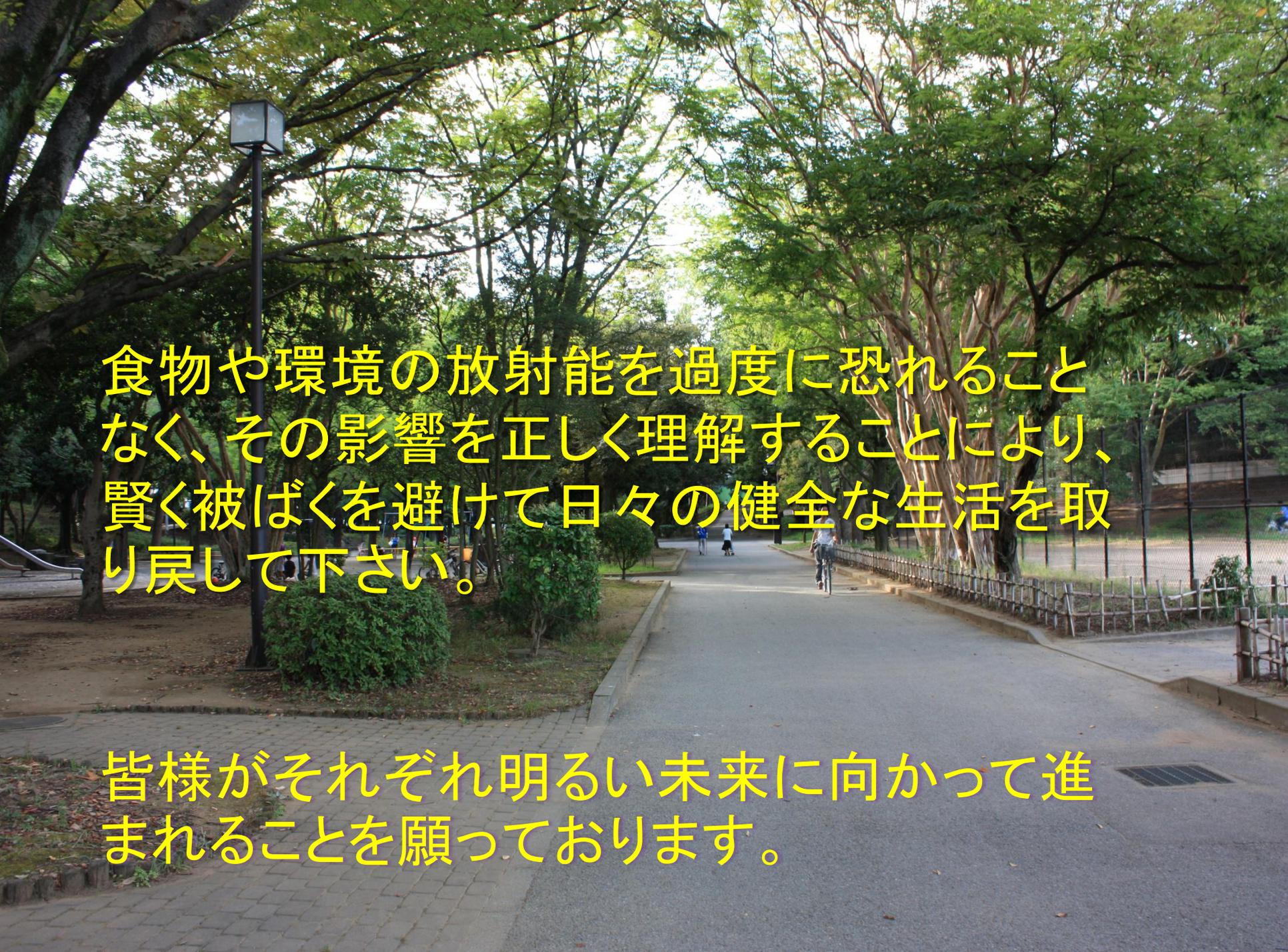


資料：Wynderら (1976) による

食生活指針

- 食事を楽しみましょう。
- 1日の食事のリズムから、健やかな生活リズムを。
- 主食、主菜、副菜を基本に、食事のバランスを。
- ごはんなどの穀類をしっかりと。
- 野菜・果物、牛乳・乳製品、豆類、魚なども組み合わせて。
- 食塩や脂肪は控えめに。
- 適正体重を知り、日々の活動に見合った食事量を。
- 食文化や地域の産物を活かし、ときには新しい料理も。
- 調理や保存を上手にして無駄や廃棄を少なく。
- 自分の食生活を見直してみましょう。

(厚生労働省ホームページより)

A paved path in a park with trees and a person on a bicycle. The path is wide and paved, leading into the distance. On the left, there are large trees and a black lamppost. On the right, there is a fence and more trees. A person is riding a bicycle on the path. The text is overlaid in yellow.

食物や環境の放射能を過度に恐れることなく、その影響を正しく理解することにより、賢く被ばくを避けて日々の健全な生活を取り戻して下さい。

皆様がそれぞれ明るい未来に向かって進まれることを願っております。