

新刊書籍 発売！ 2012年10月10日 刊行

# 「放射線を科学的に理解する — 基礎からわかる東大教養の講義」

鳥居寛之・小豆川勝見・渡辺雄一郎 著  
中川恵一 執筆協力

丸善出版 本体 2500円+税

- 1章 放射線とは？《放射線入門》
  - 2章 放射線の性質《放射線物理学Ⅰ》
  - 3章 原子力発電で生み出される放射性物質《原子核物理学・原子力工学》
  - 4章 放射線量の評価《放射線物理学Ⅱ》
  - 5章 放射線の測り方《放射線計測学》
  - 6章 環境中での放射性物質《環境放射化学》
  - 7章 放射線の細胞への影響《放射線生物学》
  - 8章 放射線の人体への影響《放射線医学》
  - 9章 放射性物質と農業《植物栄養学・土壤肥科学》
  - 10章 放射線の防護と安全《放射線防護学》
  - 11章 役に立つ放射線《放射線の利用・加速器科学》
- Q&A

放射線を理解するには、物理学・化学・生物学・医学・工学など、多くの分野の知識が必要です。しかしこれらすべてを網羅することは難しく、系統立てて学べる機会は非常に少ないのが実情です。

本書は、東京大学教養学部で行われた講義をもとにし、放射線について多角的に学べるよう配慮しています。日常生活や原発事故にかかわる具体的な例を引きながらやさしくていねいに解説しましたので、高校生や一般の方にも広く読んでいただきたいと思います。

<http://radphys4.c.u-tokyo.ac.jp/~torii/lecture/radiolect-kn.html>

# 放射線

鳥居 寛之  
小豆川勝見  
渡辺雄一郎 著  
中川 恵一  
執筆協力

科学的に  
理解する

基礎からわかる東大教養の講義

丸善出版

# 2012年度冬学期 主題科目テーマ講義

## 放射線

を

科学的に

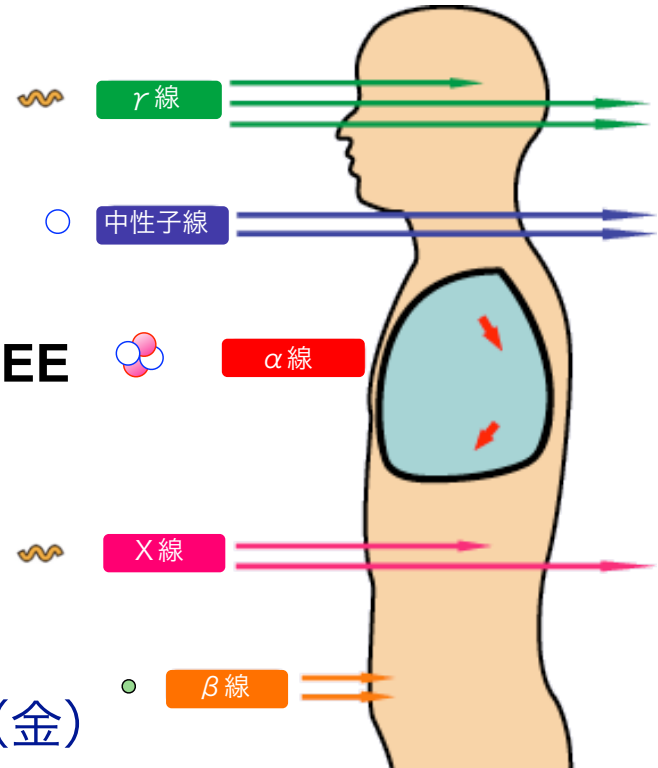
理解する

金曜5限

@ 21 KOMCEE

K402教室

2012 / 11 / 9 (金)



第5回

## 放射線生物学

放射線の生体への影響、放射線防護の考え方

渡邊 雄一郎

東京大学 教養学部 / 大学院総合文化研究科



# 放射線を科学的に理解する

- 10/12 放射線入門 【鳥居】
- 10/19 放射線物理学 【鳥居】
- 10/26 放射線計測学 【小豆川】
- 11/ 2 環境放射化学 【小豆川】
- 11/ 9 放射線生物学 【渡邊】
- 11/16 放射線医療 【作美】
- 11/20 原子核物理学 【鳥居】
- 11/30 環境システム工学 【森口】
- 12/ 7 科学技術社会論 【藤垣】
- 12/14 環境放射化学 【小豆川】
- 12/21 植物栄養・肥料学 【藤原】
- 1/11 放射線の利用 【渡邊】
- 1/25 放射線防護学・加速器科学 【鳥居】

担当教員

ゲスト講師

鳥居 寛之

小豆川 勝見

渡邊 雄一郎

《教養学部》

作美 明 《医学部附属病院放射線科》

森口 祐一 《工学系都市工学》

藤原 徹 《農学部応用生命化学》

藤垣 裕子 《教養学部広域システム》

2012年11月9日

# 放射能の科学

## 放射線の生体への影響 放射線防護の考え方

教養学部 統合自然科学科  
総合文化研究科 生命環境科学系  
国際環境プログラム (GPES)

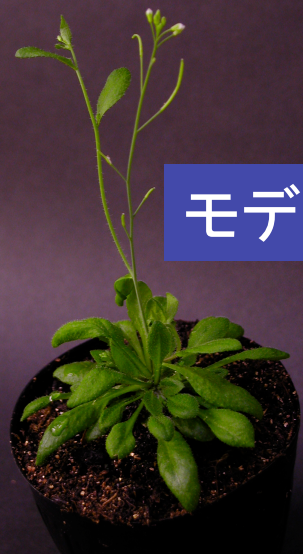
渡邊雄一郎

質問問い合わせなどは

[solan@bio.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:solan@bio.c.u-tokyo.ac.jp)へ

# 研究テーマ

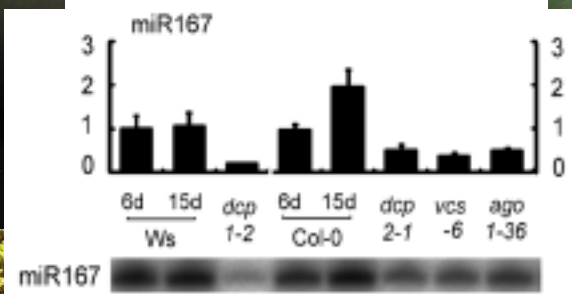
モデル植物



実験室



発生-生産



環境応答-生存戦略





を科学する - 食品安全委員会

食の女王、を科学する。



ホーム サイトマップ English page

サイト内検索

文字サイズ拡大表示 A-A



### 重要なお知らせ

- 東北地方太平洋沖地震の原子力発電所への影響と食品の安全性について (第52報) -NEW-
- 「放射性物質に関する緊急とりまとめ」(3月29日)
- 委員長からのメッセージ(緊急とりまとめを終えて)
- 放射性物質と食品に関するQ&A(4月22日更新)
- 放射性物質のワーキンググループ開催案内・実績
- 腸管出血性大腸菌による食中毒に関する情報-NEW-
- 腸管出血性大腸菌による食中毒の防止について

### お知らせ

- 2011.04.22 →平成20年以前に輸入された非食用米穀等の不適正流通について(農林水産省発表資料)
- 2010.12.20 →野鳥等における鳥インフルエンザについて [PDF] (平成22年12月28日更新)
- 2010.12.16 →ファクトシート「トランス脂肪酸」を更新 [PDF]
- 2010.11.24 →高濃度にジアシルグリセロール(DAG)を含む食用油等に関連する情報(平成22年11月24日更新)
- 2010.11.18 →ファクトシート「フラン」を掲載 [PDF]

### FSC For You

- 消費者の方向け情報 [Click!](#)
- お母さんになるあなたへ [Click!](#)
- キッズボックス [Click!](#)
- NEW 動画配信などビジュアル資料 [Click!](#)

FSC Views

食品健康影響評価 (リスク評価)

意見・情報の交換 (リスクコミュニケーション)

会議開催予定と委員会の実績

食品安全委員会とは

リンク集

アーカイブ

食の安全についてのご相談・ご意見は…

食の安全ダイヤル 03-6234-1177

E-mail でも受け付けています。 [受付時間] 平日10時~17時/休日・年末年始を除く

皆さまのご意見を募集しています!

パブリック・コメント募集 Public Comment

情報がメールで届きます! メールマガジン バックナンバーはこちら

「食品安全e-マガジン」配信登録 Mail Magazine

毎日定時にお届け! バックナンバーはこちら

「新着情報お知らせメール」登録 Mail Information

「食の安全ダイヤル」にお寄せいただいた

#### 新着情報

更新情報はこちらをごらん下さい

- 2011/06/07 委員会等 食品安全委員会(第385回)の開催について【開催日:6月9日(木)】
- 2011/06/07 委員会等 食品安全委員会農業専門調査会評価第二部会(第8回)の開催について(非公開)【開催日:6月14日(火)】
- 2011/06/03 その他 食の安全を科学する「サイエンスカフェ」「科学の目で見える食中毒 どうしてなるの?なったらどうなるの?」の動画配信を始めました。
- 2011/05/25 その他 食品安全委員会事務局 技術参与(非常勤)の募集について【農業関連】[PDF]
- 2011/05/19 ビリダベンに係る食品健康影響評価に関する審議結果(案)

#### 注目キーワード

- 放射性物質の食品健康影響評価
- 腸管出血性大腸菌による食中毒
- 食中毒予防のポイント

データベースによる資料・情報の検索はこちら!

食品安全総合情報システム

#### 専門調査会別情報

- 企画
- リスクコミュニケーション
- 緊急時対応
- 添加物
- 農業
- 動物園採来品

FSC Views

食品健康影響評価 (リスク評価)

意見・情報の交換 (リスクコミュニケーション)

調査・研究活動

## 専門調査会別情報

・企画

・リスクコミュニケーション

・緊急時対応

・添加物

・農薬

・動物用医薬品

・器具・容器包装

・化学物質・汚染物質

・微生物・ウイルス

・プリオン

・かび毒・自然毒等

・遺伝子組換え食品等

・新開発食品

・肥料・飼料等

・ワーキンググループ

# 平成 24 年度 放射線取扱主任者試験 受験の手引き

この試験は、「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（昭和 32 年 6 月 10 日法律第 167 号）」に基づき、登録試験機関である財団法人原子力安全技術センターが行う国家資格試験です。第 1 種及び第 2 種の放射線取扱主任者免状は、放射線取扱主任者試験に合格し、かつ、所定の講習を修了した者に対し、文部科学大臣より交付されます。

**試験日程 第 1 種放射線取扱主任者試験**

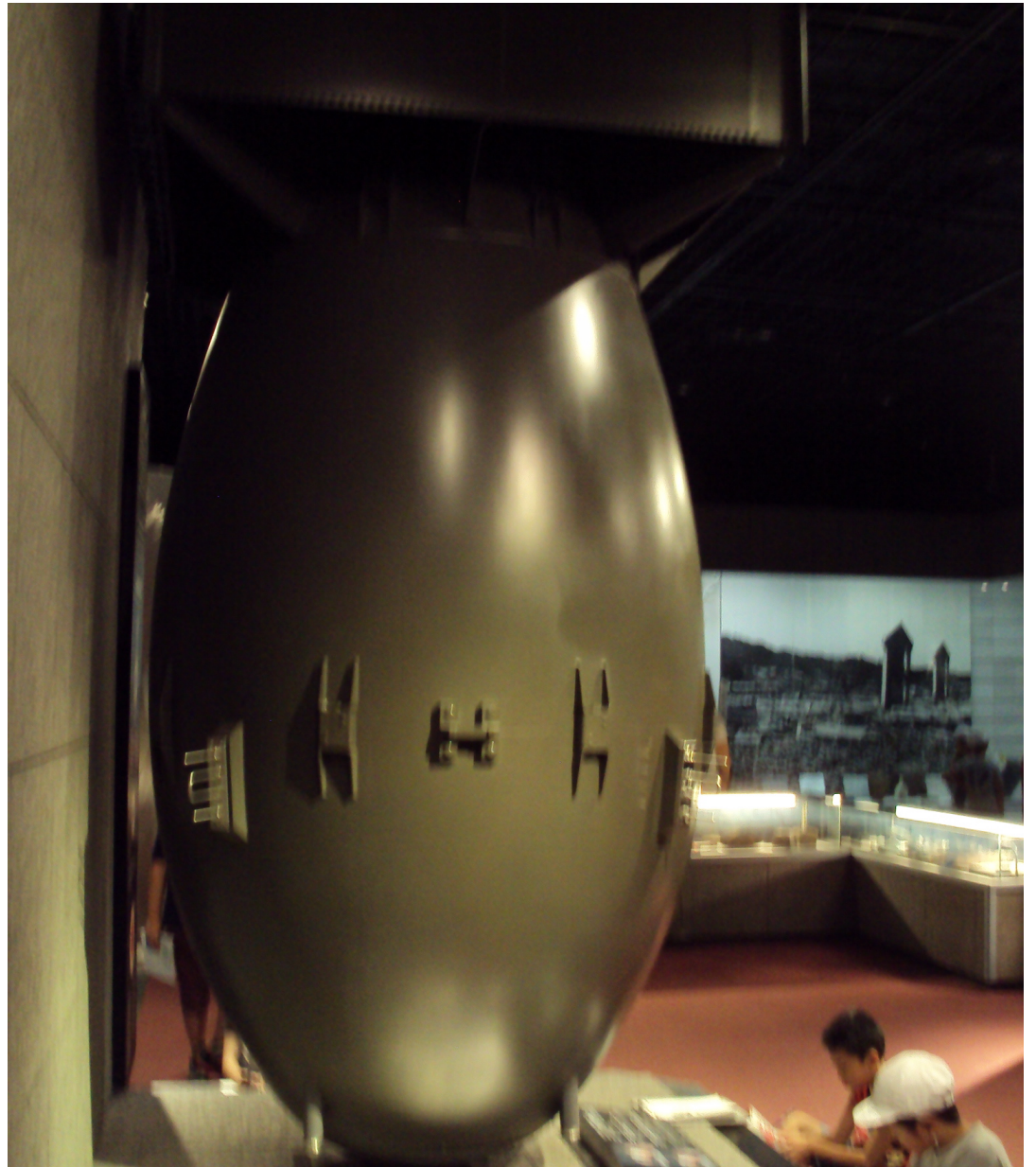
平成 24 年 8 月 22 日（水）、23 日（木）

**第 2 種放射線取扱主任者試験**

平成 24 年 8 月 24 日（金）



# FATMAN













1945  
8.9 11:02'



