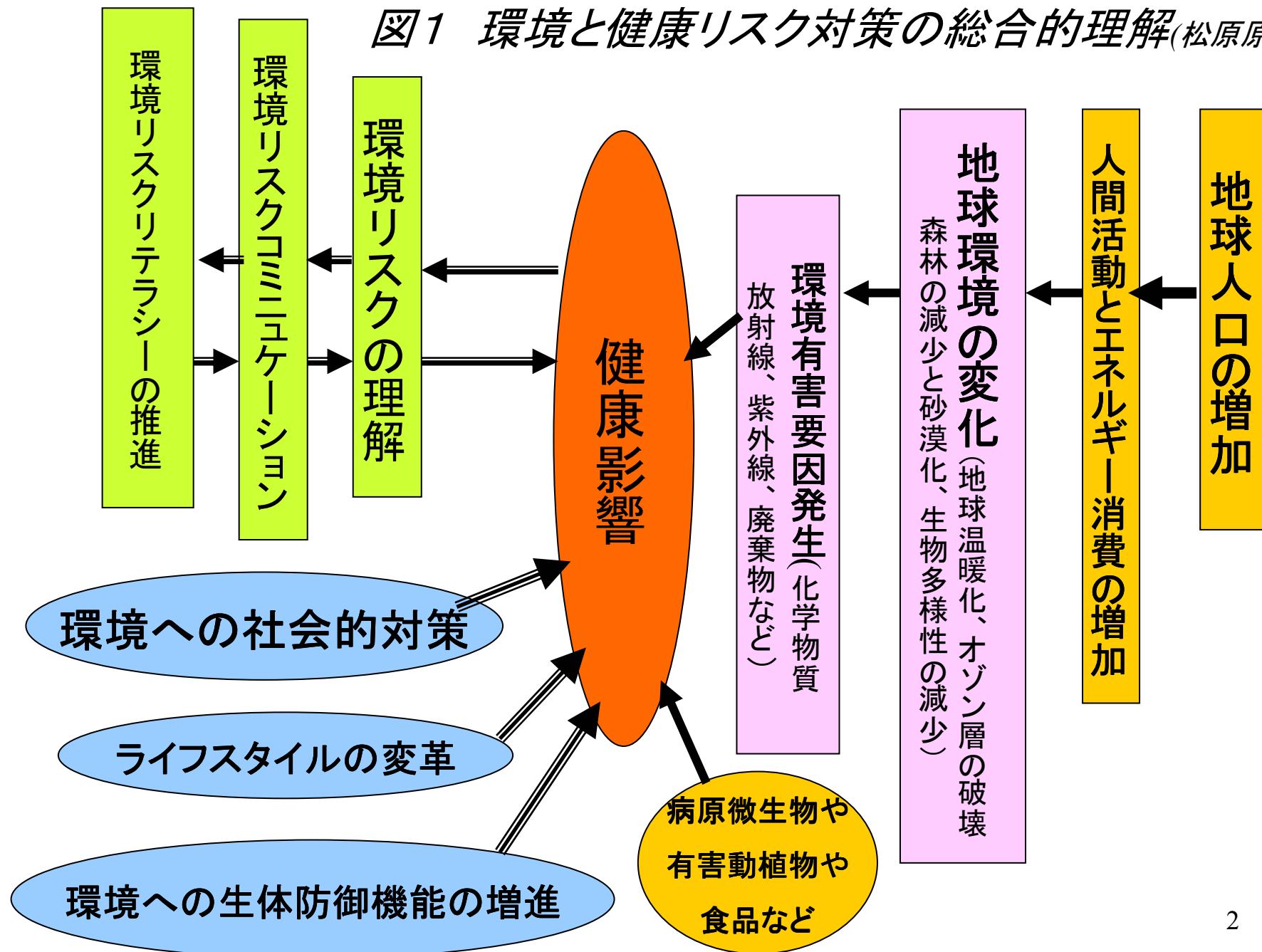


私の研究  
疫学からリスク科学と  
積極的防御への道

松原純子  
前原子力安全委員会委員長代理  
放射線影響協会研究参与



図1 環境と健康リスク対策の総合的理解(松原原図)



# 人と環境の相互作用の 学問

## エコロジー



# 疫学とは

- 人間集団に発生する傷害の原因を追究する学問(**etiology**)である。
- 人間集団のさまざまな属性別、地域別、環境別等の疾病統計を調べることにより、疾病の発生にかかる要因について示唆をうることができる。
- しかし、疾病の原因については、別の証明が必要である。

# 疫学調査の対象

- Critical group(問題集団)
- Population at risk
- 曝露集団
- 対照集団
- 標準的年齢組成の集団
- 人口動態統計
- 国勢調査資料

# 疫学の方法(methodology)

- 母集団調査(ポピュレーション サーベイ)
- 標本調査
- 訪問調査、質問紙調査
- コホート研究
  - 前向き追跡調査
  - 後向き追跡調査
- 症例対照研究
- 生態学的(エコロジカル)研究

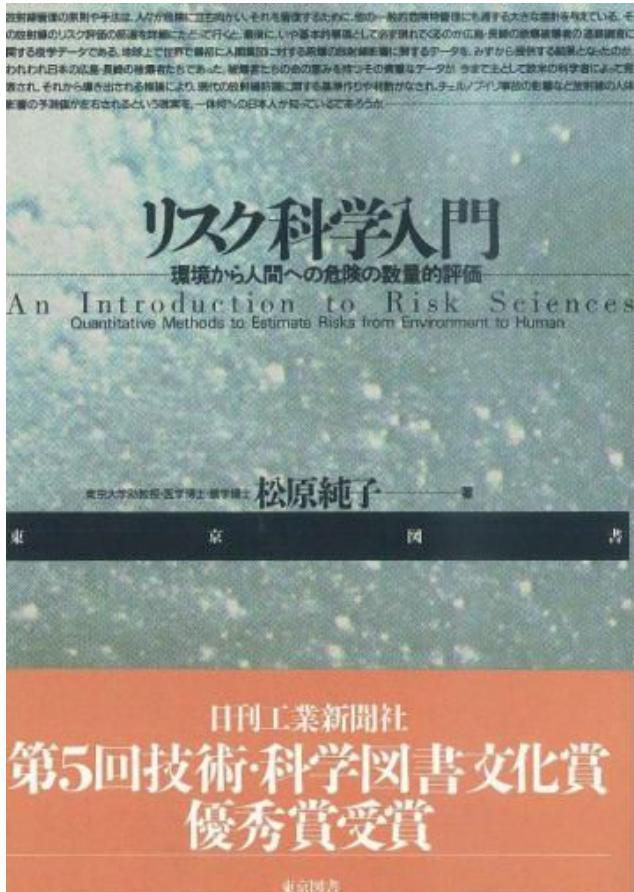
# 疫学からリスク科学へ

- ・ どんな原因で健康危険が発生するか。
- ・ 病気、事故、災害の発生のデータを収集し、それらの原因やプロセスを徹底的に分析する。
- ・ 事象発生の、時間、場所、原因を整理すると、そこに危険事象やリスクに、共通の発生原理が見えてくる。
- ・ 危険やリスクの**科学的予防対策**を作り実行する。

# リスク科学入門

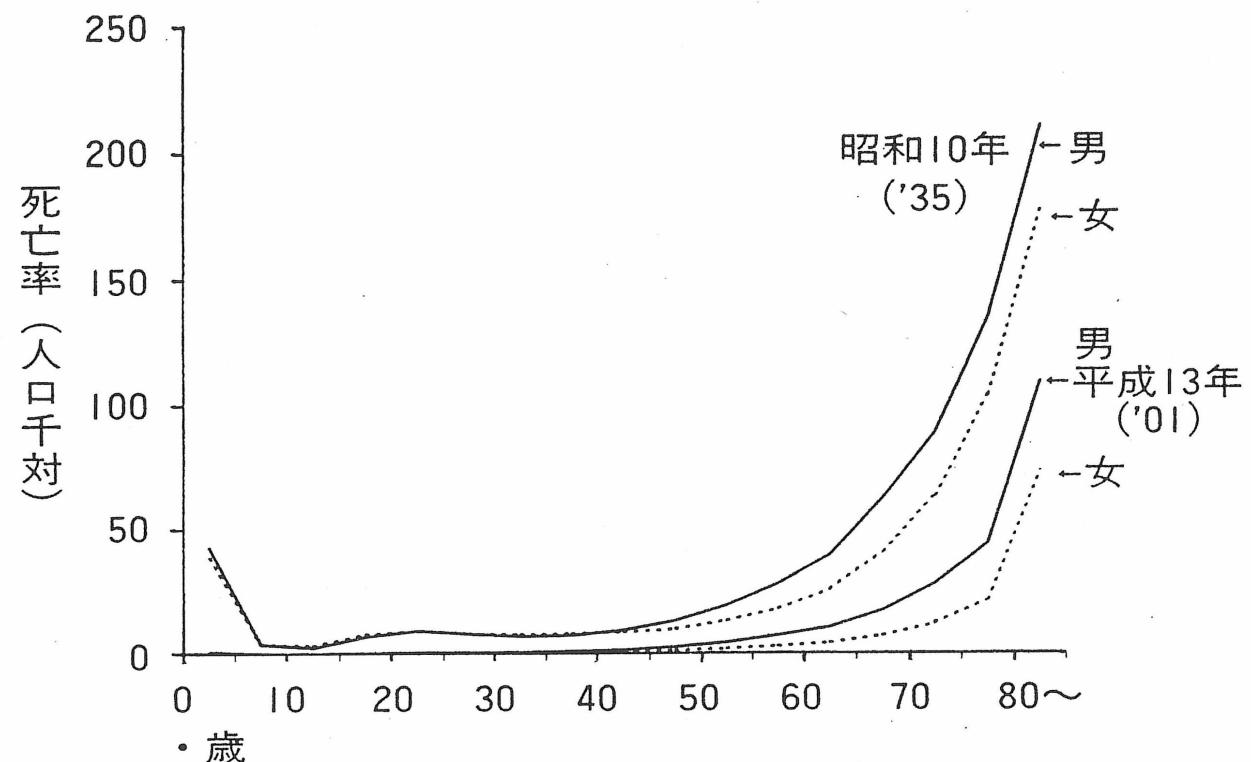
## —環境から人間への危険の数量的評価

### 東京図書より1989年に出版



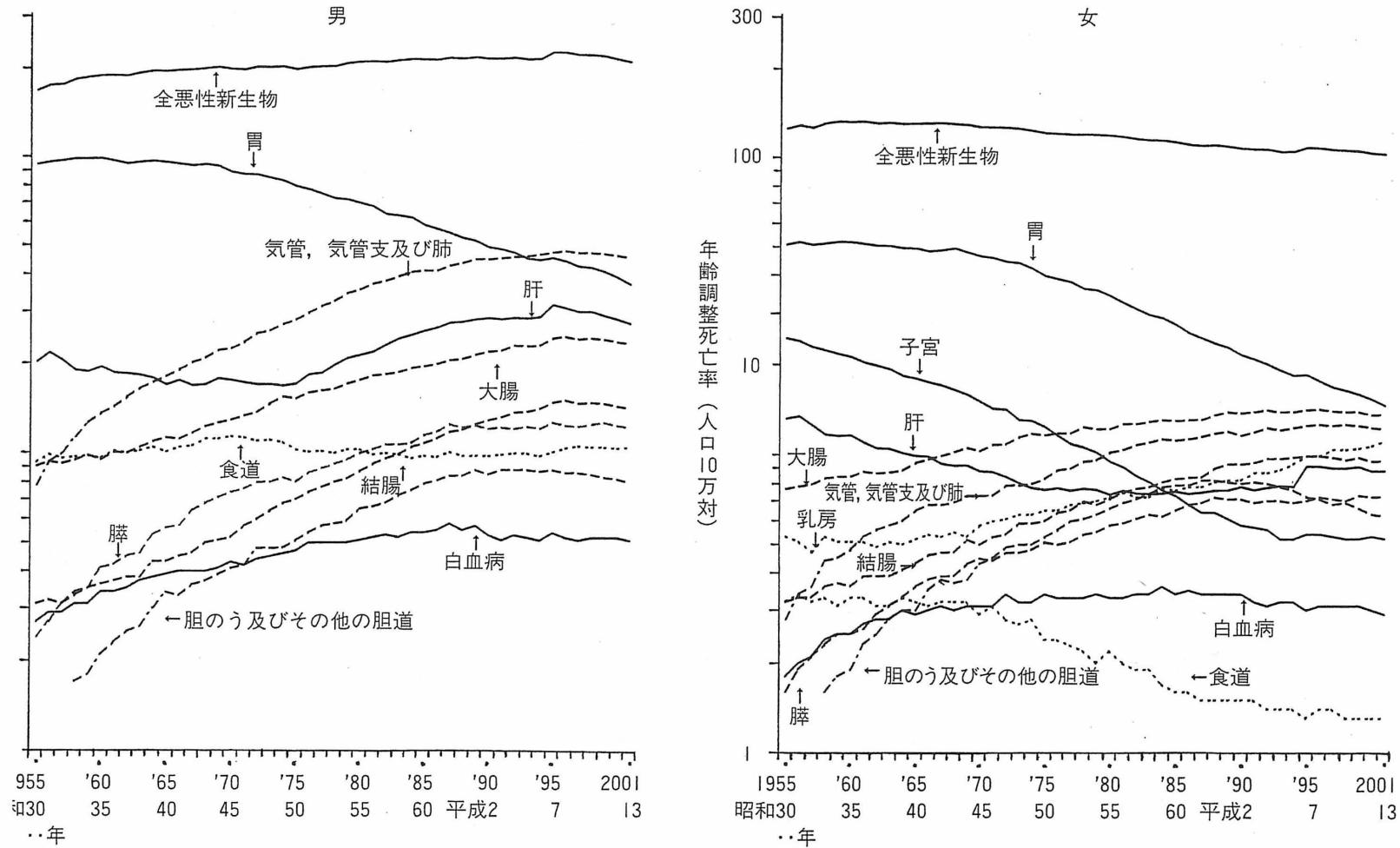
- 松原氏はこれまで生物学医学保健学放射線学等の広い分野でリスク評価の一般的な方法論的問題を研究して来られ、リスク評価の考え方を概説された。  
その意味で広く研究者、技術者、学生の方々に有益な入門書として推薦したい。  
(竹内啓)