# 公益財団法人 放射線影響研究所 (放影研 RERF)

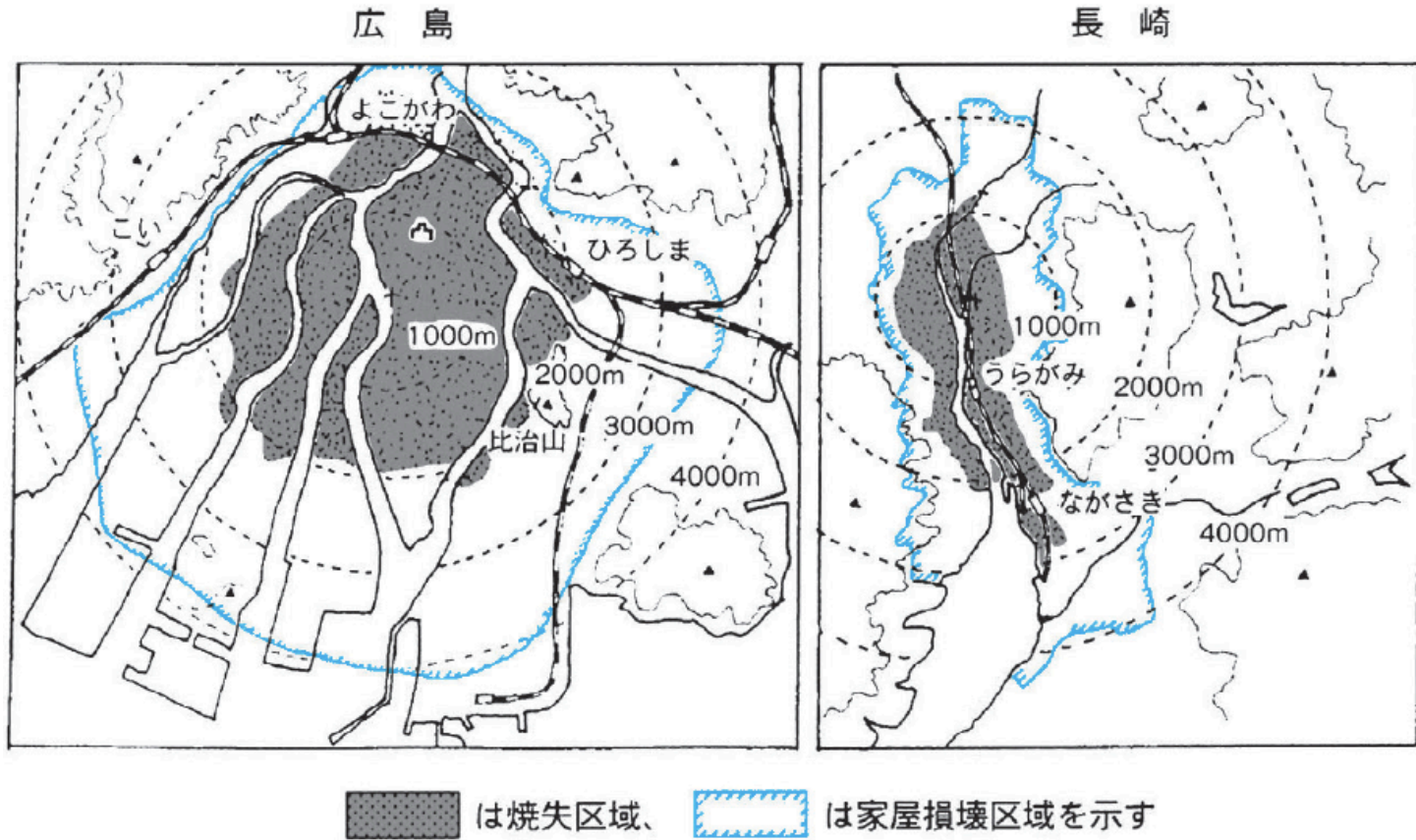


@広島市南区 比治山公園



@長崎市蛭茶屋

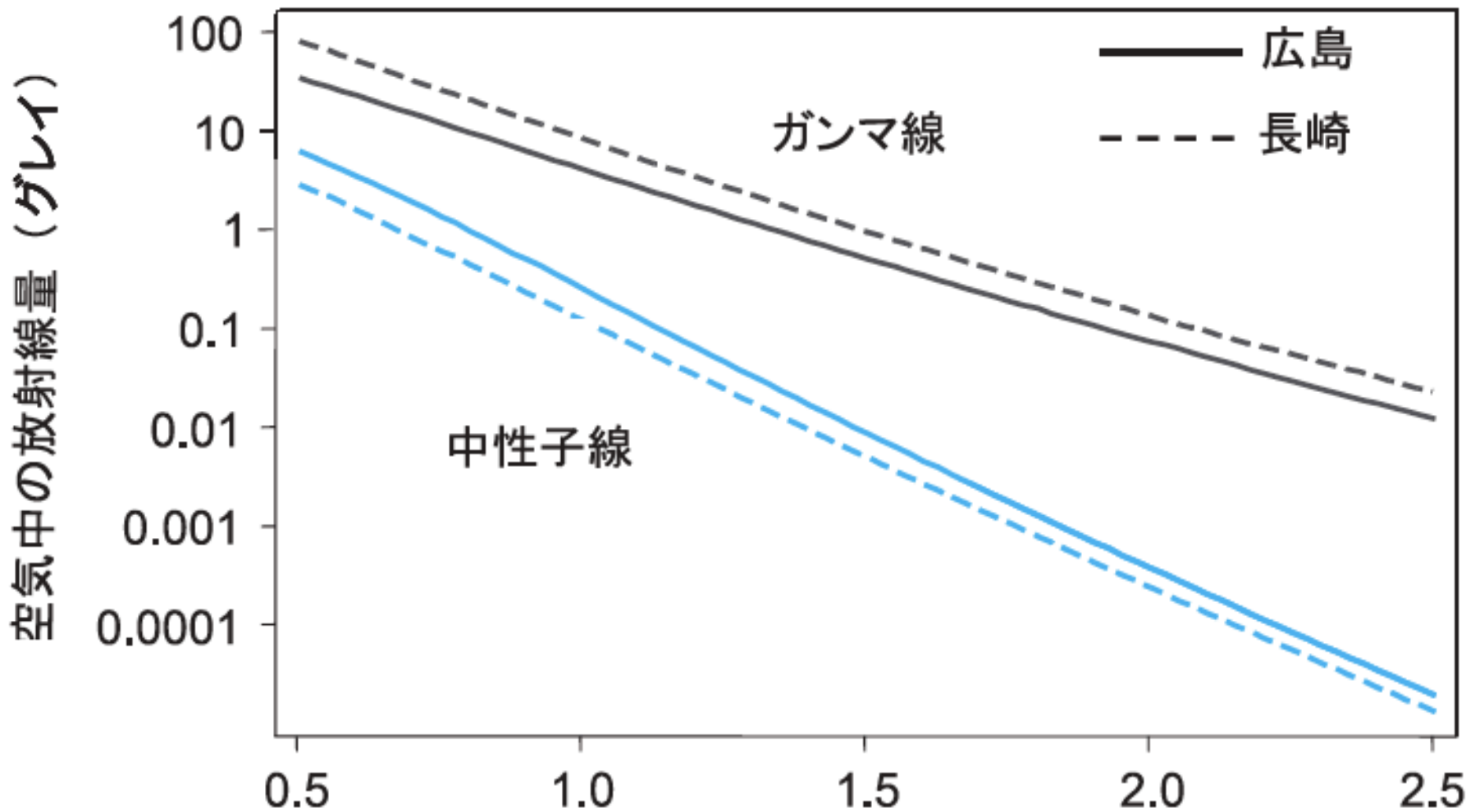
図2. 原爆による焼失区域と家屋損壊区域



「RERFの案内」より



図4. 爆心地からの距離と空中線量（遮蔽がない場合）  
DS02（2002年線量推定方式）\* による



「RERFの案内」より

爆心地からの距離 (km)



# 熱線が及ぼした物体・身体への影響

爆心地から遠く離れた場所にあった、丹前や紙に書かれた墨文字等の色の黒い部分が熱線によって瞬時にして焼けてしまいました。また、鉄道線路の木棚も自然発火し、燃えたところもありました。

原爆の熱線は爆心地から約600メートル離れたところでも、摂氏2,000度もあり、この範囲内にあった屋根瓦は、表面が溶けてブツブツの泡状になるという特異な現象が見られました。

原子爆弾の爆発の閃光を爆心地近くにいた人は、黄赤色と感じ、遠くの場所にいた人は、マグネシウムの燃焼のような青白色に感じたと言われています。

この火球から放射された強烈な熱線は、爆心地から半径3.5キロメートルまでの地域にいた人に火傷を負わせました。特に、1.2キロメートル以内にいた人は身体の内部組織にまで大きな障害を受け、このため、数日のうちに死亡する人が続出しました。



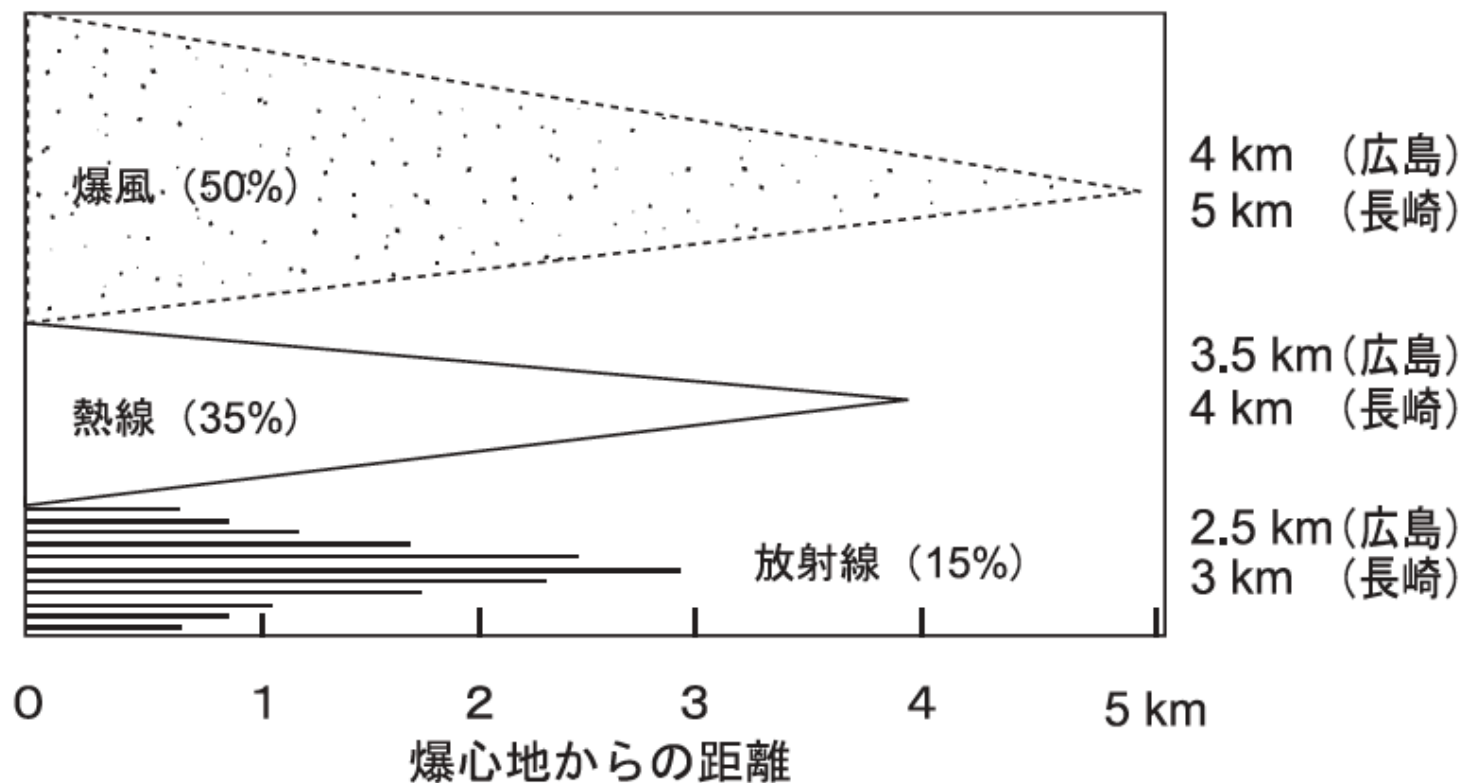


瘦竹丸松  
大綱町古戦場の遺構  
鎌倉時代(約1,100年)

Burnt pine tree  
Remains of the Great Pine  
1,100 or more years old



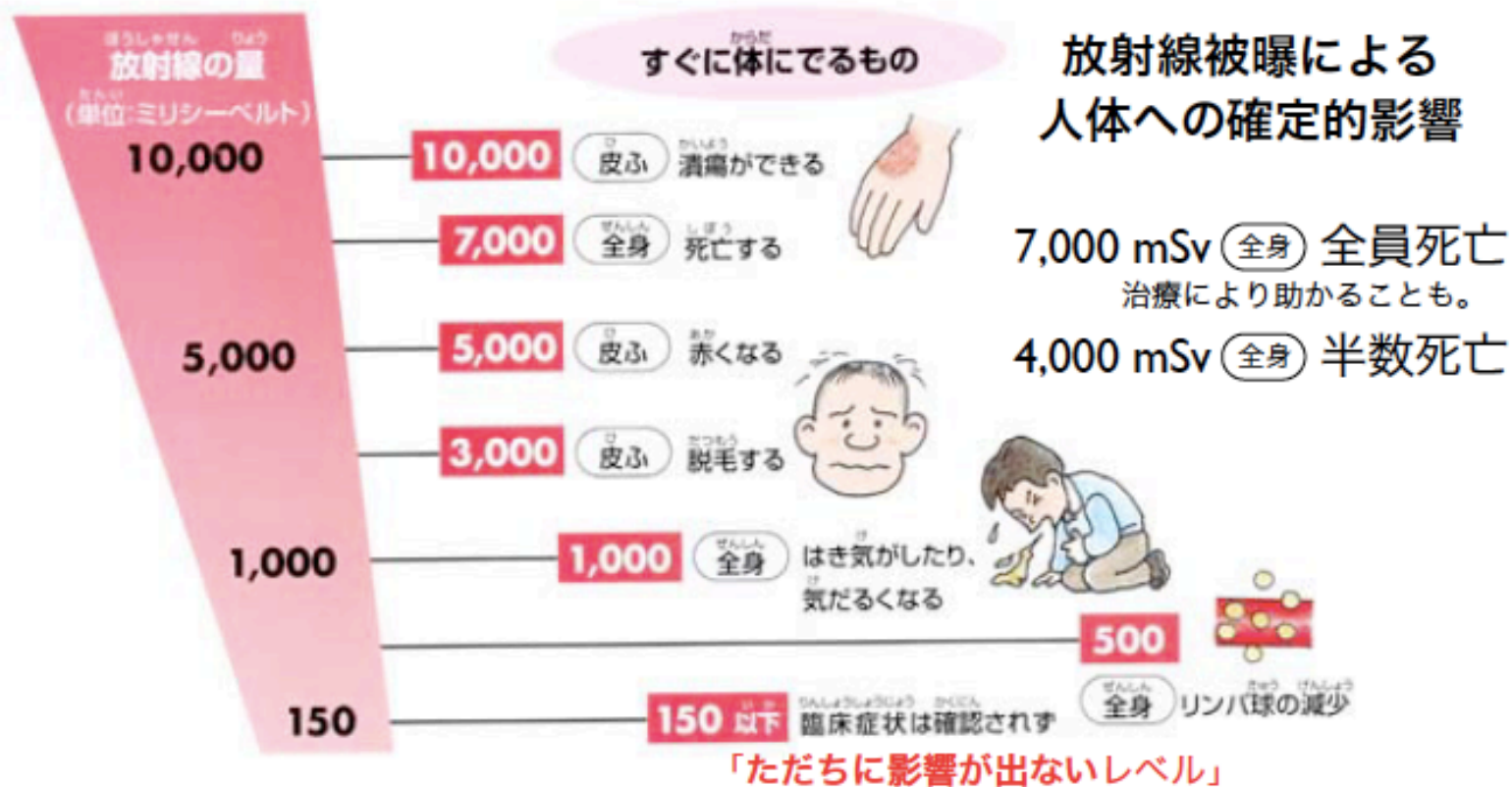
図1. 放出された原爆エネルギーの割合（％）と到達距離



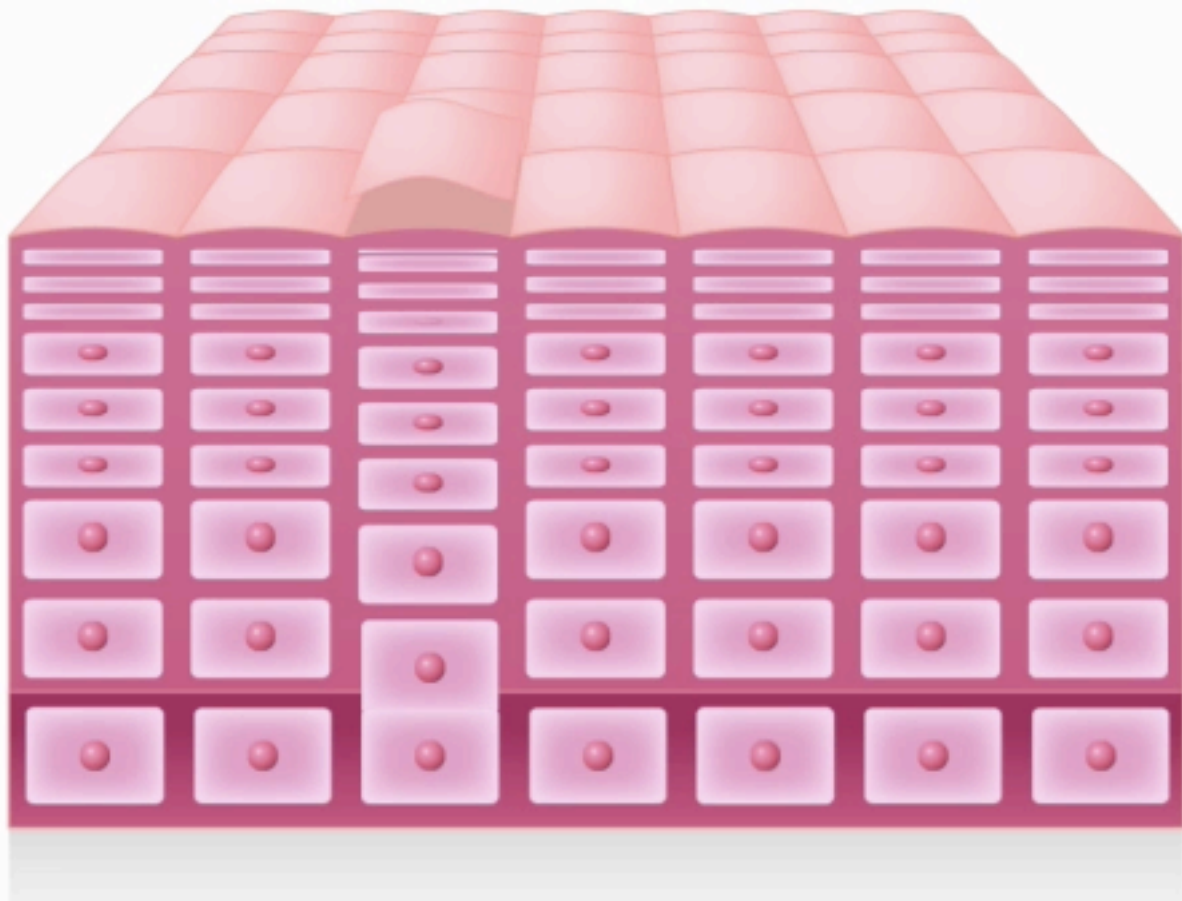
「RERFの案内」より



# 確定的影響 と 確率的影響



細胞再生系	造血組織	腸上皮	皮膚	精巣	水晶体	
<p>幹細胞</p> <p>幹細胞 芽細胞</p> <p>(分裂)</p> <p>機能細胞</p> <p>(老化)</p> <p>老熟細胞</p> <p>(死滅)</p>	<p>幹細胞</p> <p>リンパ球 粒球 好中球 赤血球 球(血小板)</p>	<p>腺窩(幹細胞)</p> <p>絨毛</p>	<p>基底細胞(幹細胞)</p> <p>角質層</p>	<p>幹細胞</p> <p>精子</p>	<p>上皮(幹細胞)</p> <p>水晶体纖維 赤道部</p>	
正常な分化過程	4 4 4 4日	2日	2週間	3-4週間	1/2-3年	
正常な成熟過程	1 7-10 7 100日	2日		7-8週間		
照射による変化	免疫能力低力	食作用低力	絨毛の短縮と喪失、出血、下痢	紅斑、萎縮、潰瘍	一時的または永久不妊	白内障



# 質問

広島、長崎に原爆が落ちたあと、除染をしたのか。

広島、長崎に原爆が落ちたあと、何年後から人が住めるようになったのか。



### Effects of Residual Radiation

Residual radiation had devastating effects on human bodies. However, this residual radiation faded rapidly. A week later, it was about one millionth of the original level. Today, residual radiation in Hiroshima A-bomb...

### 残留放射線の影響

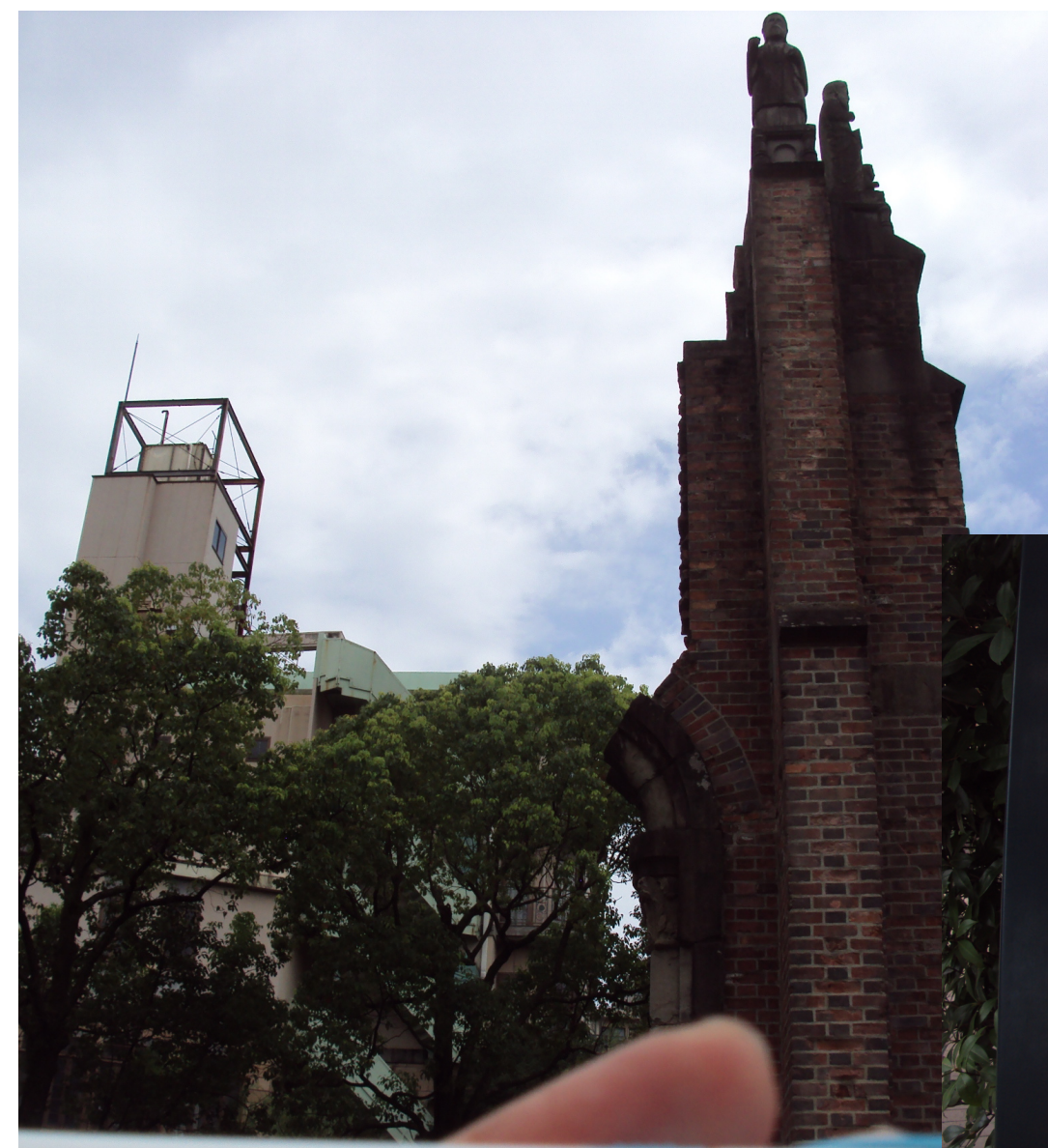
残留放射線は人体に強く影響を及ぼしました。その後、残留放射線は急速に減少し、1週間後には約100万分の1になりました。現在では、原子爆弾の爆発により生じた残留放射線が人体に及ぼす影響は全くありません。

# 広島原子爆弾から放出された放射線

広島原子爆弾の原料には、ウランが使用されていました。爆弾に詰められていたウラン約50キログラムのうち、わずか1キログラムが核分裂しました。爆発により発生したエネルギーの約15%が放射線でした。放射線は、原子爆弾の核分裂と同時に、瞬間的に放出されました。この放射線を「初期放射線」といいます。また、爆発後、当分の間、地上には大量の「残留放射線」がありました。

残留放射線は人体に強く影響を及ぼしました。その後、残留放射線は急速に減少し、1週間後には約100万分の1になりました。現在では、原子爆弾の爆発により生じた残留放射線が人体に及ぼす影響は全くありません。





小川 虎彦氏 撮影  
Taken by M.Torahiko Osawa

### 浦上天堂遺壁

爆心地から北東へ約500mの小高い丘にあった浦上天堂は、1895年（明治28年）から建築に着手し、信徒たちの献金と労働奉仕により、1914年（大正3年）に献堂式を挙げるにいたった。そして、1925年（大正14年）に正面の双塔が完成し、大小の鐘が吊された。

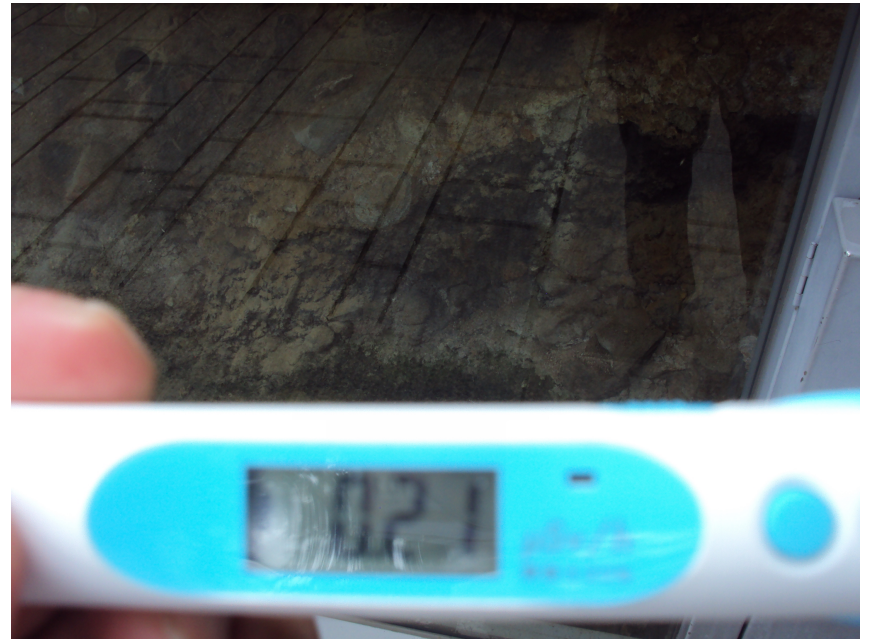
東洋一の壮さを誇った天主堂であったが、1945年（昭和20年）8月9日、午前11時2分、原子爆弾のさく裂により破壊され、わずかにまわりの壁を残すのみとなった。この側壁は聖堂の南側の一部で、1958年（昭和33年）に新しい天主堂建設のためこの地に移築されたものであり、壁上の石像はざべりオと使徒である。しかし、風雨にさらされて傷みが進んだため、安全性を考慮して現在の形状のまま内部及び表面の補強を行った。