図 性別にみた年齢階級別死亡率  
(人口千対) の年次比較



資料 厚生労働省「人口動態統計」 2003年「国民衛生の動向」

図 部位別にみた悪性新生物の年齢調整死亡率（人口10万対）の推移



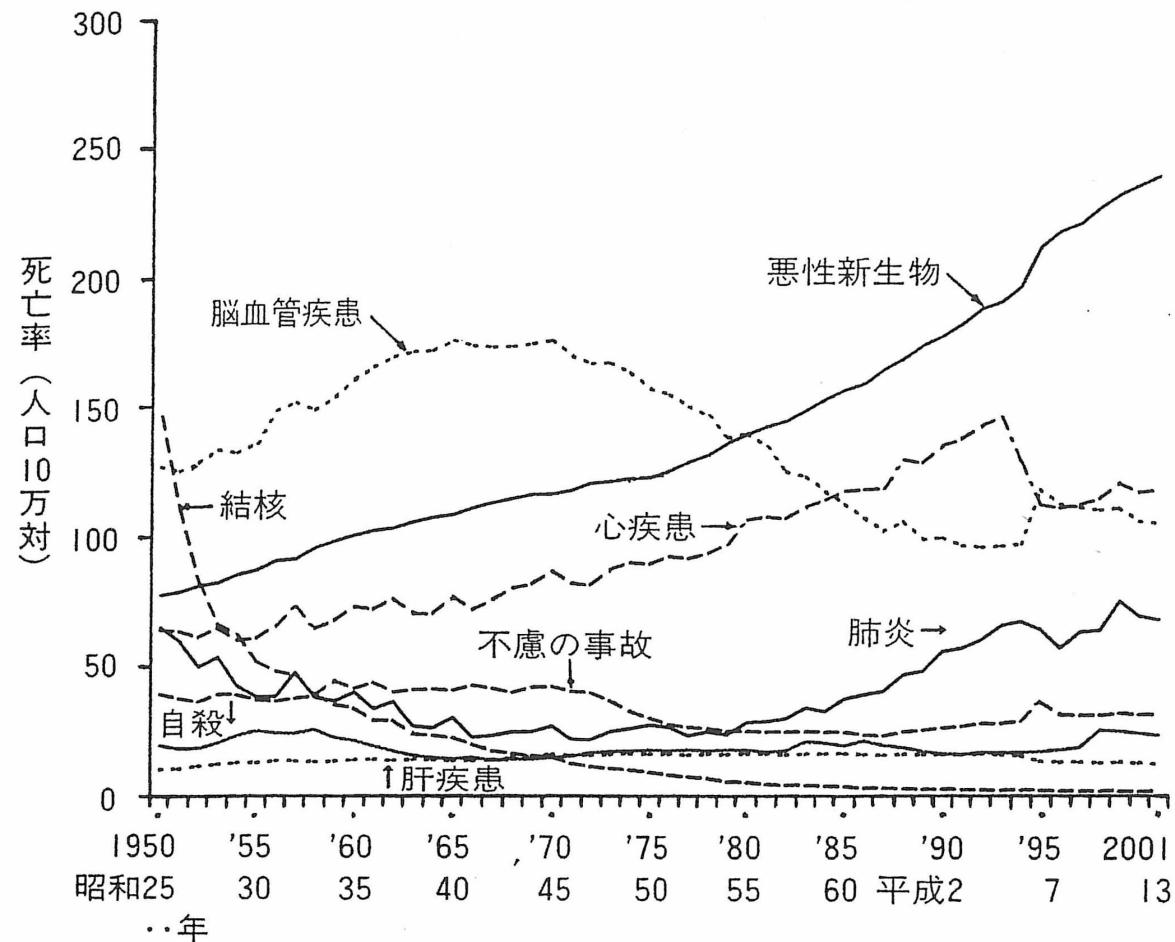
大腸は、結腸と直腸S状結腸移行部及び直腸とを示す。ただし、昭和40年までは直腸肛門部を含む。

結腸は、大腸の再掲である。

肝は肝と肝内胆管である。

年齢調整死亡率の基準人口は「昭和60年モデル人口」である。

図 主要死因別にみた死亡率(人口10万対)の推移



資料 厚生労働省「人口動態統計」

# 多重リスク研究

マウスに下の4種の処置を組み  
合わせて施す

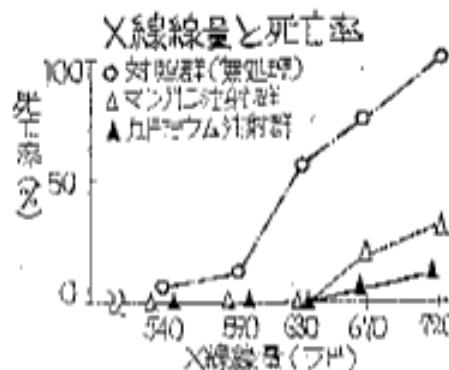
- ①亜鉛などの金属を含む液を  
注射
- ②カルシウム不足にする
- ③背部に傷をつける
- ④何も処置をしない

すべてのマウスに同じ量の  
X線を照射して、  
死亡率を比べる。



# 金属含むたんぱく質

## 放射線を防御



東大講師ら発見

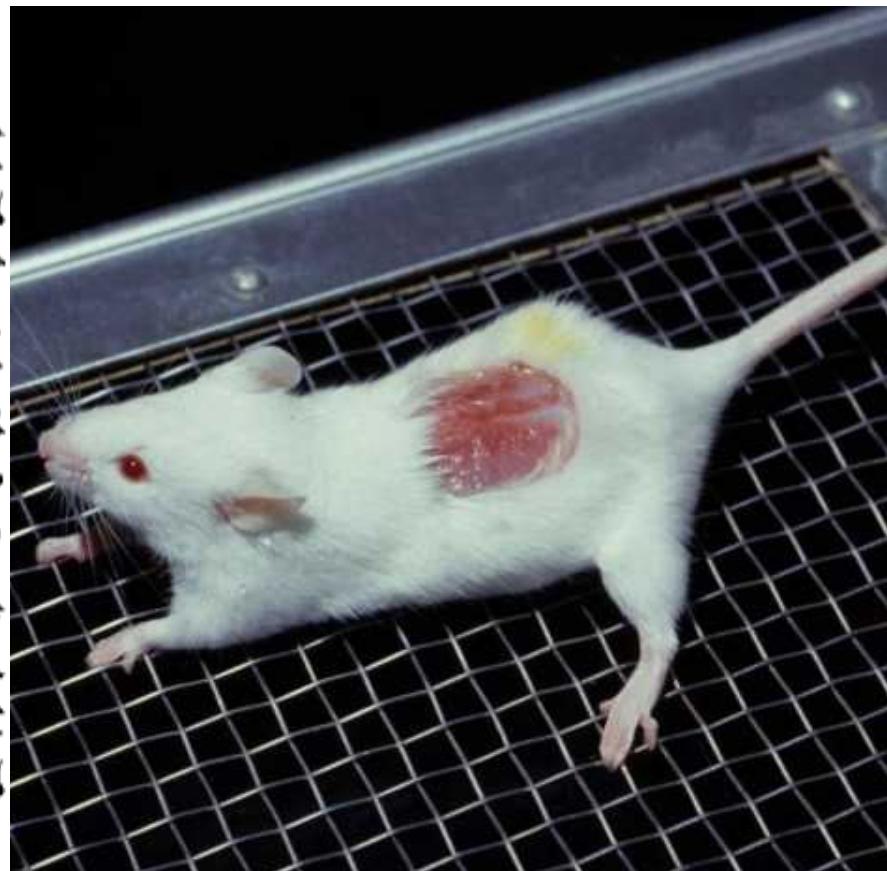
## 死亡率が激減 実験マウス

ストロボネオインで呼ばれる金属を含むたんぱく質が、初めて強力な放射線防御効果を持つこと、東大講師らが放射線暴露したマウスのグループが死亡率を下げた。この効果は、放射線による細胞死を防ぐもので、死に至るまでの時間の延長や生存率にも利用できる可能性があることがわかった。研究結果は十六日公表された。



松原純子講師

松原さんは、数年前、放射線を含むたんぱく質の影響を研究中、放射線の強度を上げた水を飲んでいたマウスが放射線抵抗力が落ちて死んでしまった。頭頸部・骨盤骨などマウスの頭部を照射したところ、頭頸部の死率は二十倍の死率が現れた。そこで、放射線の強度を落としたときにマウスの死率が下がることを発見した。このとき、頭頸部を照射したマウスの死率が、頭頸部を照射しないマウスの死率よりも五倍以上も低くなっていた。なぜか、マンガンなどの金属を含むたんぱく質が放射線を吸収するからだ。



### RADIORESISTANCE AND METALLOTHIONEIN

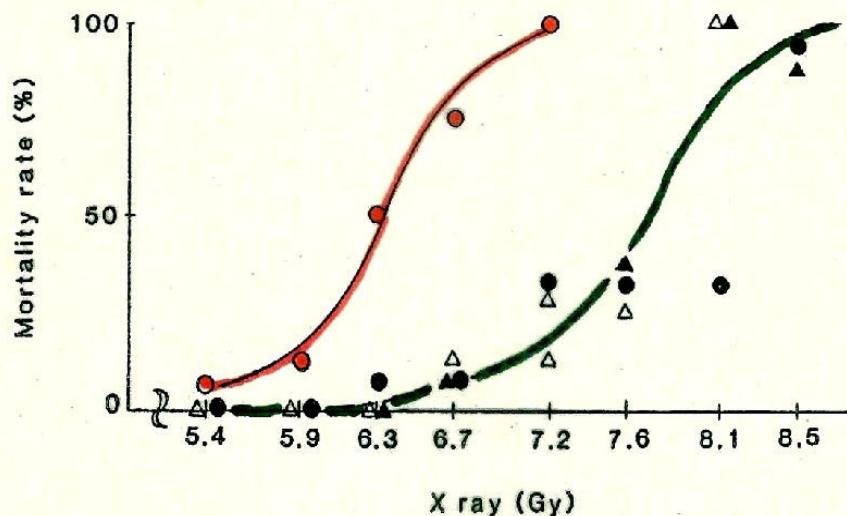
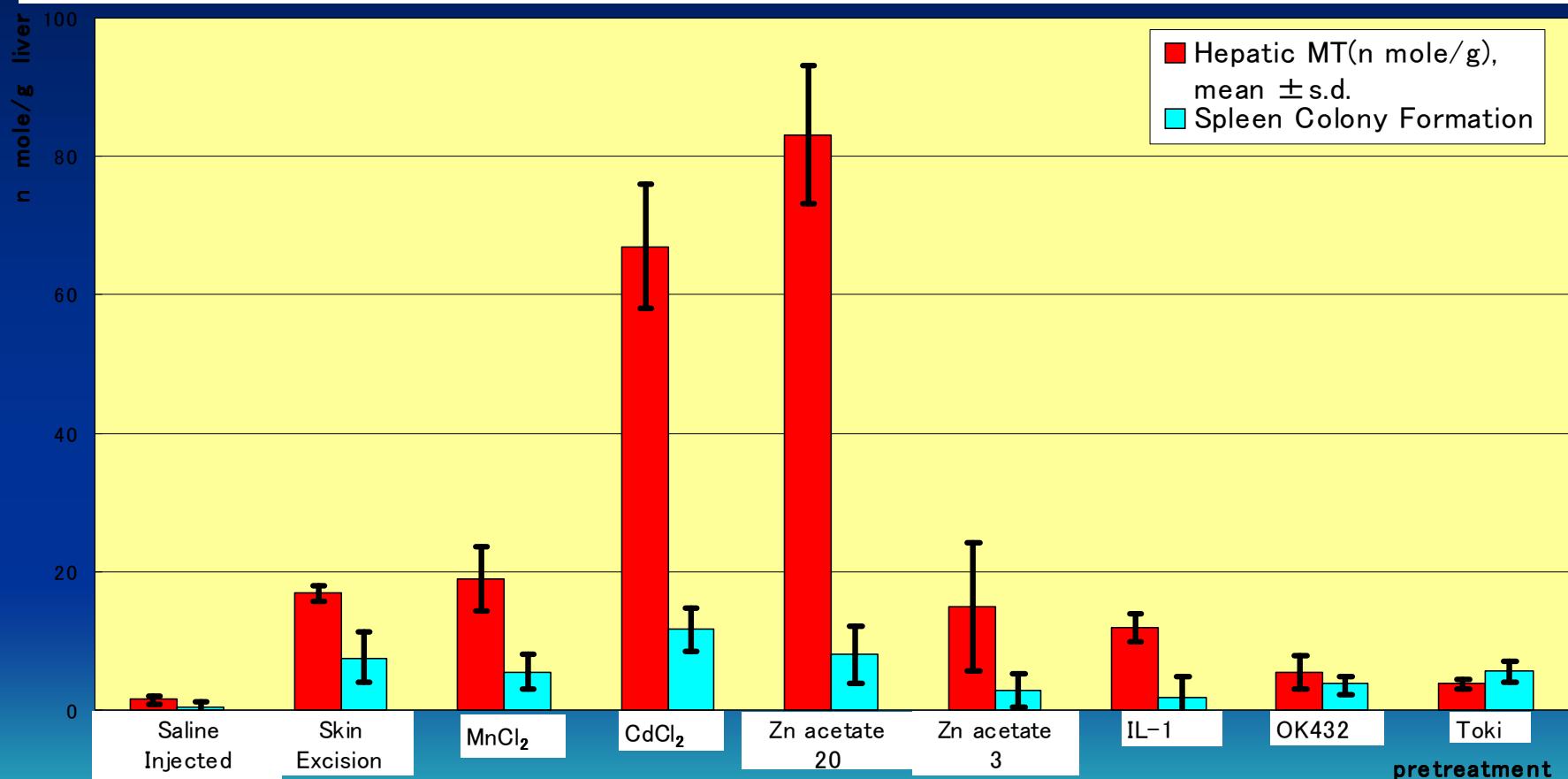


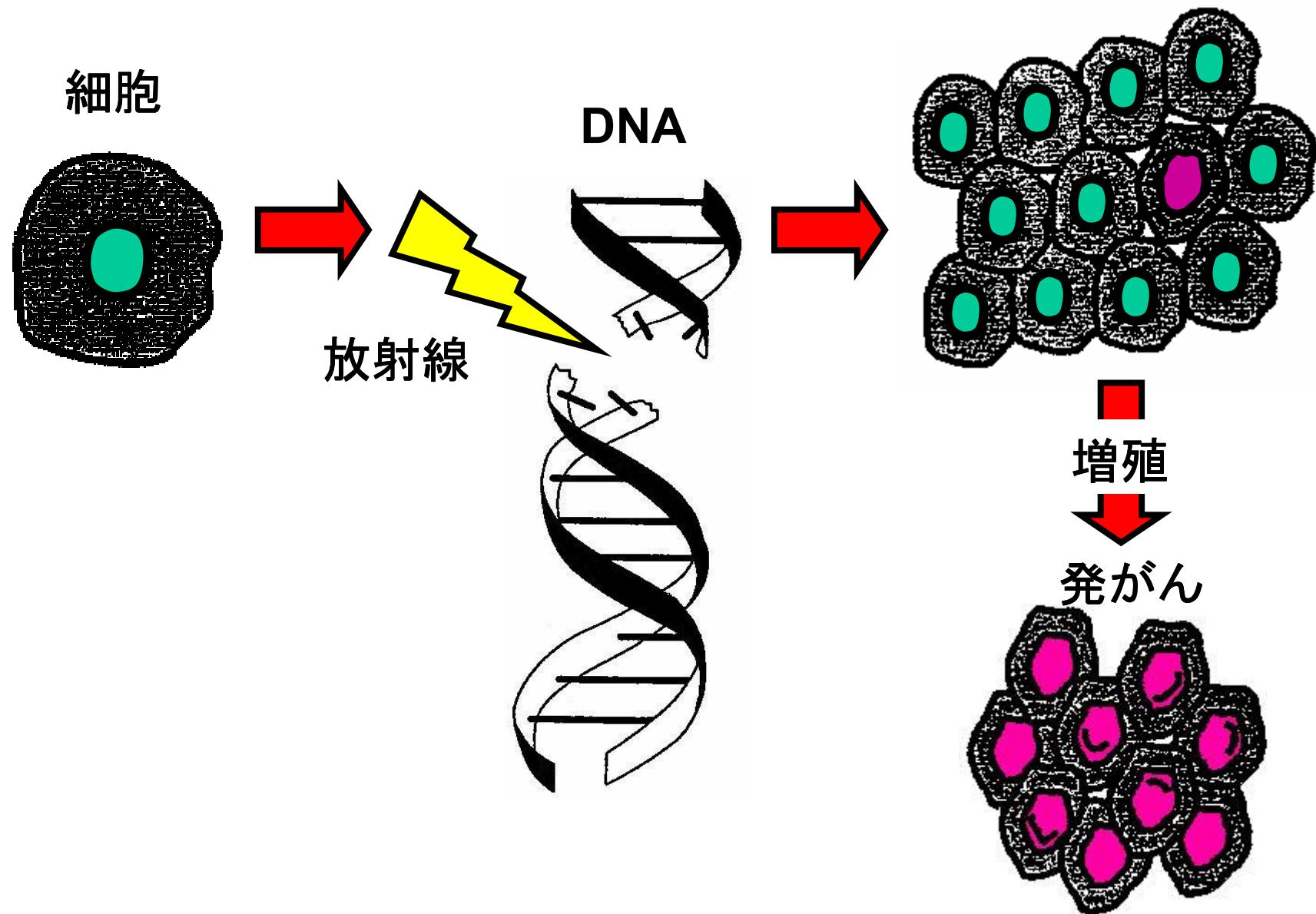
FIG. 1. Dose-response curves of untreated mice and mice given various pretreatments prior to irradiation. O, group 1: Controls without pretreatment. ●, group 2: 3 mg Cd/kg ( $\text{CdCl}_2$  in saline) injected sc. Δ, group 3: 10 mg Mn/kg ( $\text{MnCl}_2$  in saline) injected sc. ▲, group 4: Dermal excision ( $2 \times 2 \text{ cm}^2$  at dorsal skin).