長崎市は原爆で亡くなられた方々のご冥福をお祈りし、二度とこのような惨禍が繰り返されないことを願って、この銘板を設置する。

2001年（平成13年）3月  
長 崎 市  
（ 原 爆 資 料 館 ）







放射線は遺伝子などに傷をもたらす  
低線量被ばくによる影響  
細胞には修復能力がある

ただし修復能力にも限界がある

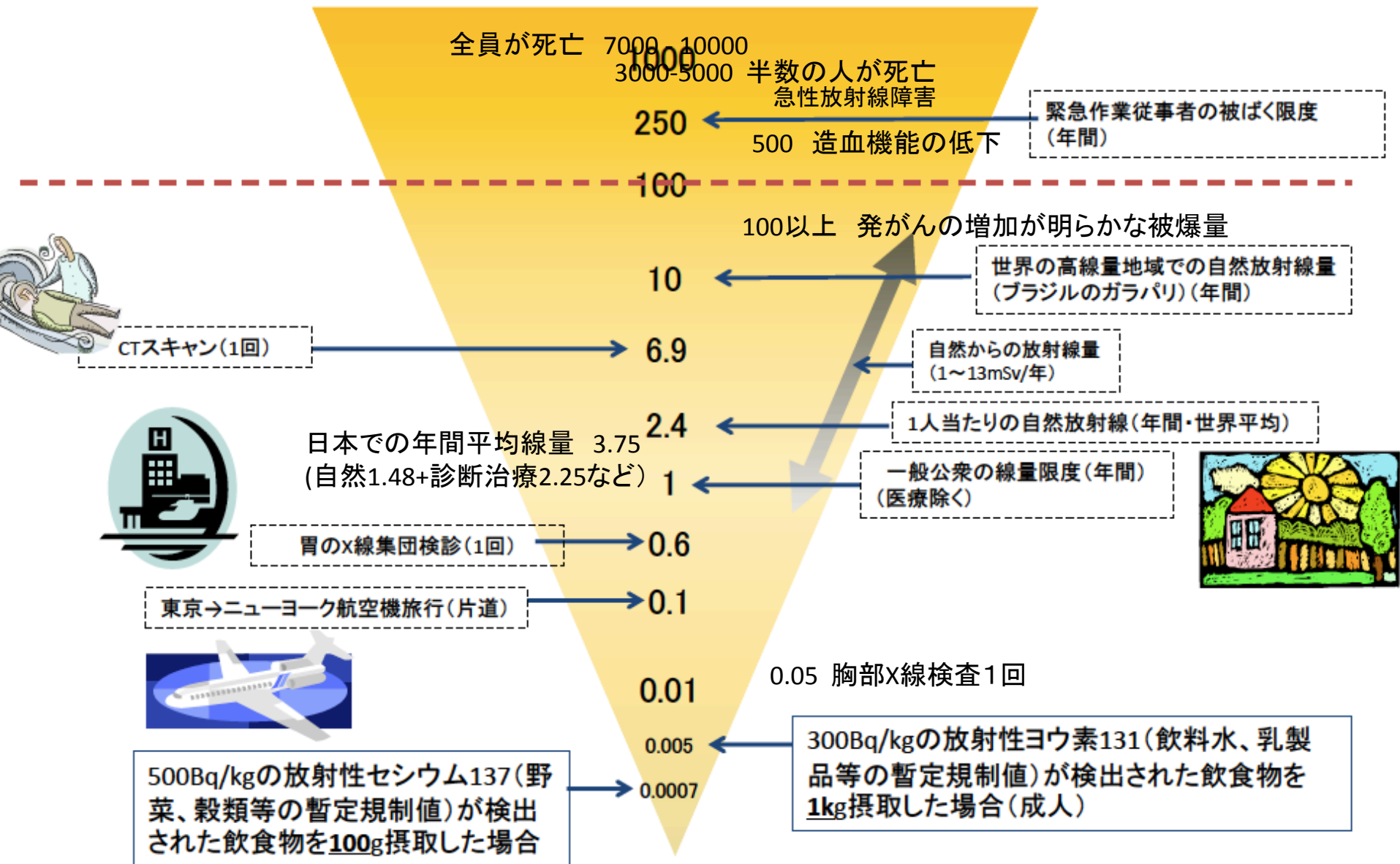
低線量でも確率論的にその傷が残り、  
癌につながる可能性が残る。

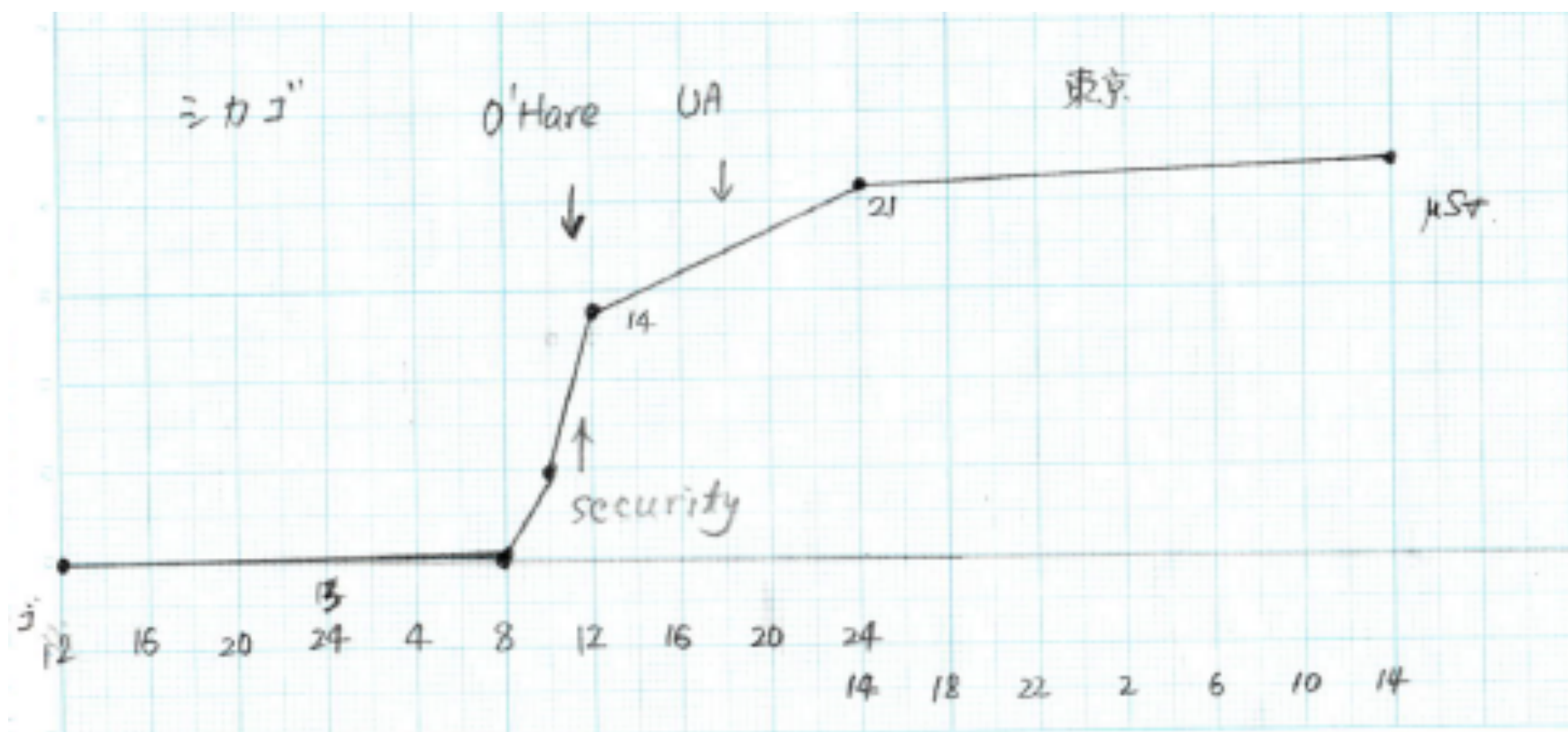
これが確率論的になる話

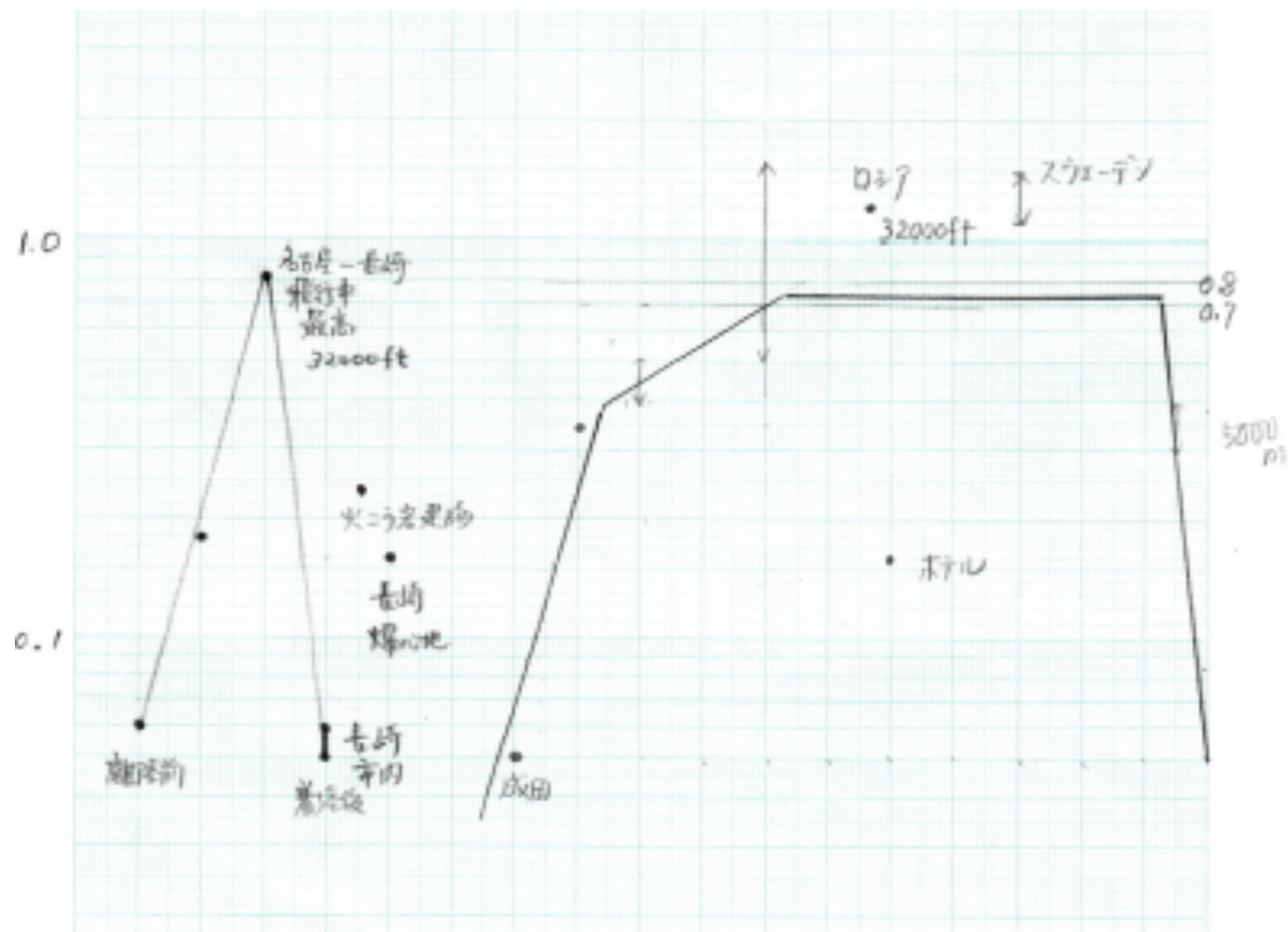
発がんリスク



# 日常生活と放射線(単位:mSv(ミリシーベルト))









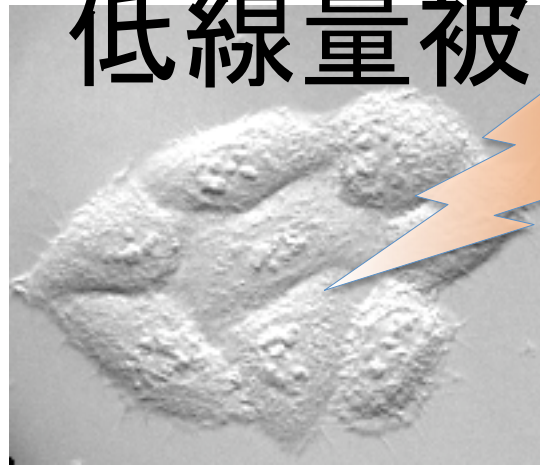
日本有数の温泉保養地  
増富ラジウム温泉

日本観光

大



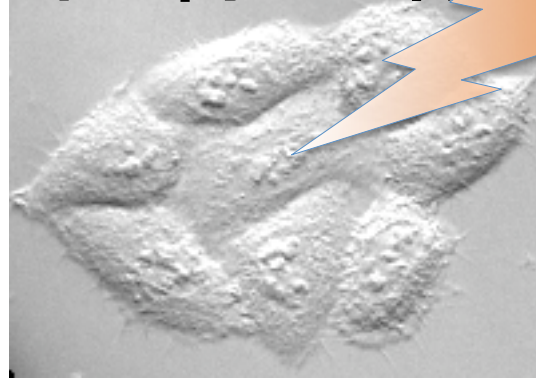
# 低線量被ばくによる影響



多くの体積をしめる**細胞質**に  
ヒットして、生体分子を傷つけ  
ても新たに合成される

影響を引きずらない