# 各種の前処置による肝メタロチオネインの生成および内因性脾コロニーの増加

Increase of Hepatic MT Synthesis and Spleen Colony Formation in Pretreated Mice



# 放射線影響の固定的パラダイム 変異細胞



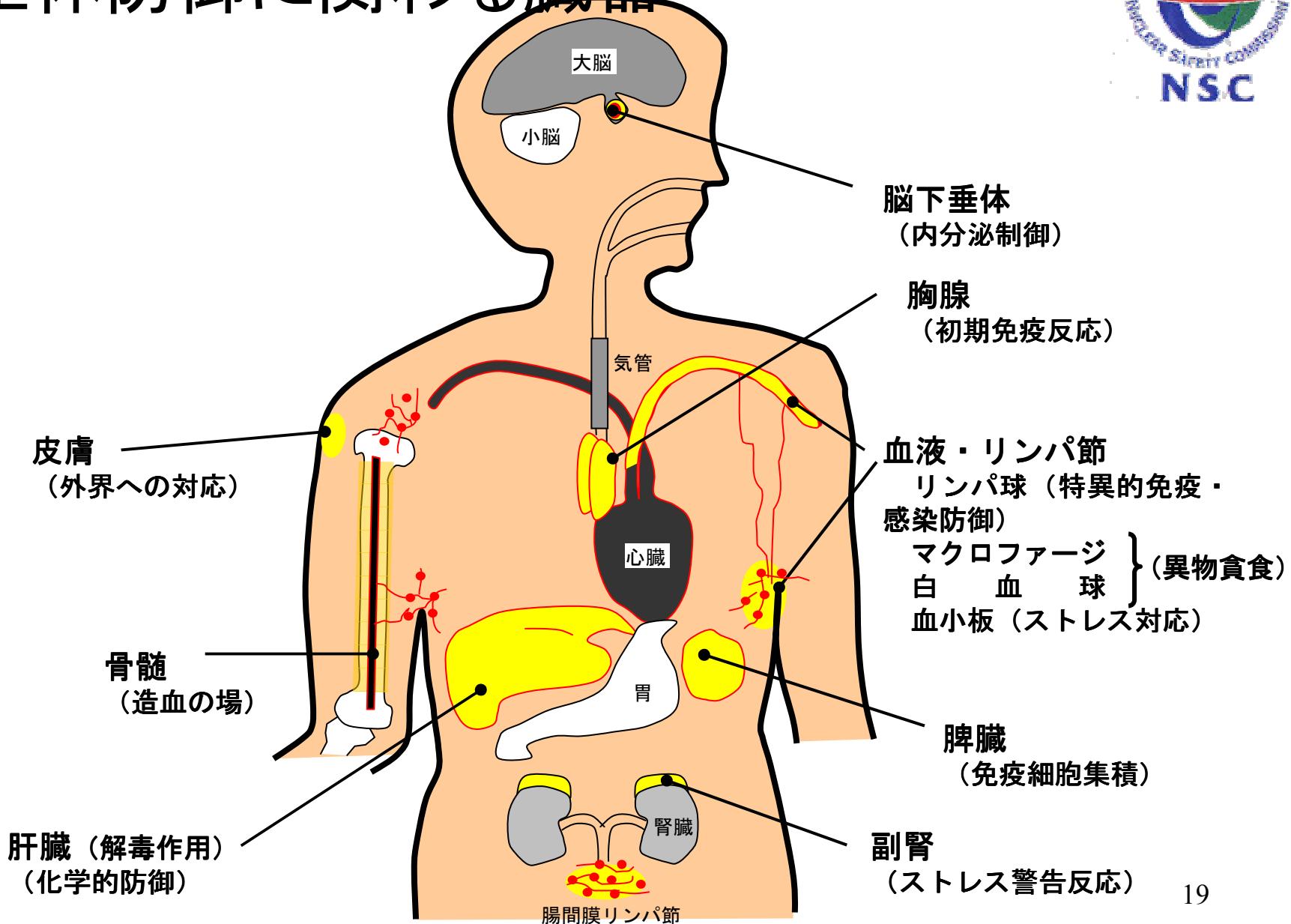
# DNAと細胞と放射線



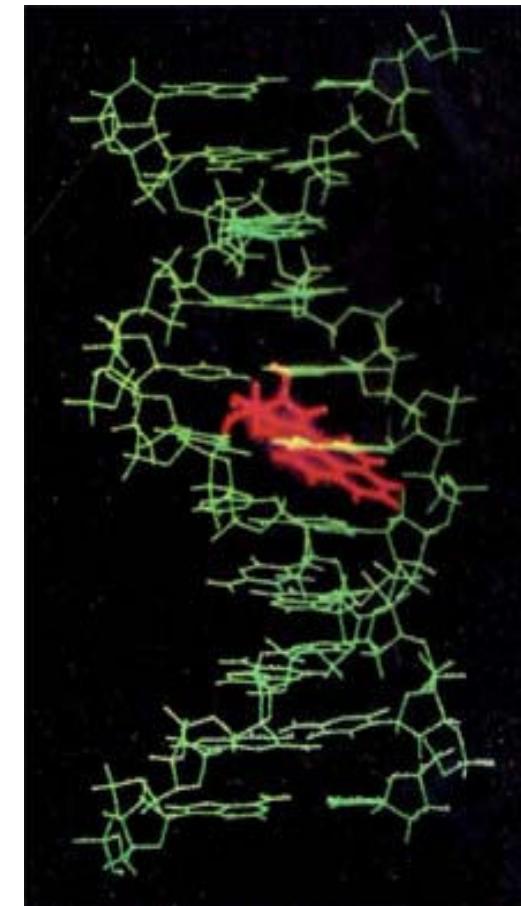
少量の放射線は 空気や雨のように  
いつも私たちの身体に注いでいる



# 生体防御に関する臓器



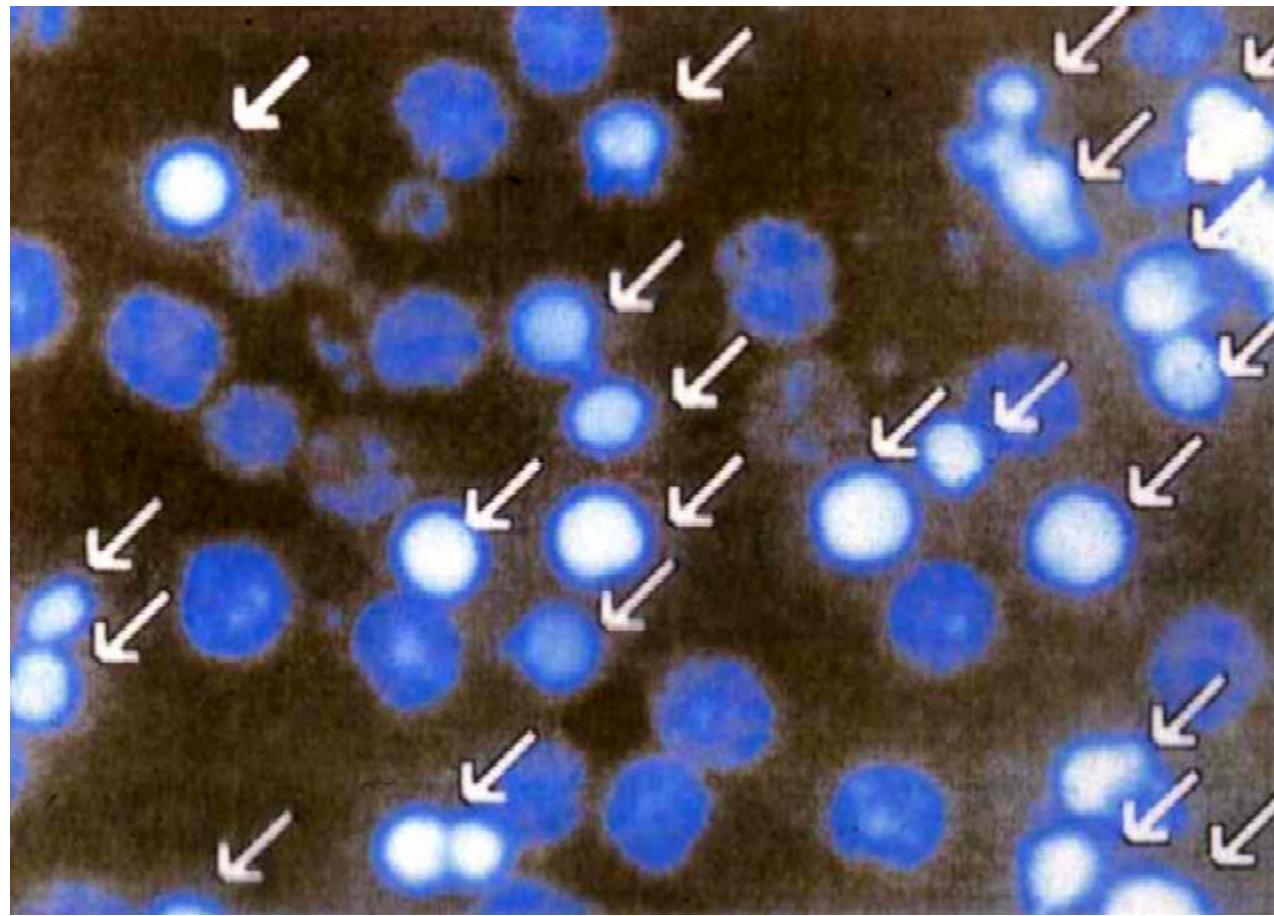
# 化学工場の労働者と血液中のDNAのキズ



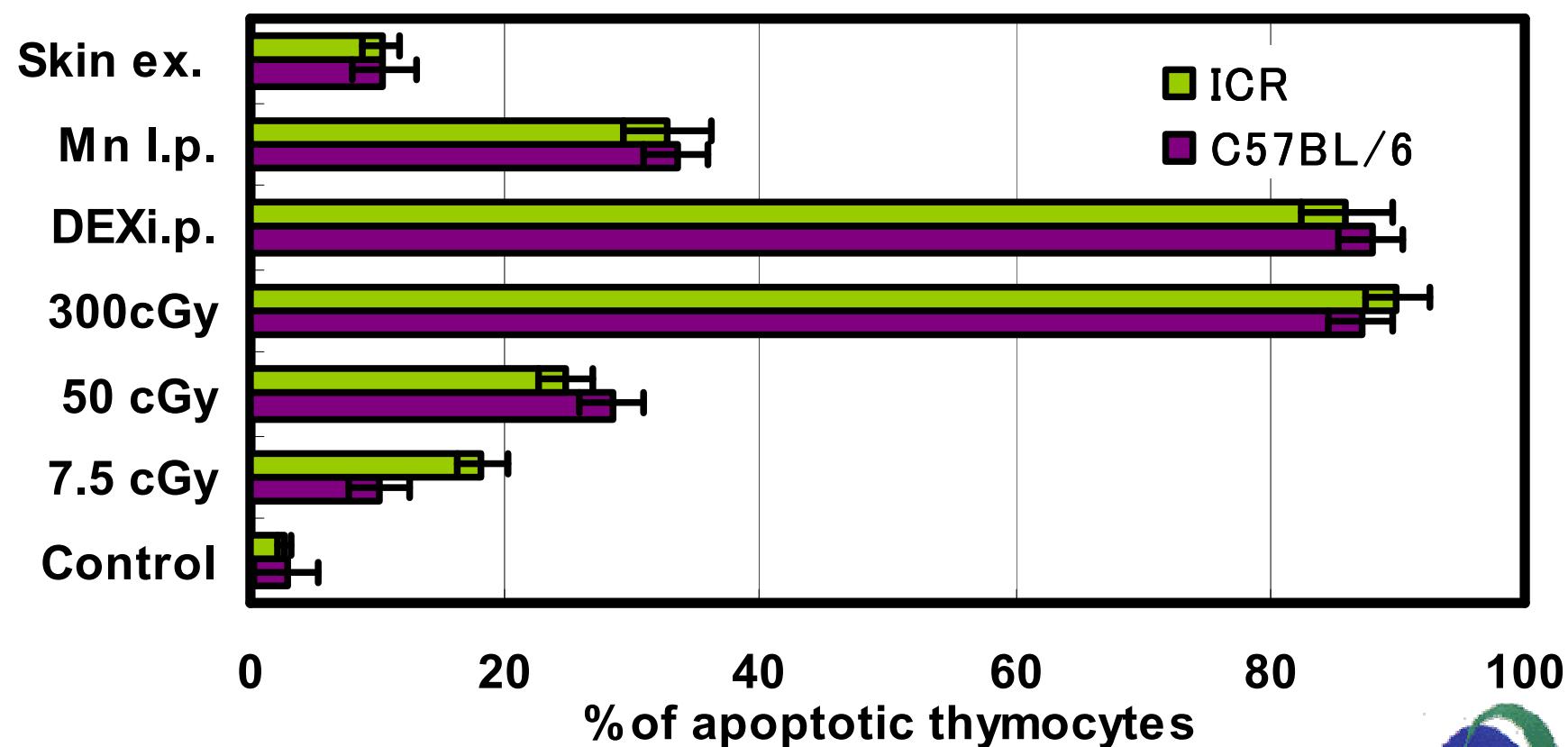
# 60兆個の人間の細胞

- ☆毎日、約1兆個の細胞が入れ替わり、約5000個のがん細胞が発生する。
- ☆これからは2人に1人が、がんになり、3人に1人が、癌で死亡する時代になった。
- ☆人間の生体防御機能を直視しよう。

# ストレス負荷6時間後の 胸腺のアポトシス



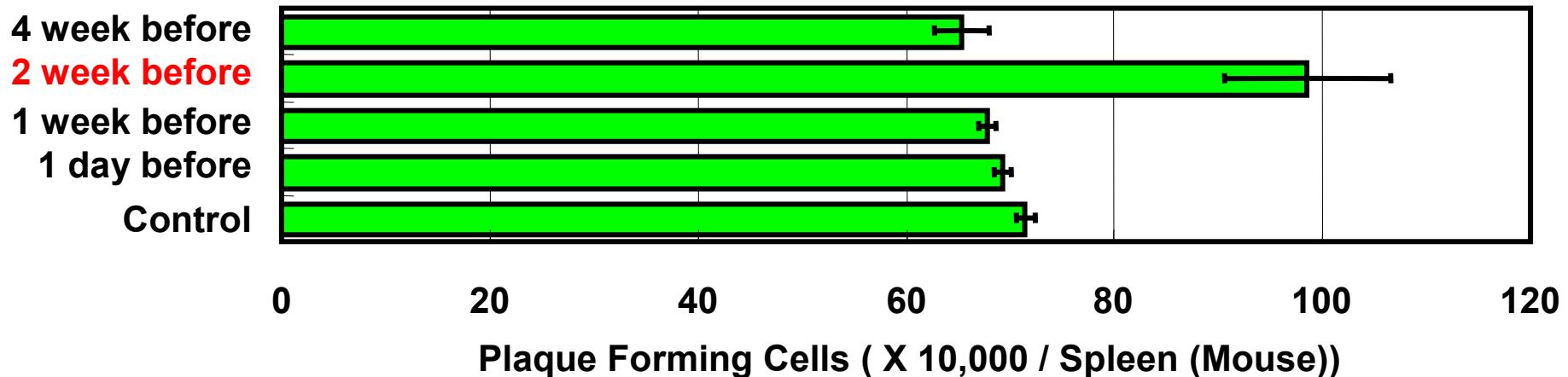
## ストレスや放射線を負荷したマウスの胸腺のアポトシス



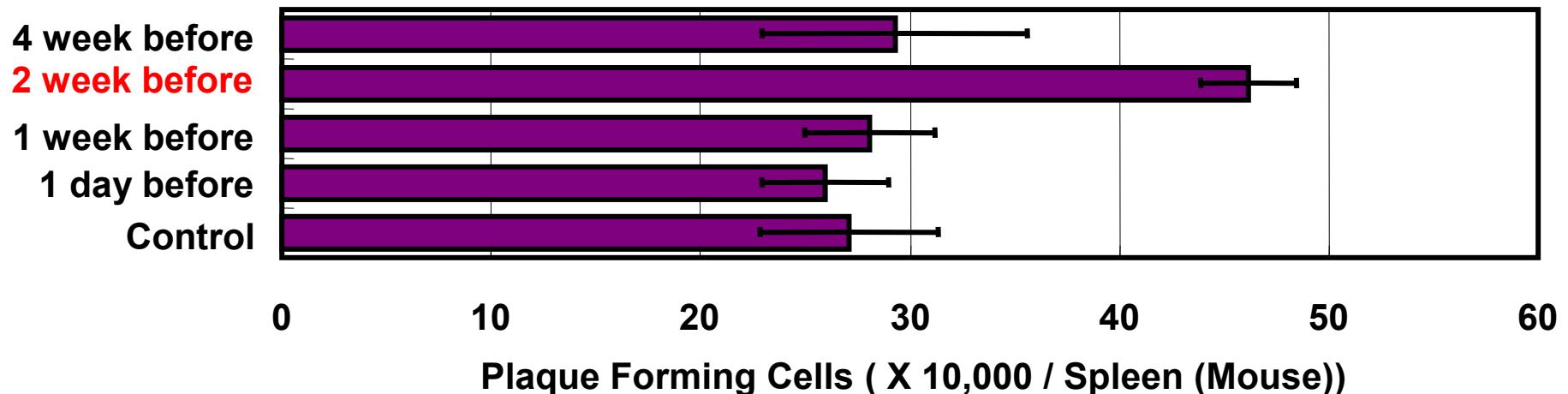
# 放射線照射マウスの免疫能の増加



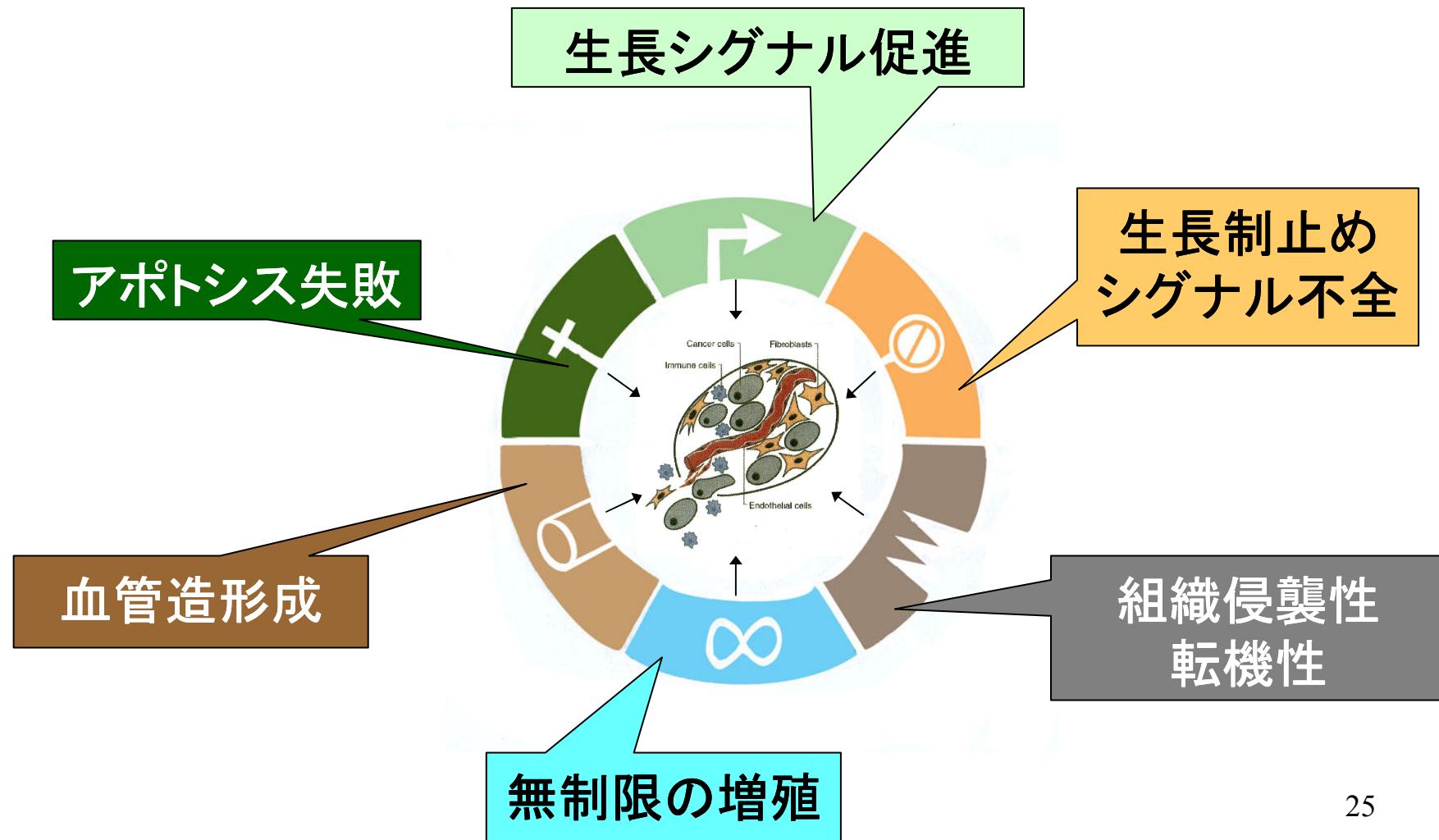
## 50 cGy Preirradiation - ICR -



## 50 CGy Preirradiation - C57/BL6 -



# 発ガンに向けての後発的要因



# 体内のDNAの傷の消去の量

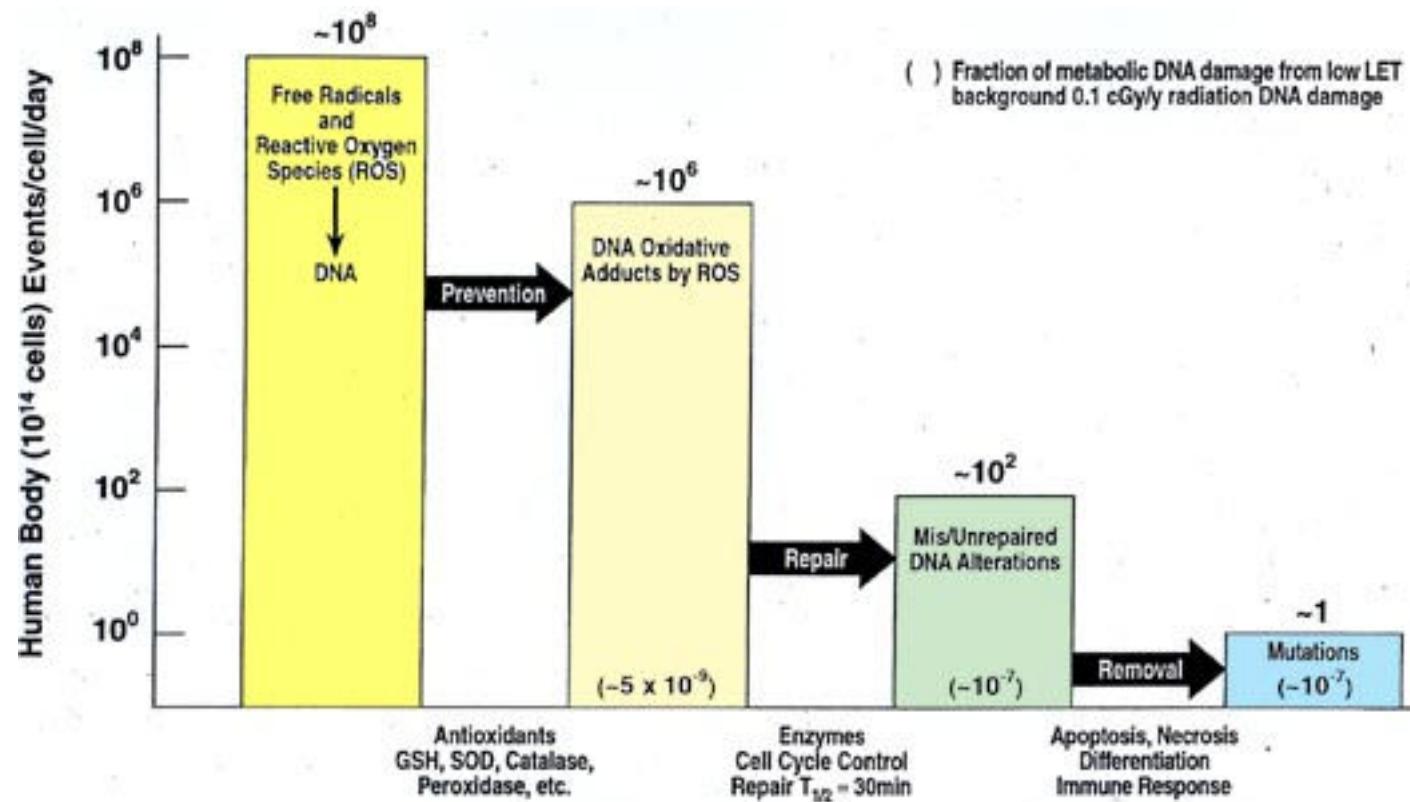
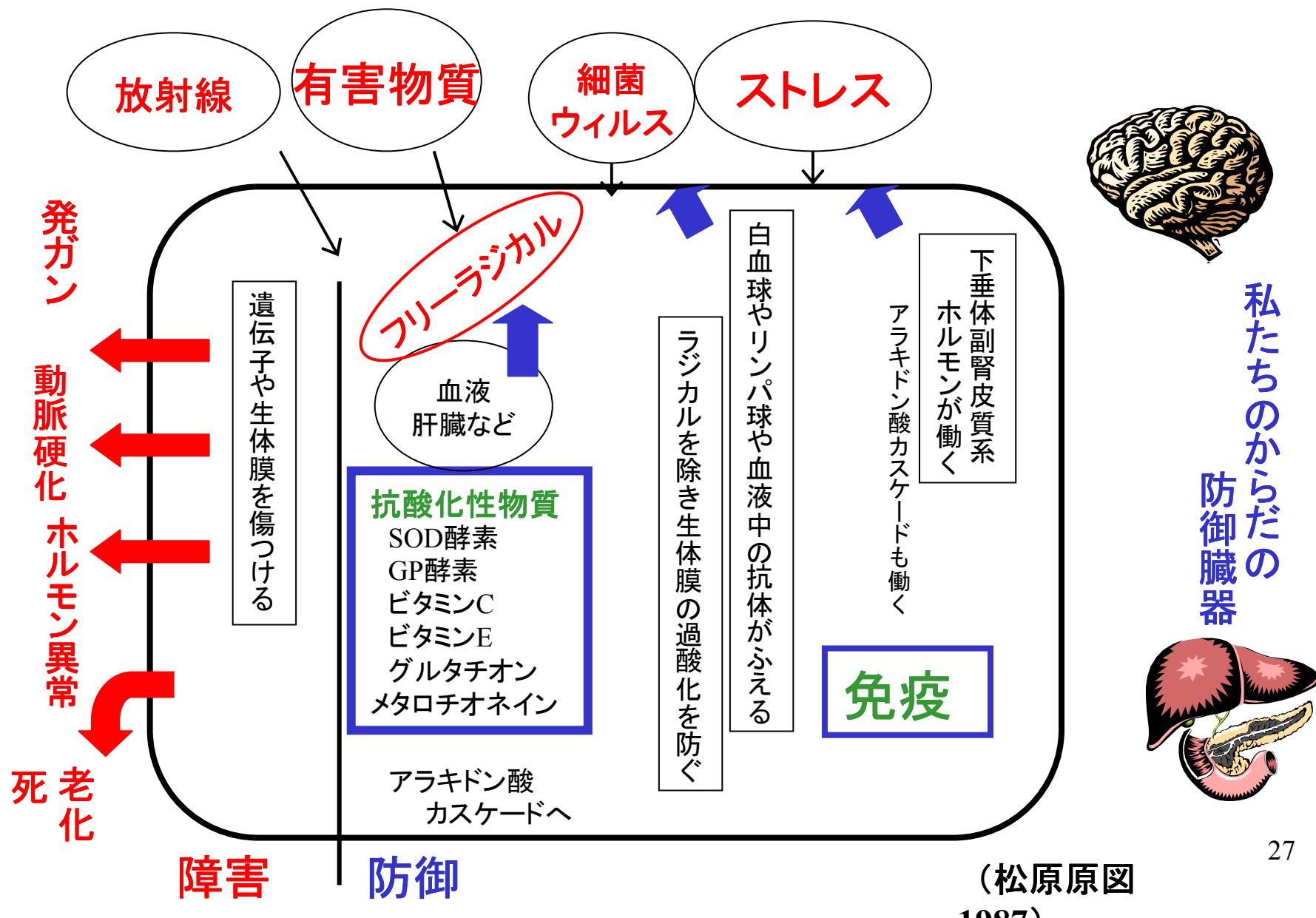


Figure 2. The DNA damage-control biosystem. Estimates based on data in literature.  
Pollycove M and Feinendegen LE.