# 低線量被ばくによる影響

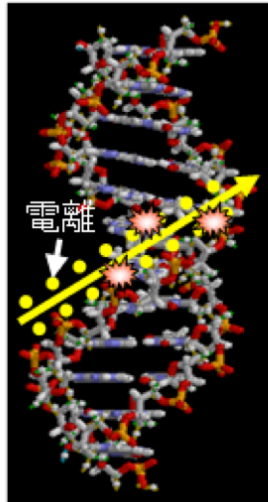


**核** にヒットすると、DNA分子を傷つける

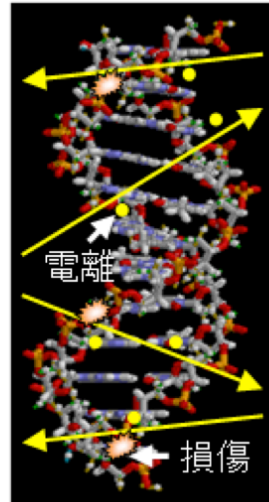
影響がのこる



# 放射線によるDNA損傷



重イオン



電子

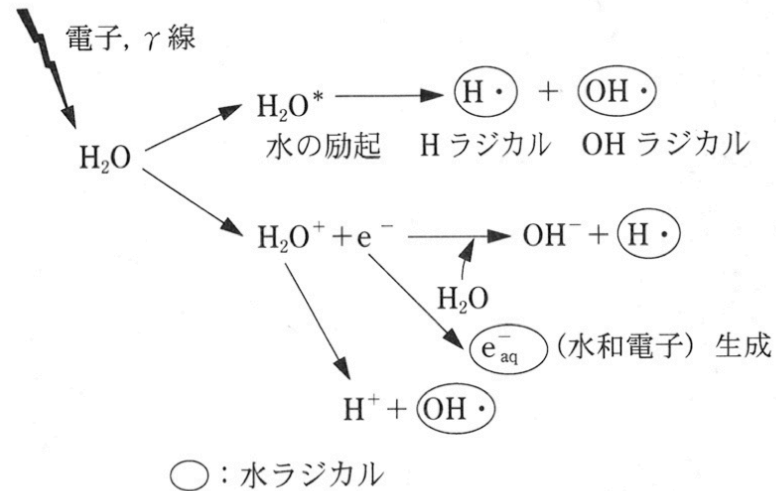


図 6・5 電離放射線による水分子の電離と励起の概略

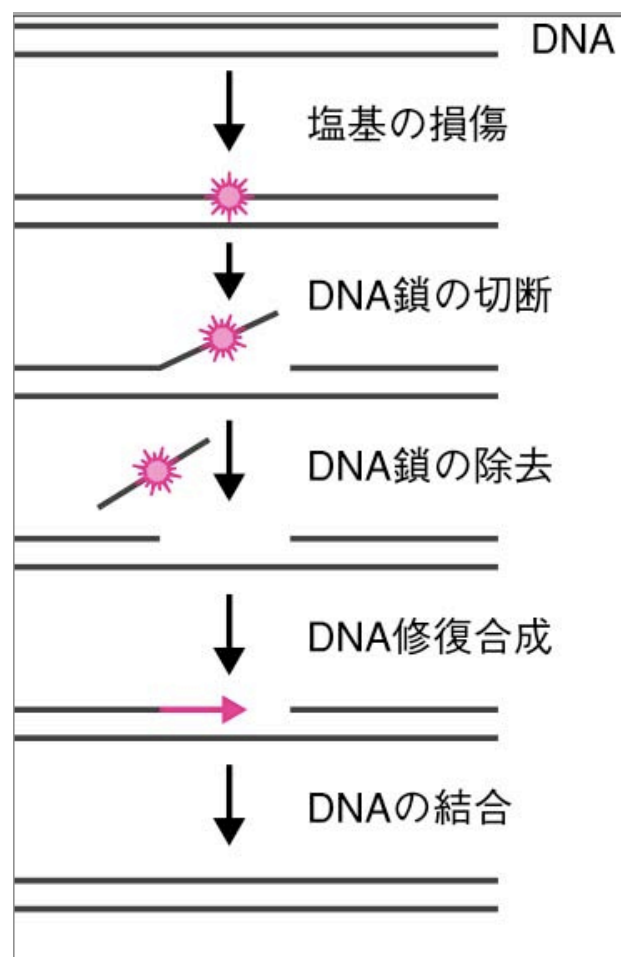
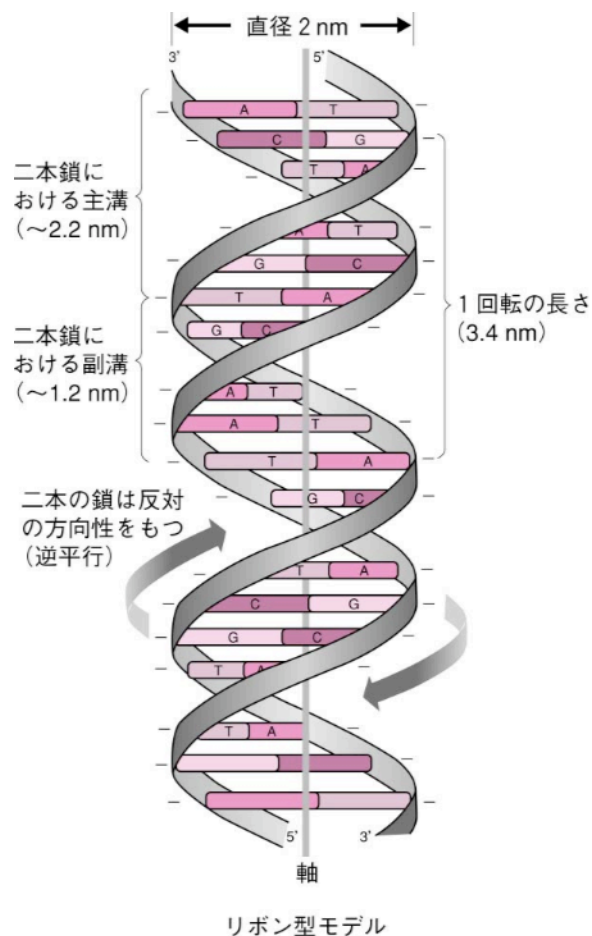
## LET : 線エネルギー付与

放射線の直接作用 : 荷電粒子が直接 DNA 分子を叩く **高 LET 放射線**

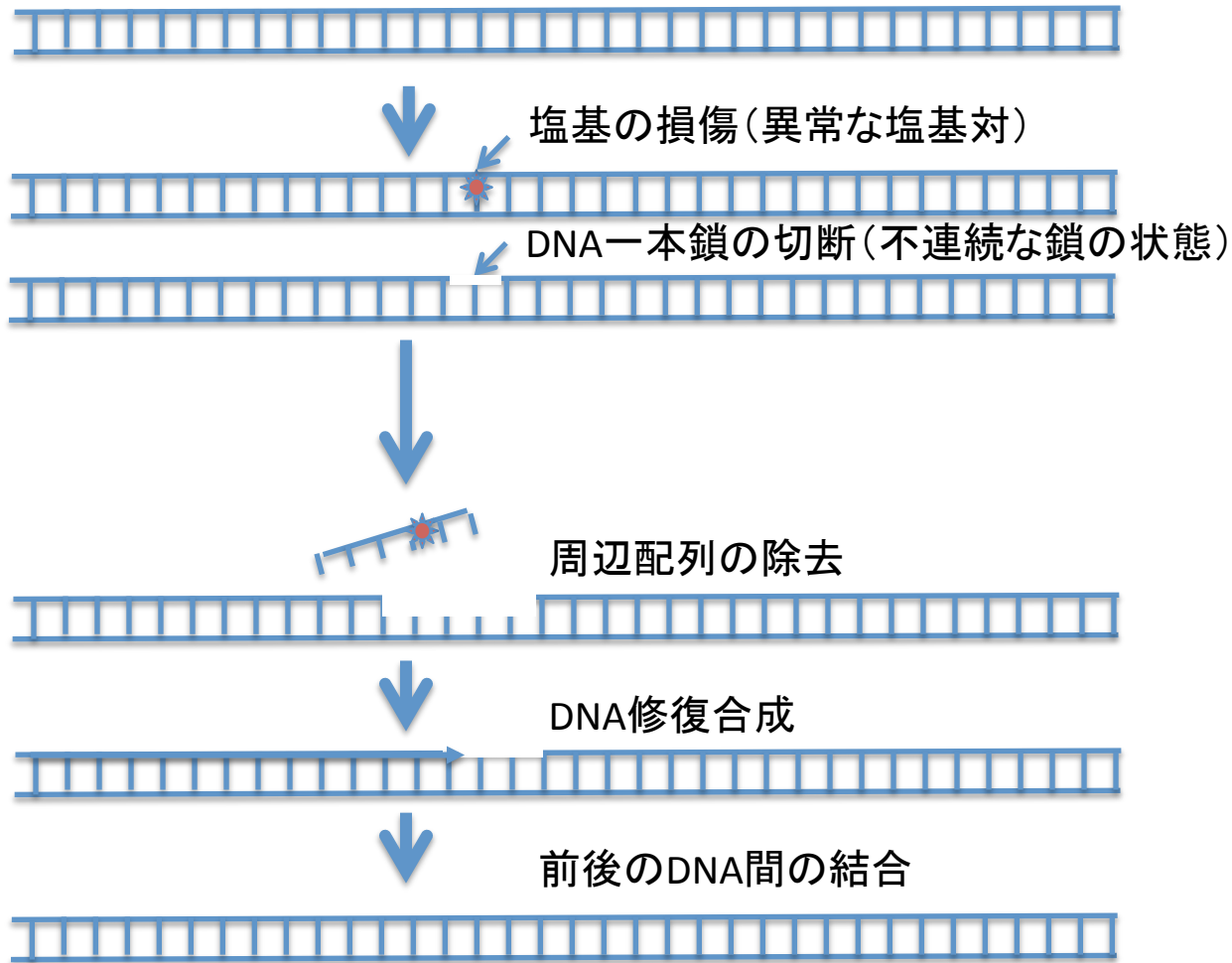
と間接作用 : 水の電離で生じるラジカルが DNA 分子に作用

**低 LET 放射線**

# 放射線によるDNA損傷



生物にはDNAの損傷を直す機構がある。→不可逆的に全て残るわけではない

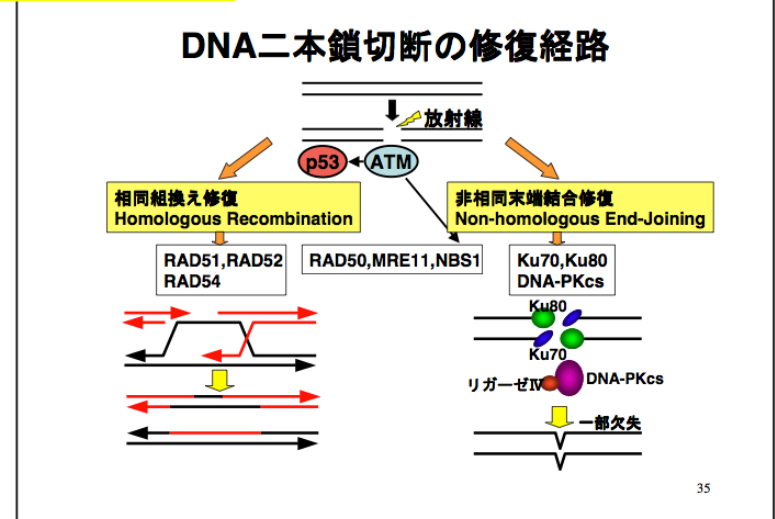
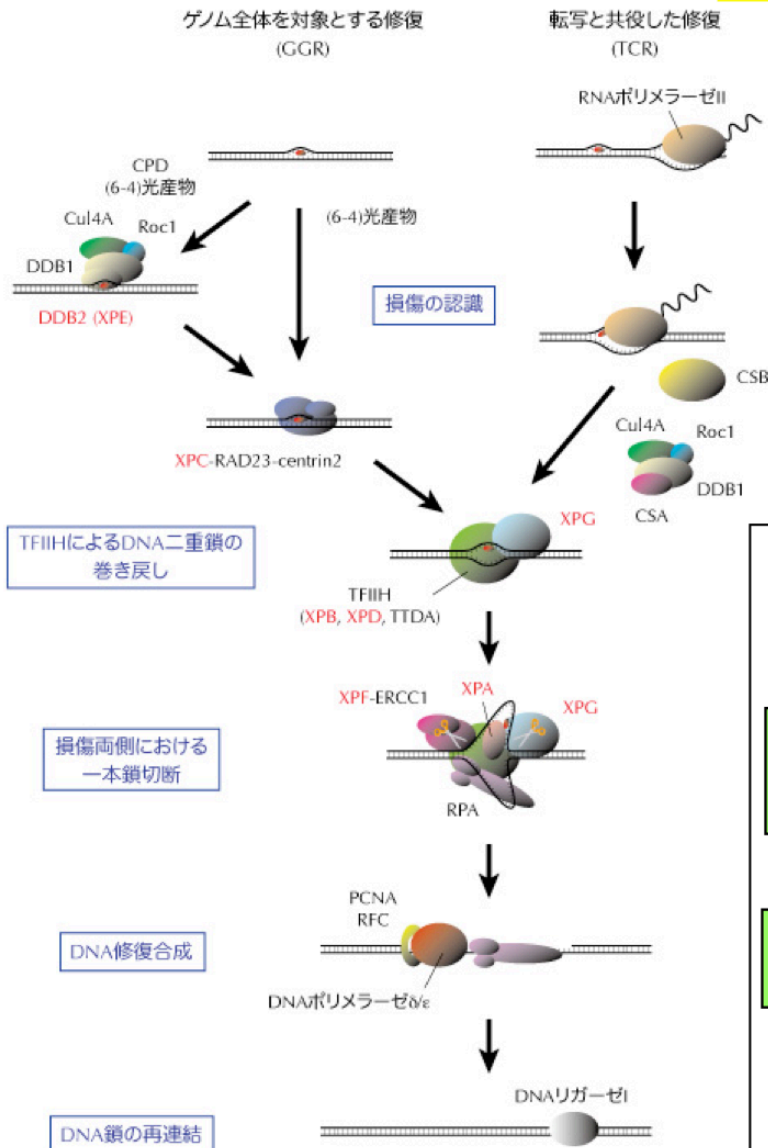