# 私たちのからだの生体防御機構



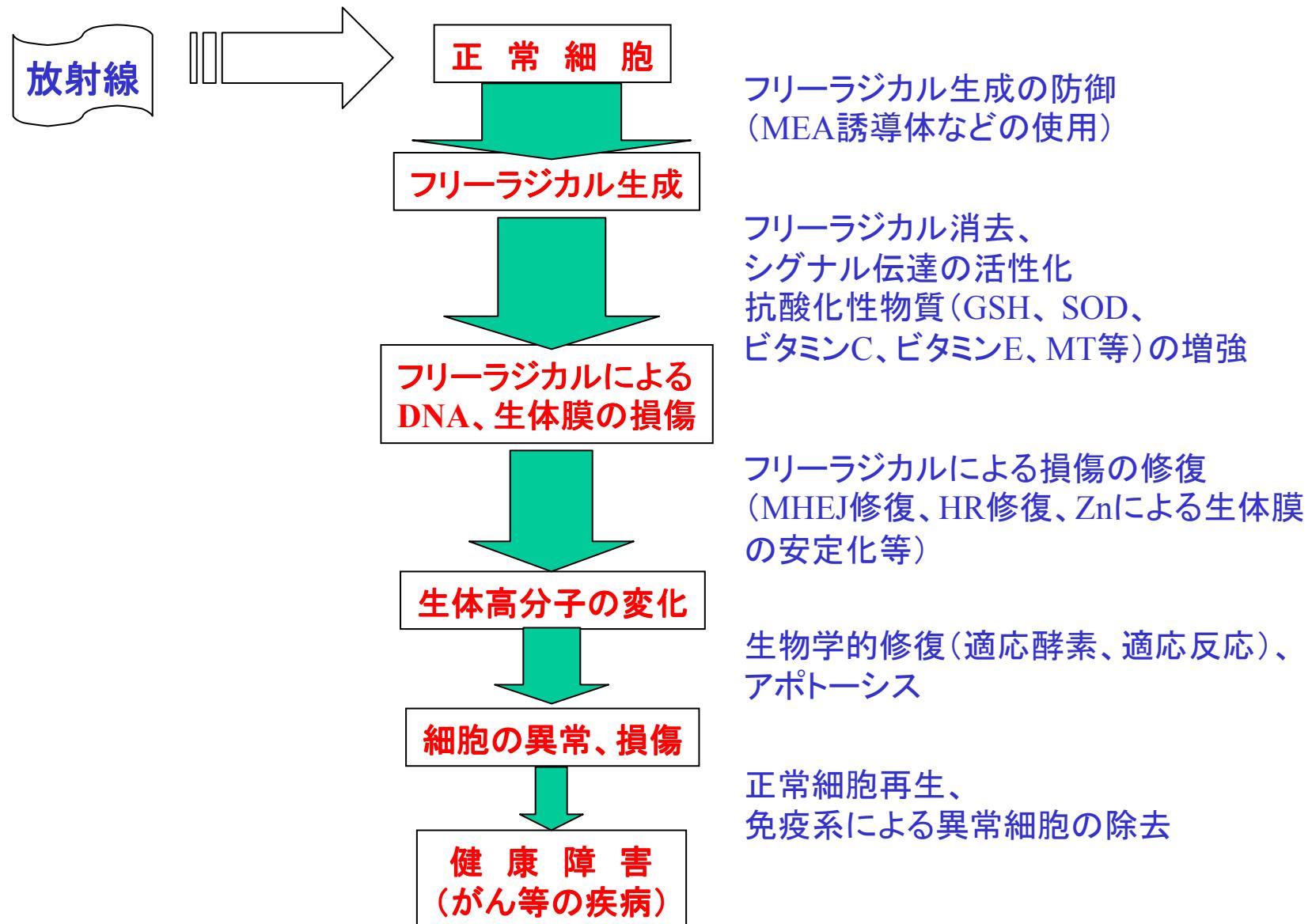
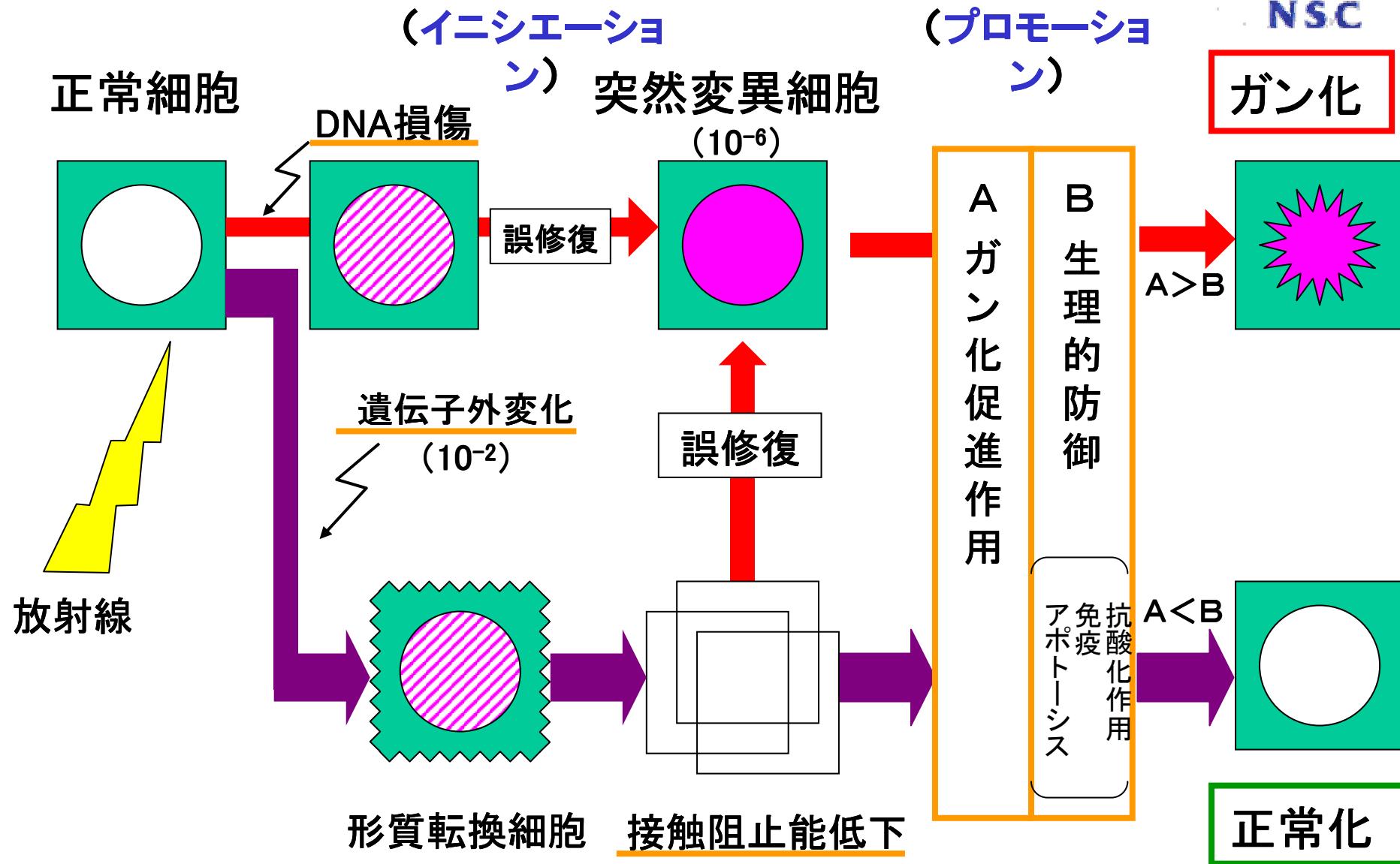
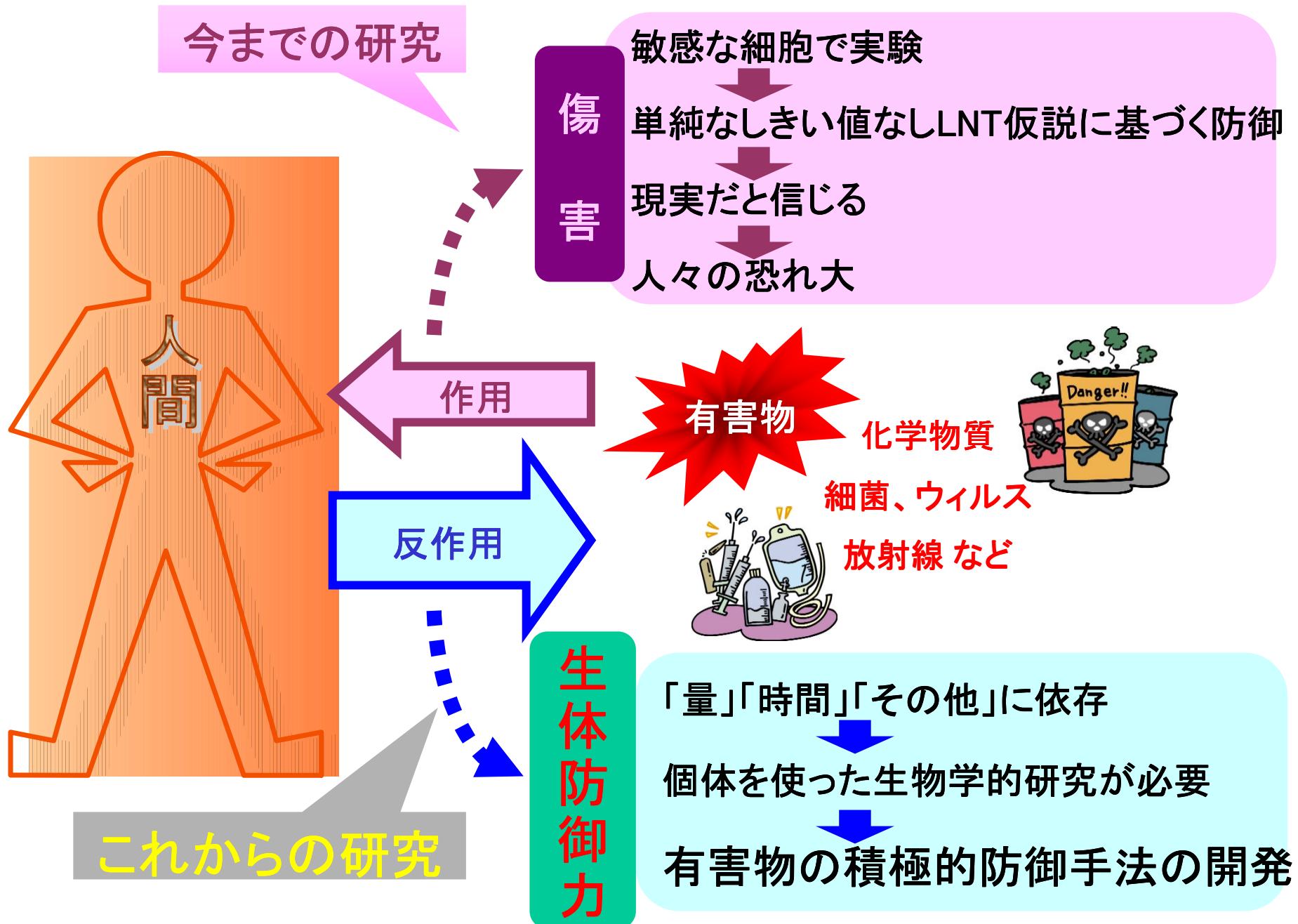