# 間違えたDNA、傷ついたDNAの修復

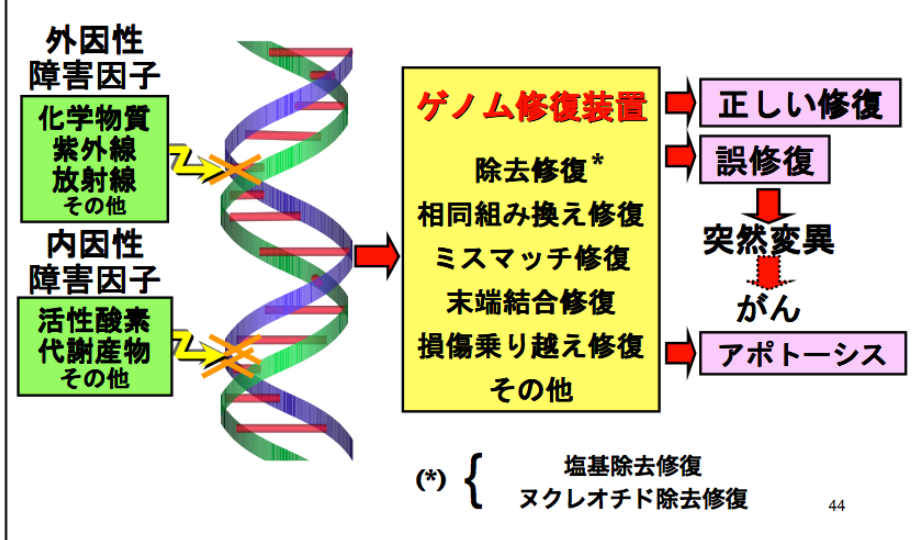
ヌクレオチド除去修復

## DNA 修復



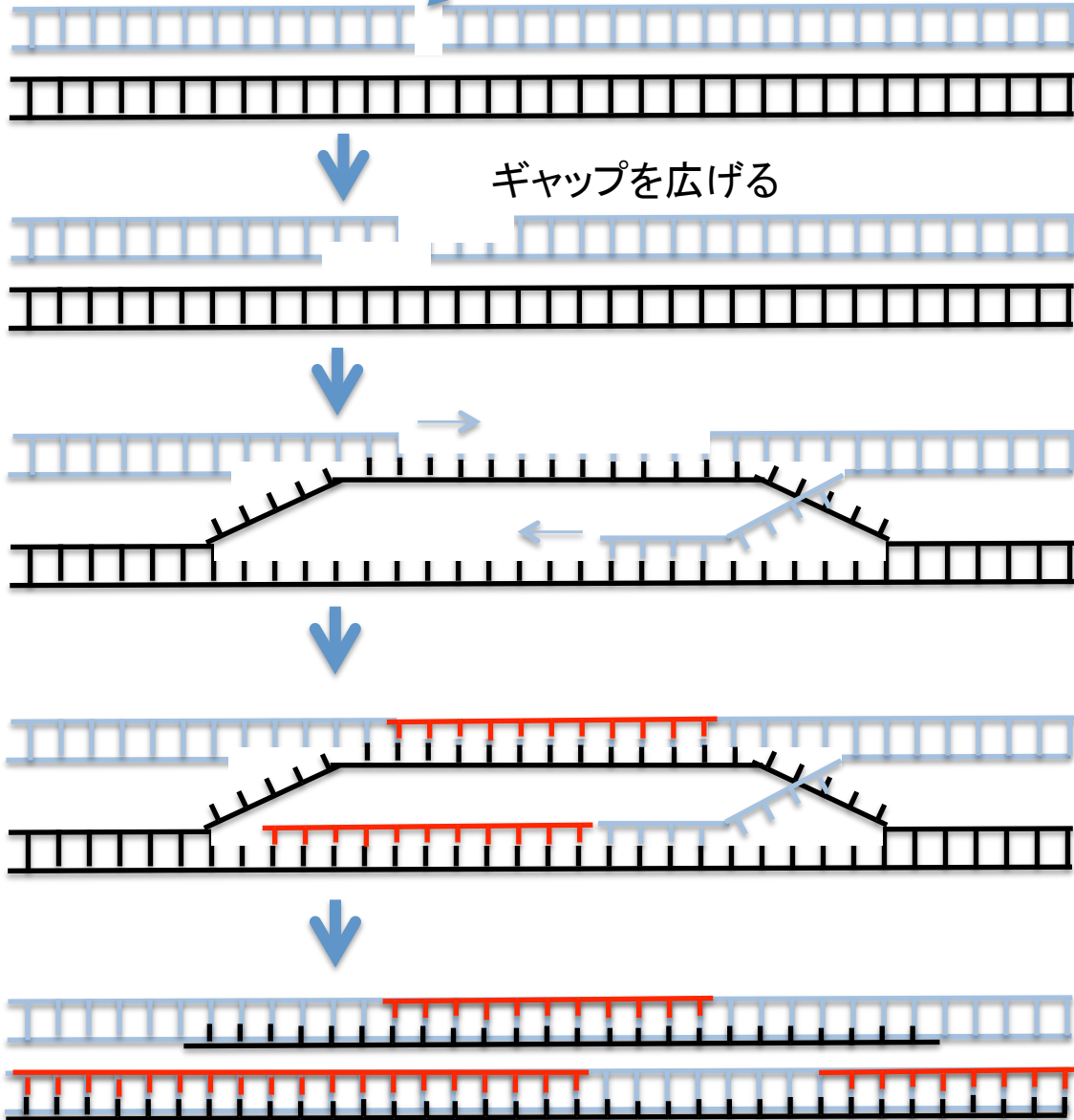
35

## ゲノムのキズを修復するシステム



44

DNA二本鎖の切断(不連続な鎖の状態)



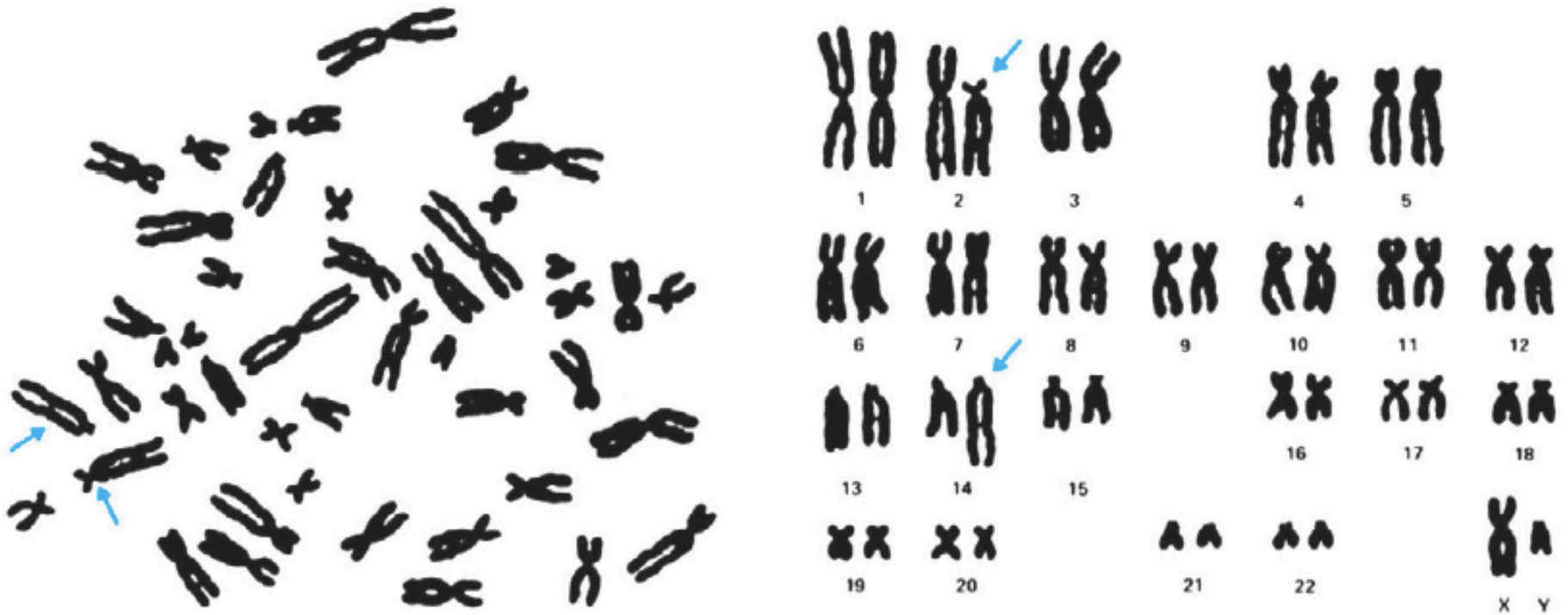
# 修復能力がないと 通常環境で普通に生活していても がんになる

## なりやすい人への考慮

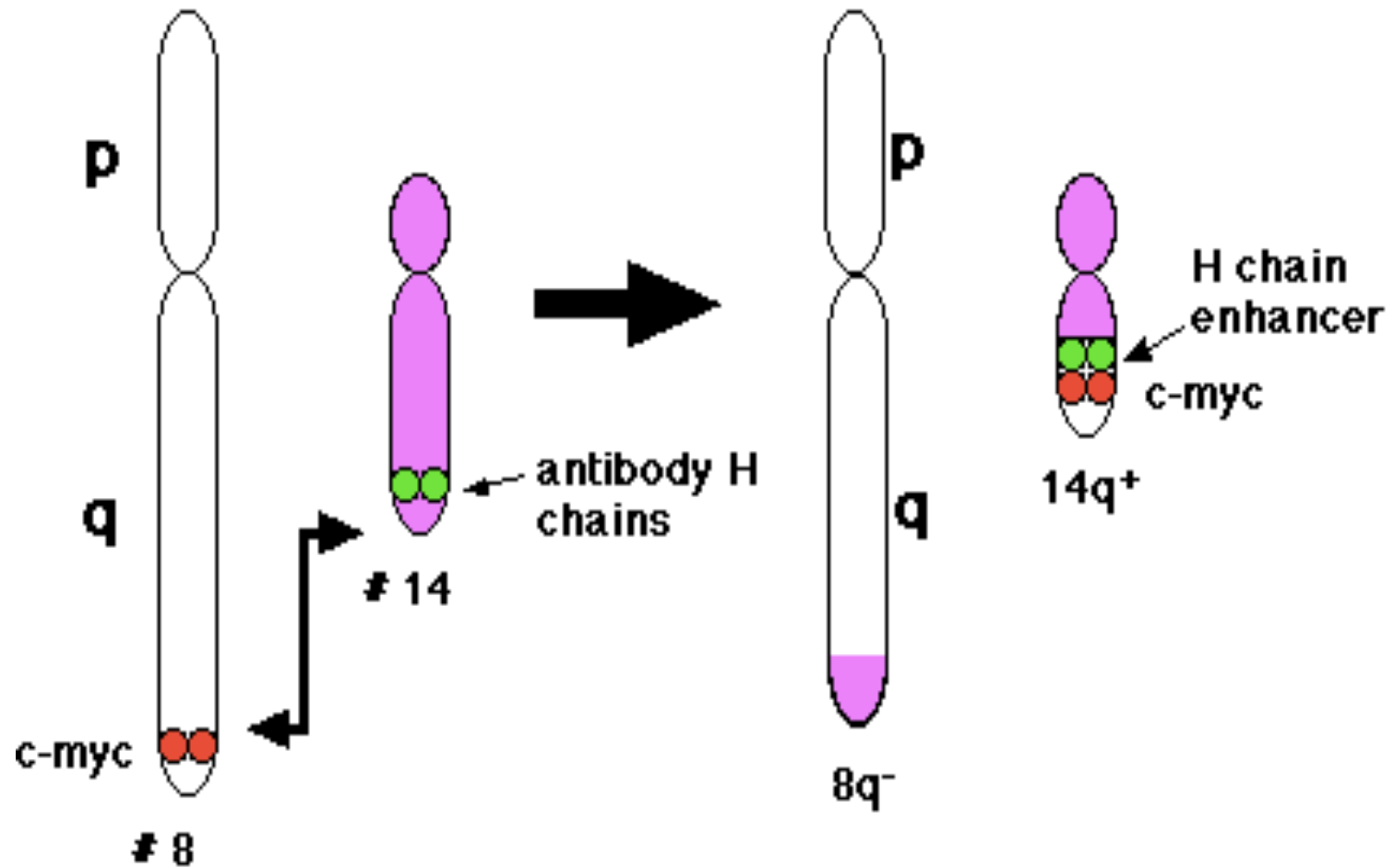
例えば 紫外線でも損傷を受けるが、  
その損傷を直す機能が失われた病気など  
知られている



図5. 左は異常（矢印）を持った細胞分裂像。右は同じものを染色体の大きさに従って並べかえたもの。異常染色体は、第2染色体と第14染色体の一部の交換によって生じたことが分かる（矢印）