図 放射線障害の効果的防御にかかる諸要因<sup>28</sup>



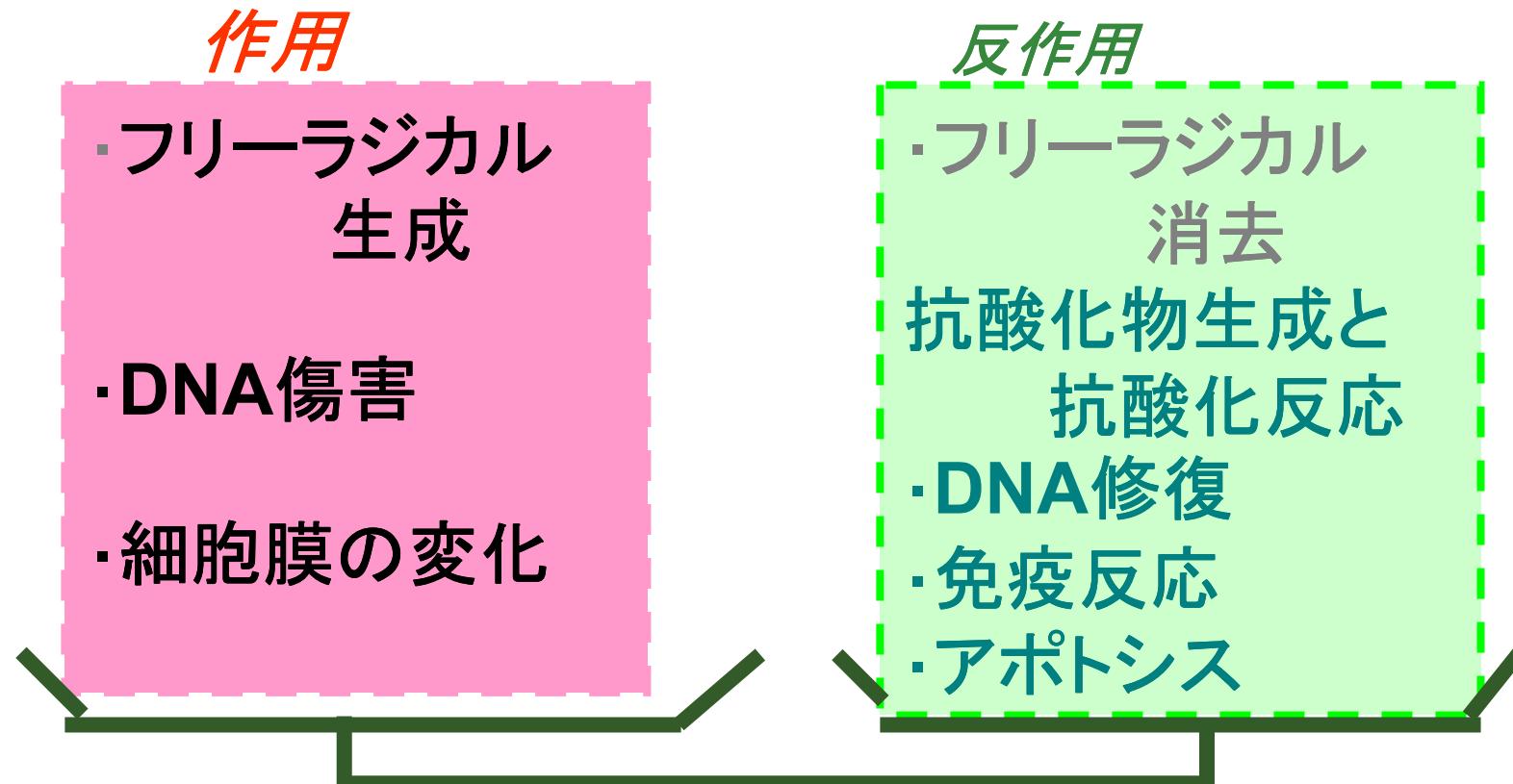
# 放射線発ガンプロセス





# 低線量放射線に対する生体反応

現実は **傷害**と**防御** のバランス



# 国民の生活と放射線

- 広島長崎の被爆
- 核爆発実験と死の灰の爪痕
- 原子力平和利用三原則のもとに出発した原子力開発
- JCOウラン加工施設事故の経験

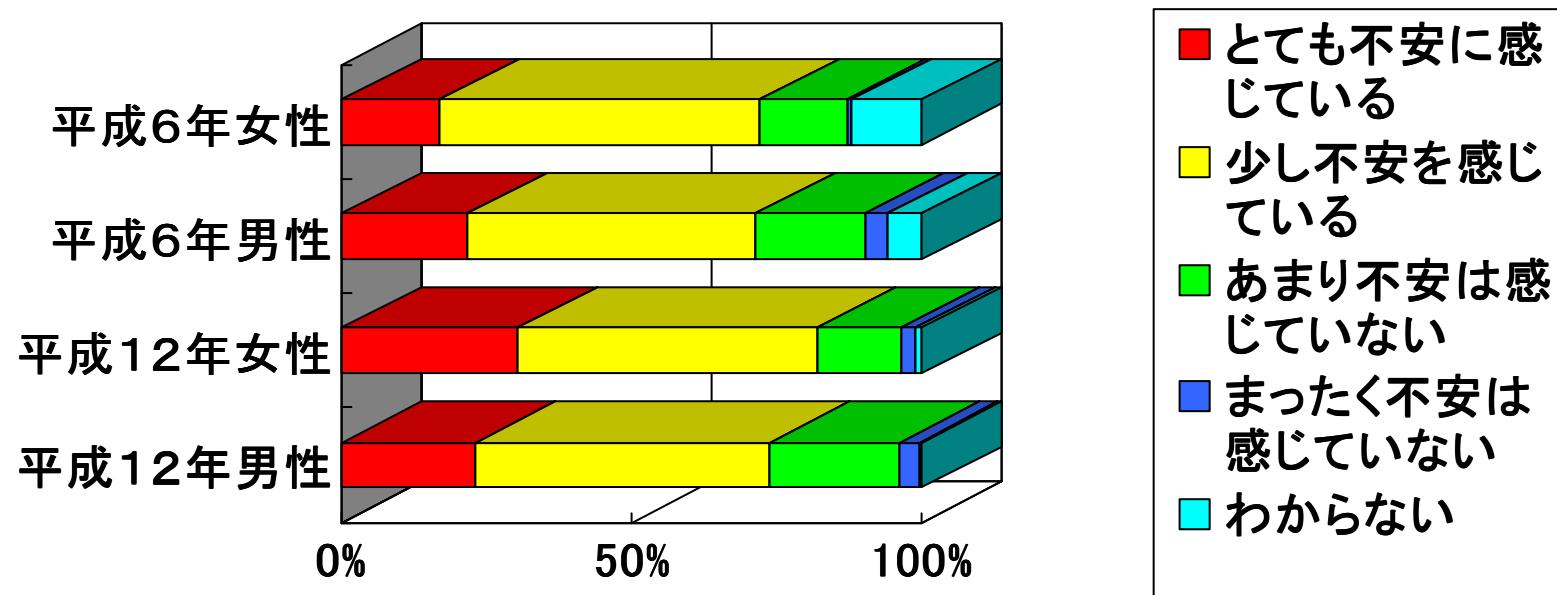
我が国の電力の3分の1は原子力エネルギーによって賄われ、

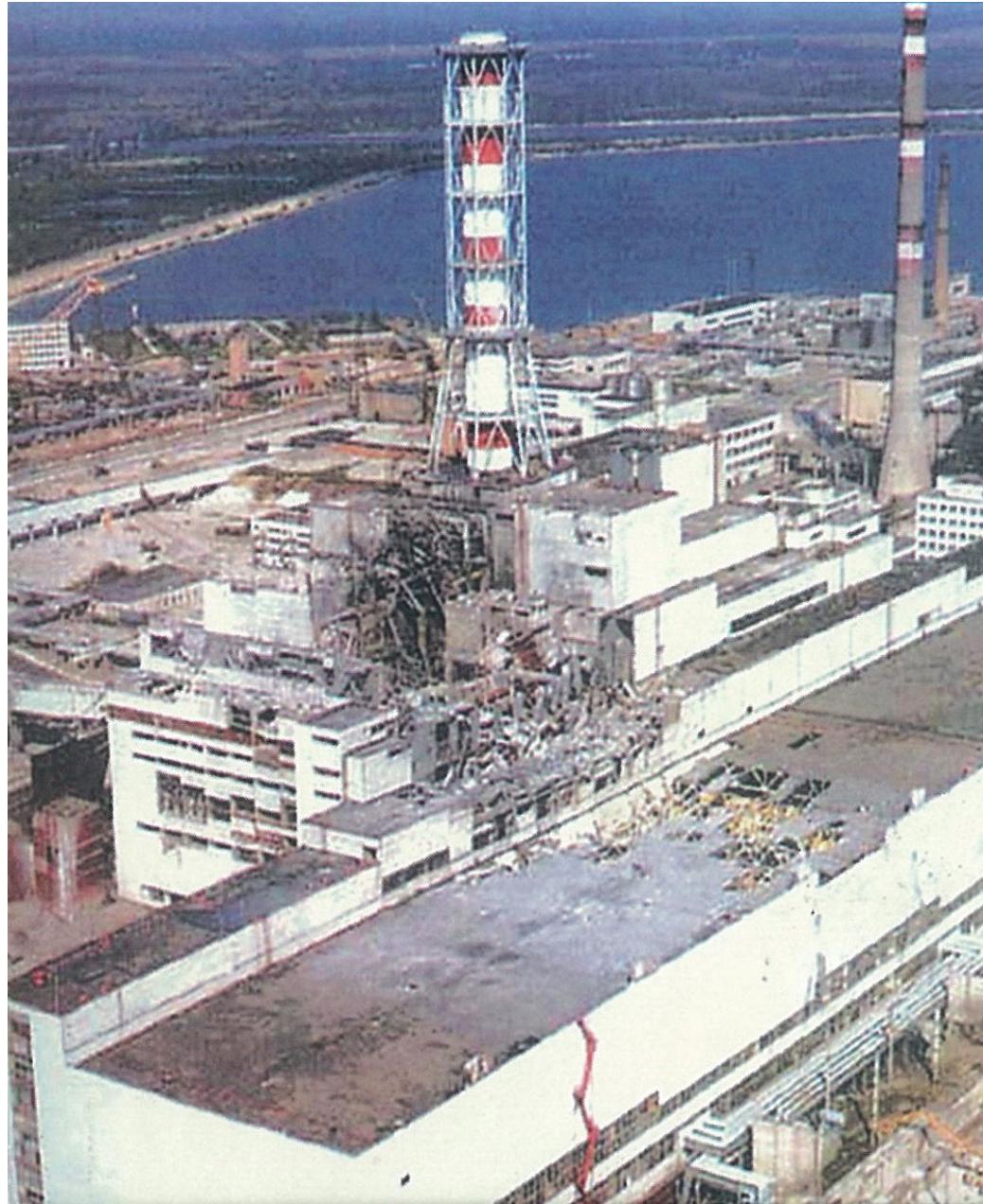
一方、放射線の産業・医学利用が躍進

経済規模では約9兆円と、エネルギー利用の8兆円を上回る程となった。

- 公衆は放射線は怖い、しかし積極的ではないが、利用して役立ててほしいとは思っている。
- 問題は原子力安全対策や放射線防護の現実、施設や日常における人々の放射線被曝の現実、低線量の放射線影響の実態などについて、公衆に正当に知らされていないことである。