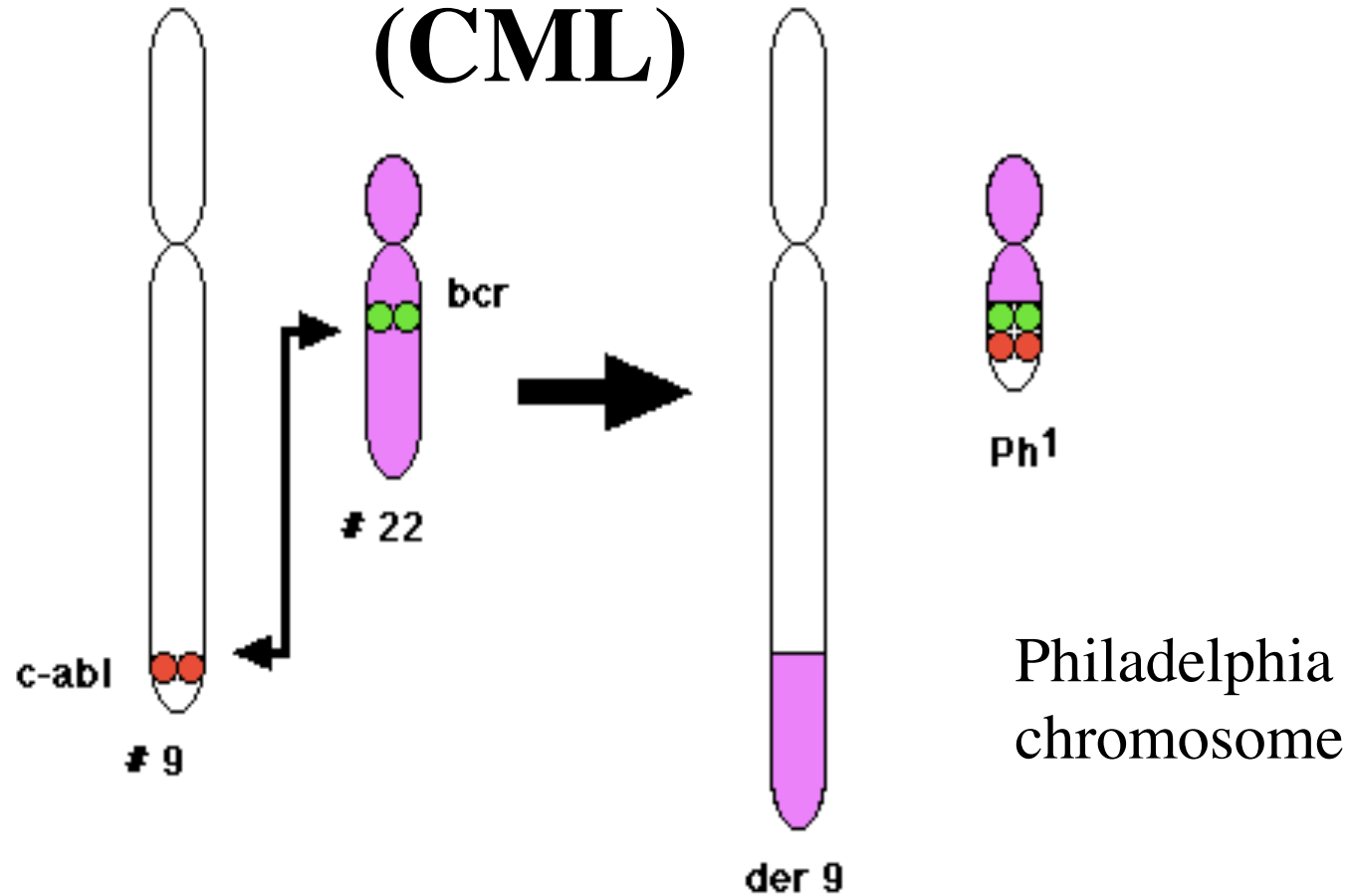


# Burkitt's Lymphoma



# Chronic Myelogenous Leukemia

(CML)



Reciprocal translocation between one # 9 and one #22 chromosome forms an extra-long chromosome 9 ("der 9") and the Philadelphia chromosome (Ph<sup>1</sup>) containing the fused abl-bcr gene. This is a schematic view representing metaphase chromosomes.

---



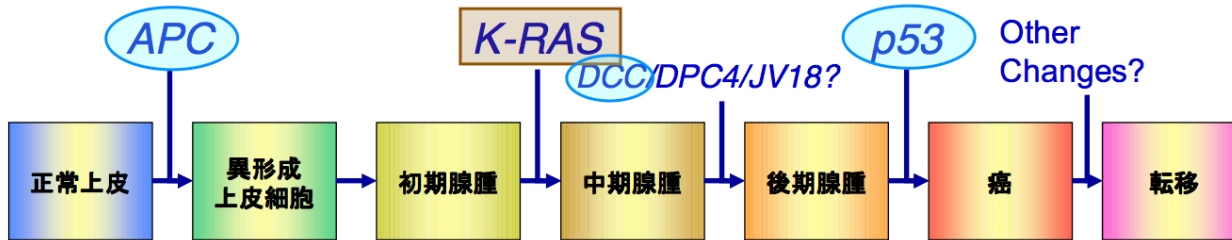
# 遺伝子の傷がもつ影響

- いわゆる癌がうまれてしまう
- 癌遺伝子が突然生まれる？

# 遺伝子の傷がもつ影響

- 癌遺伝子とはどのようなものか？

## 癌遺伝子ハンティングの歴史



## 多段階発がん仮説

がん = 細胞の異常増加

がん遺伝子    がん抑制遺伝子

ミスマッチ  
修復の欠陥

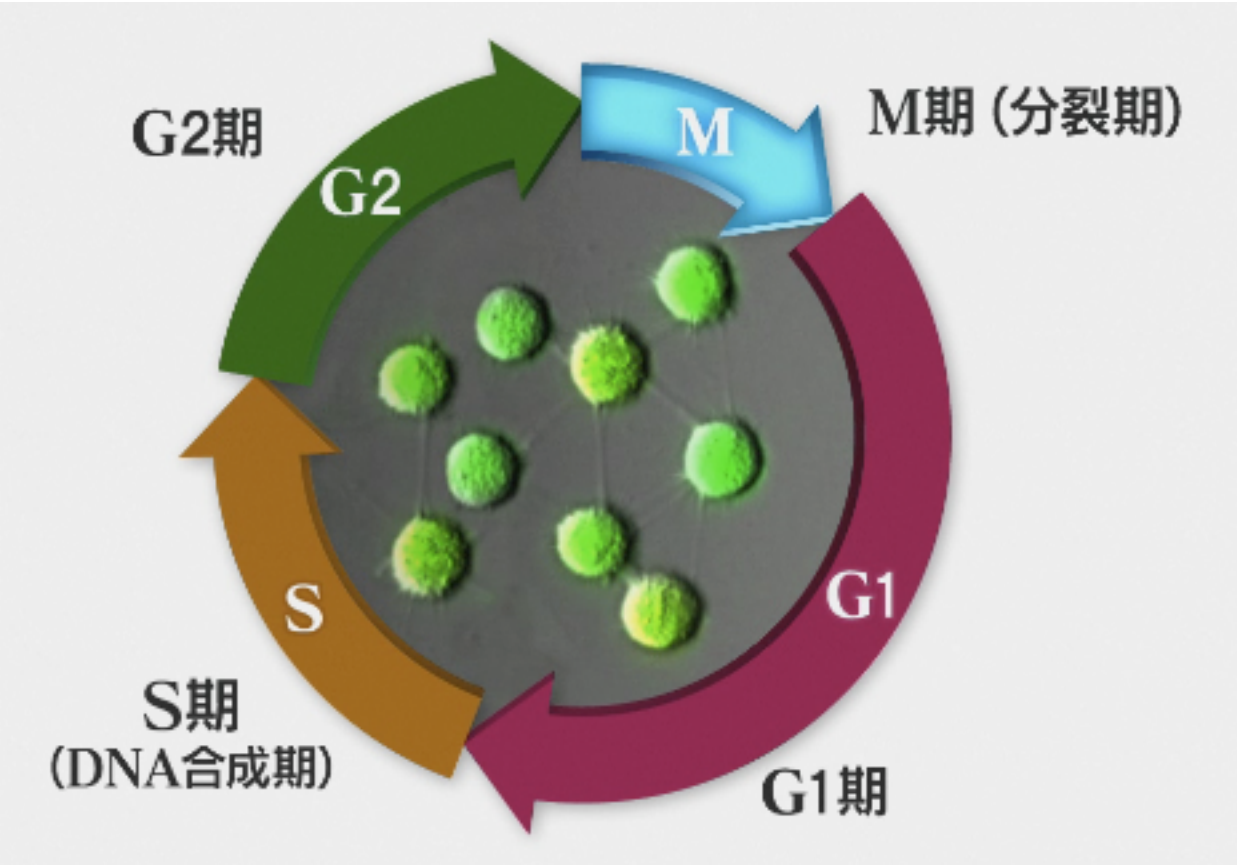
ゲノム不安定性の誘導

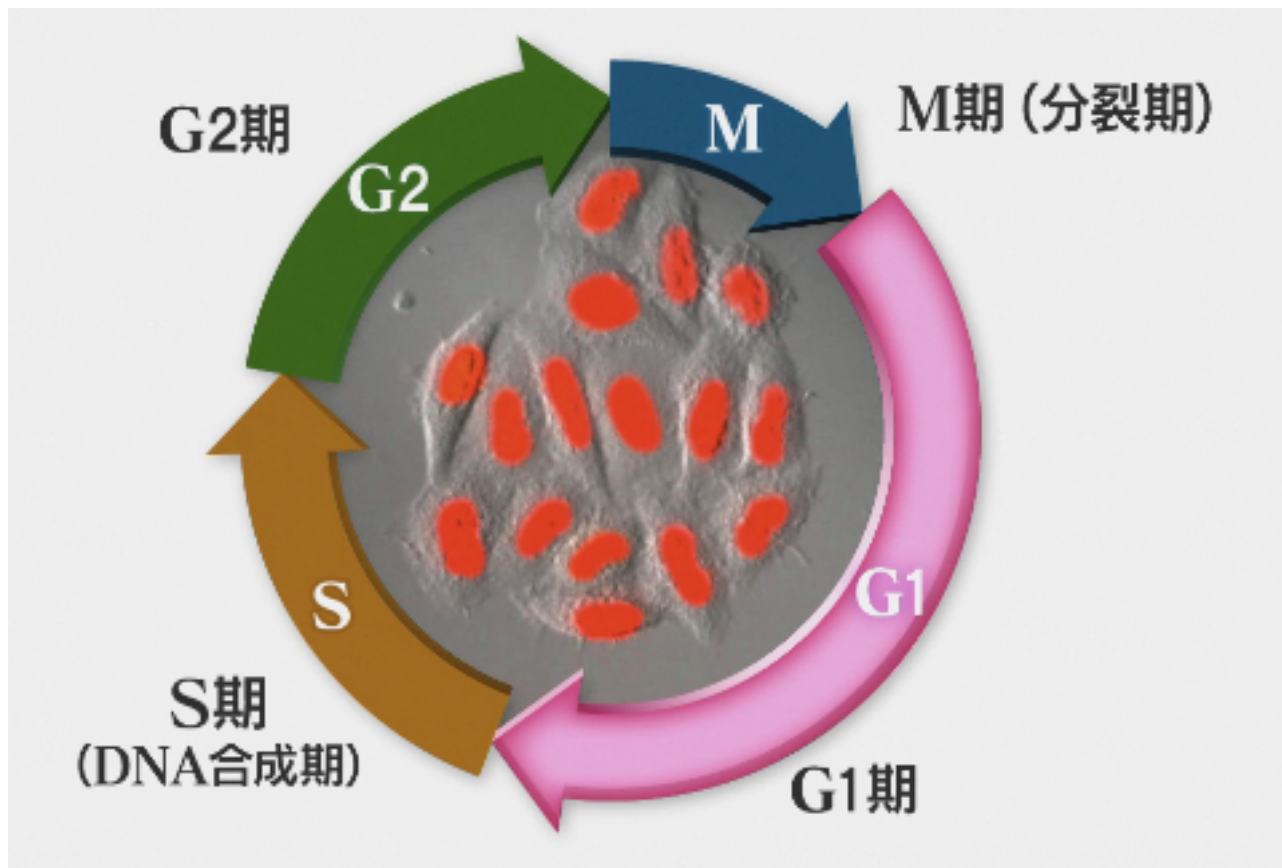
- 放射線による直接電離、および水のイオン化で生じるラジカルはたしかに DNA に損傷を与える（おそらく線量に比例）。なかでも二本鎖切断が特に問題となる（高LETを与える $\alpha$ 線、中性子線は生物学的効果大きい）。
- しかしそもそも DNA 損傷は化学物質など放射線以外の要因によっても、また普段の DNA 複製の際の複製エラーでも生じている。
- ヒトを含む生物の細胞には、DNA 損傷に対する多種多様な修復機能が備わっている。
- それら DNA 修復遺伝子自体が損傷を受けると修復機能が低下するが、DNA 損傷が残ってもすぐガンになるのではなく、細胞がガン化するのは多段階のガン遺伝子（アポトーシス(細胞死)に関与する p53 ガン抑制遺伝子を含む）に次々に突然変異が生じた場合。
- 一方で、DNA 修復遺伝子に異常のある病気の方は、通常の人よりはるかにガンにかかりやすい。（色素性乾皮症、運動失調性毛細管拡張症、ナイミーヘン切断症候群など）