# 茨城県の意識調査





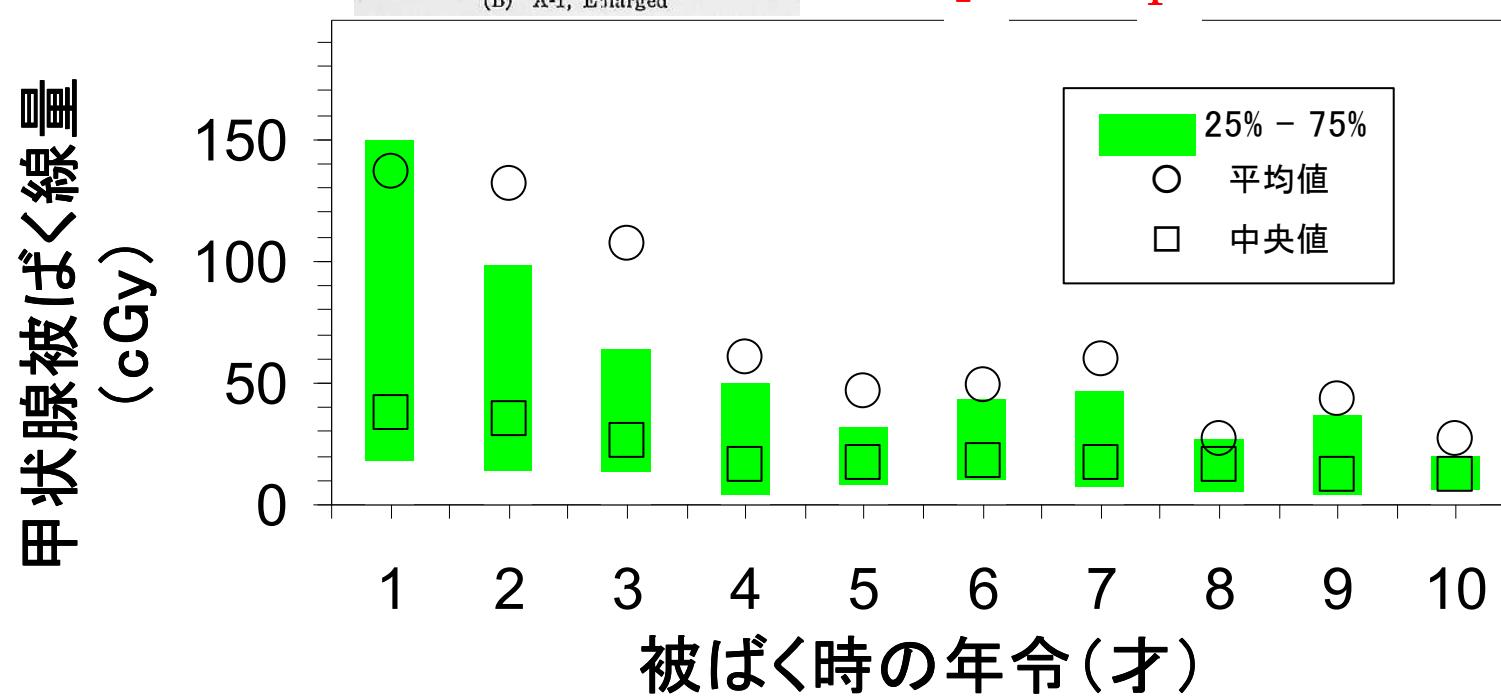
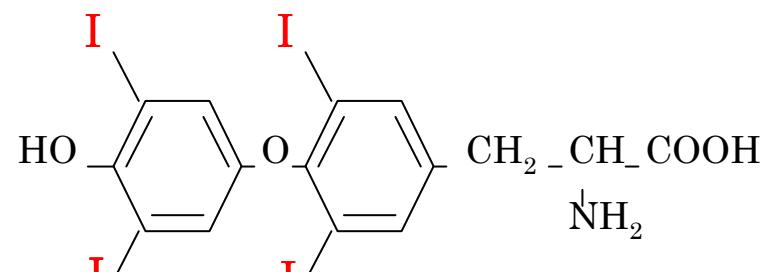
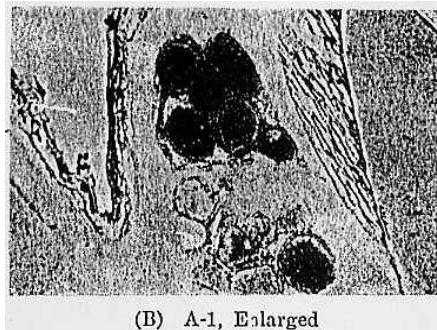
事故後のチェルノブイリ原子力発電所

# Radioactivity Released from Chernobyl NPP

I-131	1,760	PBq
Xe-133	6,500	PBq
Cs-134	54	PBq
Cs-137	85	PBq
Sr-90	10	PBq
Pu-239	0.03	PBq



# チェルノブイリで被ばくした子供の年齢と 甲状腺に蓄積した放射性ヨウ素の線量



英國では原子力施設周辺の白血病、  
近年はドイツで原子力施設周辺の小児白血病やが  
んの疫学が話題となっている。昨年フランスは徹底  
的レビューをおこない、報告書をだした。日本では、  
放射線作業者の死因について継続的調査をおこ  
なっている。

がんは複数の要因がからんで長年かかって  
発生してくる。がんの年齢的発生分布から、  
発生率  $Y=K \cdot T^7$  Almitage-Doll の式  
から数段階をへると推定される。



# がんを予防する12か条の要点

- いろいろな種類の食品を、栄養のバランスよく食べる。(緑黄野菜は抗酸化物質)
- カロリー(甘いものや脂っこいもの)やアルコールを取り過ぎない。
- タバコを止める。熱すぎるもの塩からいものを避け、焦げたもの、カビたものなどを避ける。
- 良く身体を動かす。日焼けに注意。
- 身体を清潔にする。



# 将来の生活視点

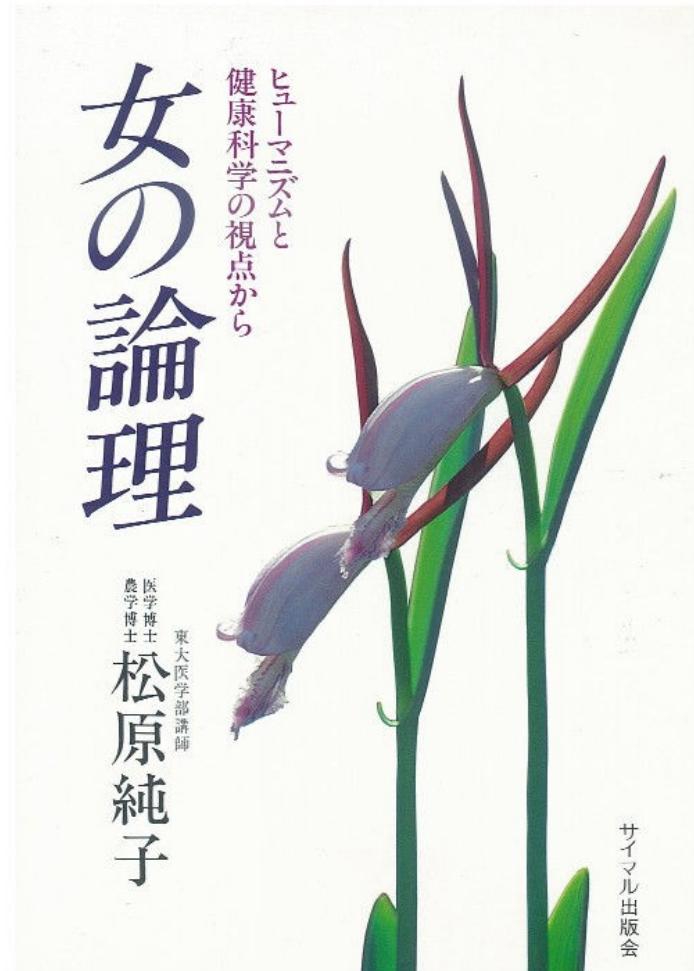
- 将来の健康リスクを減少させ人類の生存を確保するには、視点を地球環境とエネルギーと社会経済の問題に広げ、持続可能な発展＝環境負荷最少の技術や経済の樹立をめざす。
- 公衆の生活の基盤は、環境、エネルギー、社会経済、資源、廃棄物などの問題との総合的関連の上にある。

# 女の論理—ヒューマニズムと健康科学の視点 から サイマル出版会 より1980年出版

•

一九七六年に「**日常性に発する婦人問題と私の将来展望**」と題した、毎日新聞社より第三回日本研究賞を受賞した論文を基礎に本を著した。

この本は疫学と環境医学を専門とする第一線の著者が、いのちの営みである**生命 生産 労働**を位置づけ、男の論理が支配してきた**物質 生産**優先の発想を根本から見なおしたものである。(朝日)女が幸せに生きる原点と鮮やかな展望を描いた本である。(読売)



# 低線量の放射線影響の考え方

- 1～10mSv/年：自然放射線のばらつきの範囲
- 10～250mSv/回：身体的症状が現れないが、発がんのリスクが通常(30%)に加え、**0.05%～1%**程度増える。
- 500mSv以上：医学的に被ばくの影響を検出できる。  
他方、さまざまな放射線適応応答も観察される。

# 放射線の単位

単位：物を測るモノサシの基本の量

時間：秒、分、時、日、年、、、

距離：メートル、ミリメートル(mm)、、、

重さ：グラム、キログラム(kg)、、、

$$1\text{メートル} = 1000\text{ミリメートル}$$

## 放射線の単位

放射性物質：1ベクレル(Bq)

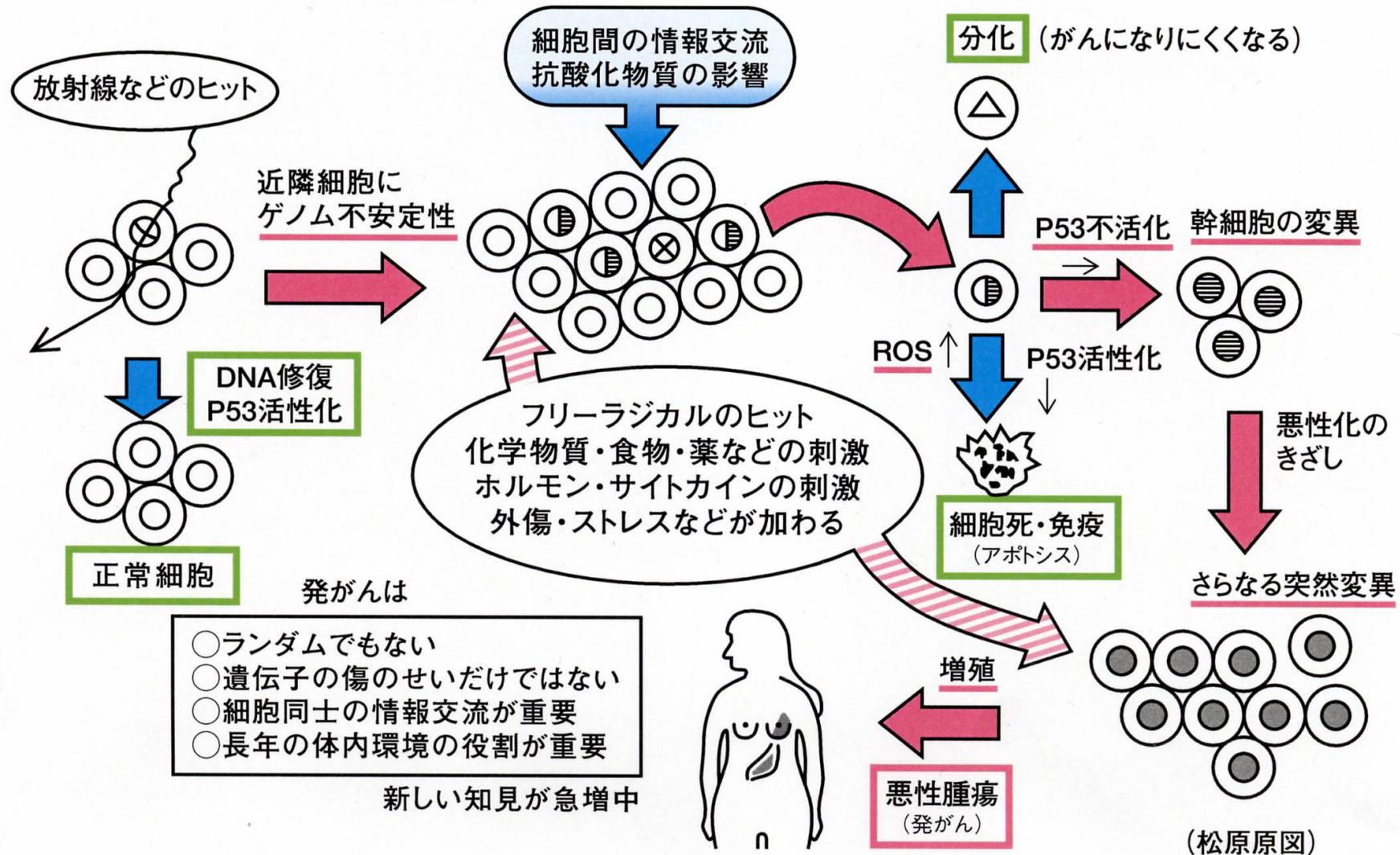
原子1個ずつから出てくる電子などの数を数える

放射線：1シーベルト(Sv) 細胞に与えるおよその刺激の度合い

$$1\text{シーベルト} = 1000\text{ミリシーベルト(mSv)}$$

例えば、1年間に人々が受ける自然放射線の量は **2.4 mSv / 年**

# 放射線発がんの新しいパラダイム



# 専門家の役割と国の説明責任

- 低線量域においては、放射線防護の原則と放射線影響の実態とは別である。
- 専門家や国はそれらを区別して、それぞれを正当に公衆に説明する必要がある。  
そのためには、翻訳ではなく、もっと現実を直視した思考と、主体的表現が必要である。