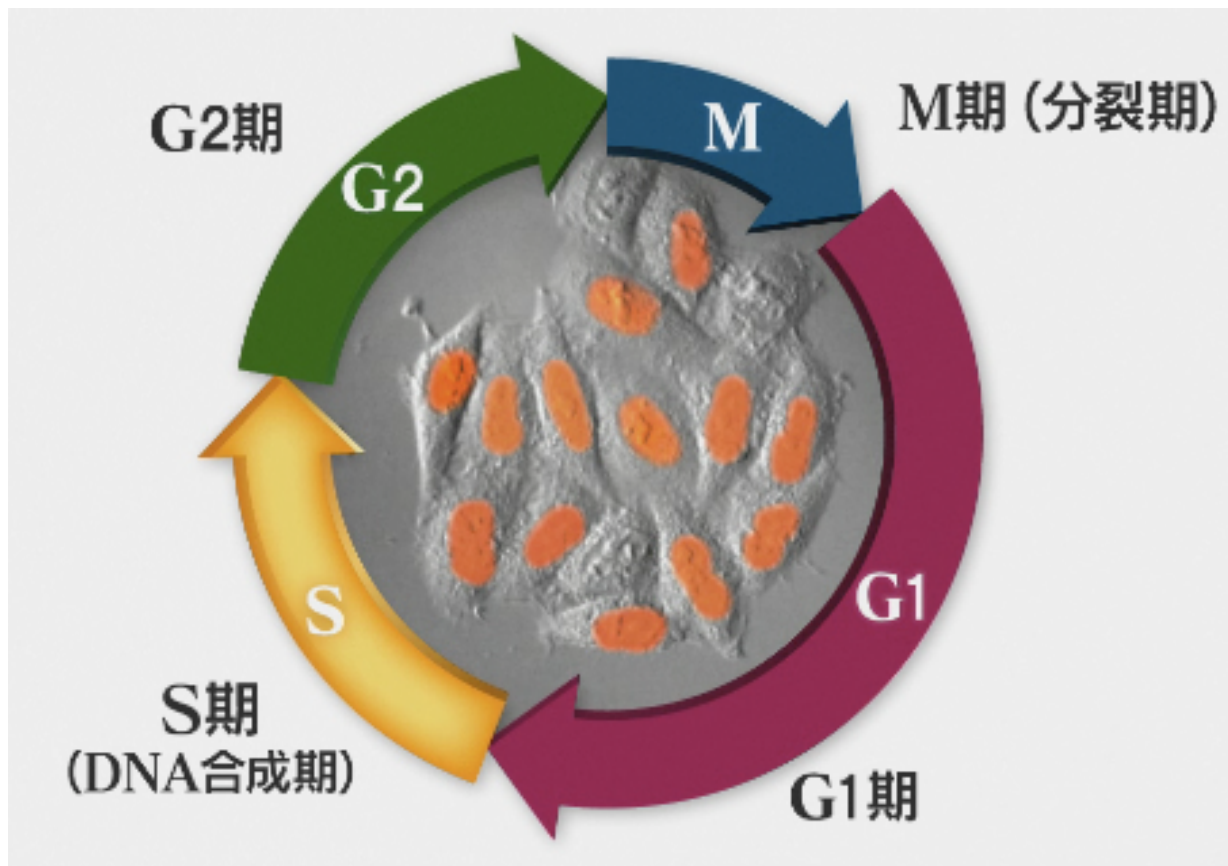


# 細胞周期とは

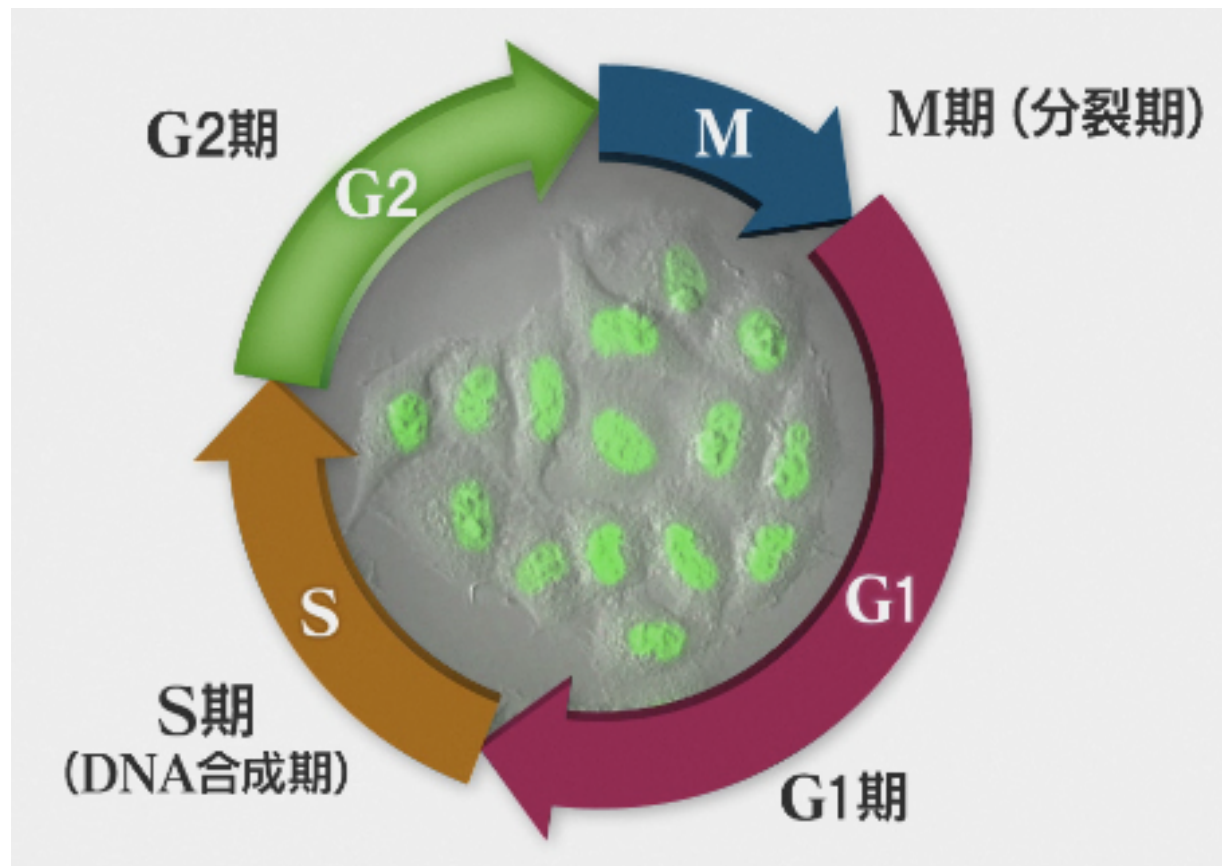
- 細胞に
- 秩序ある変化が周期的に起こって
- 初めて細胞が増殖する。



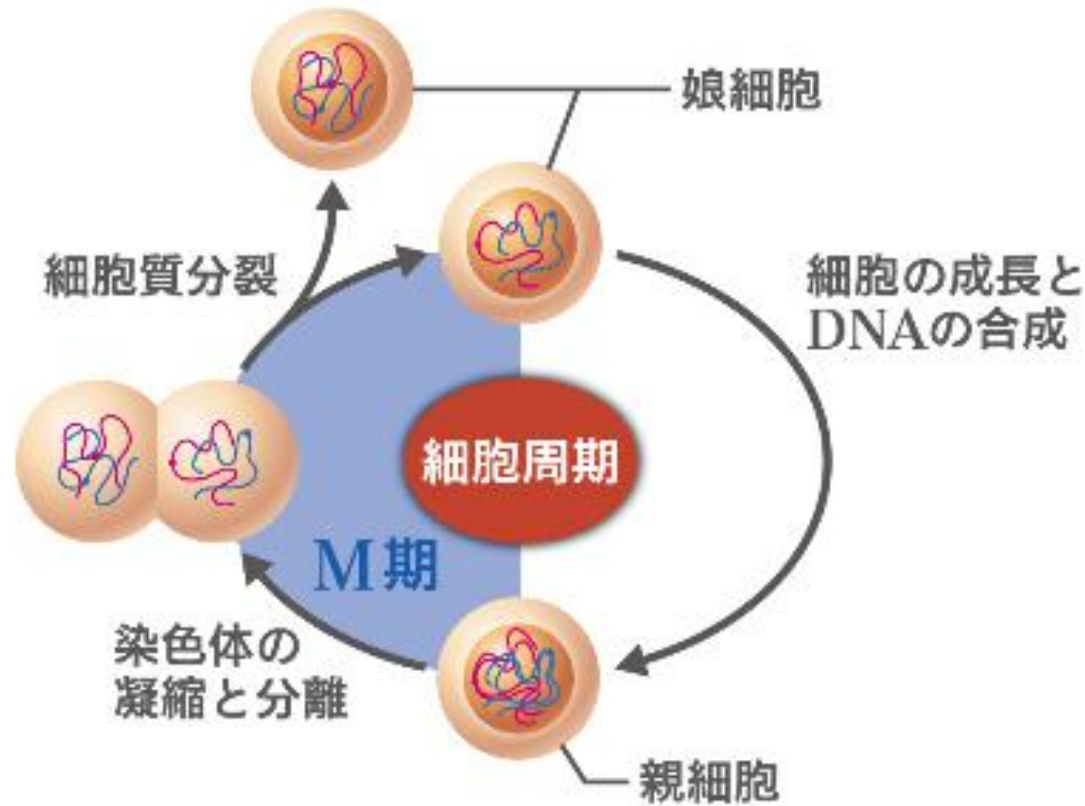


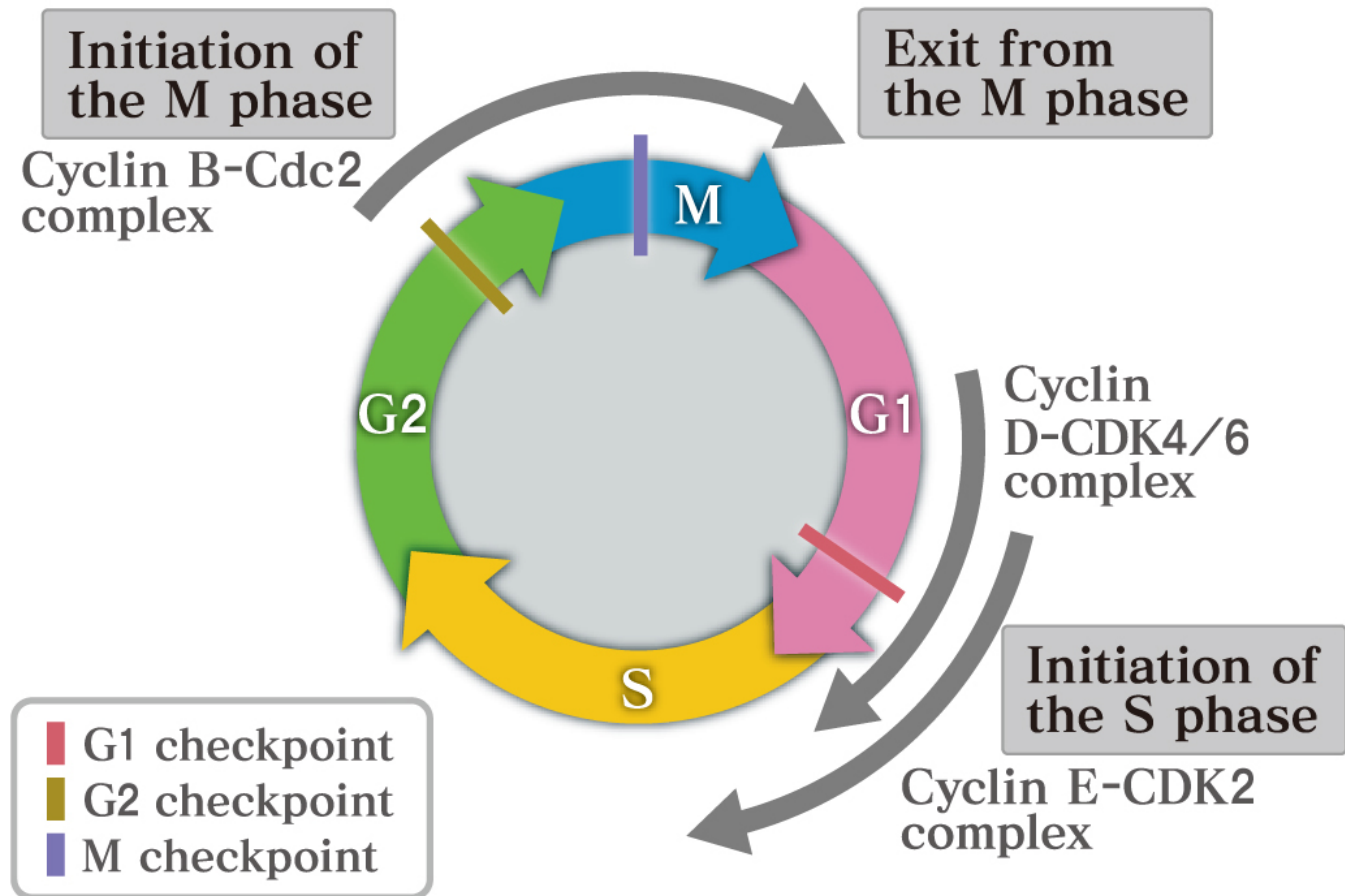






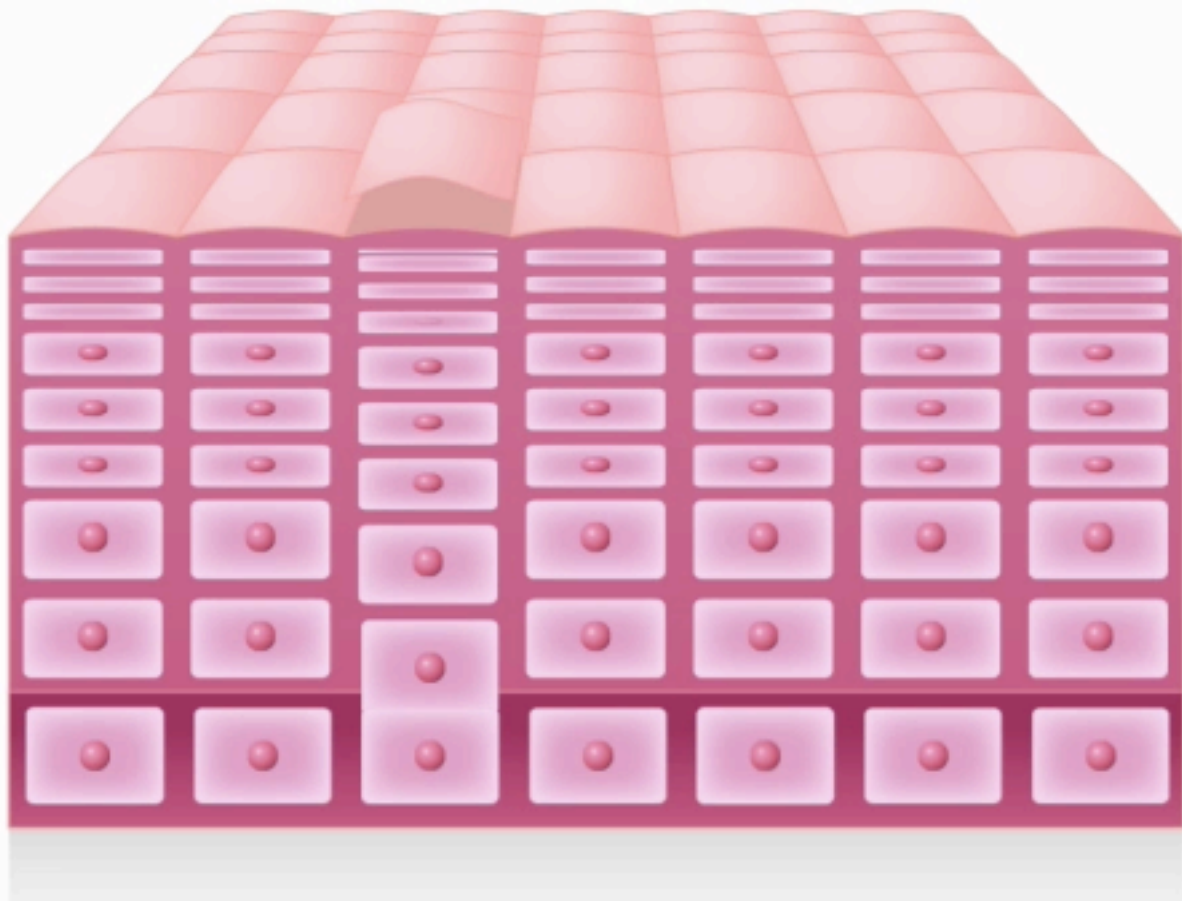
# DNA複製が正常に行われないと、 細胞分裂自体が進行しない





© University of Tokyo

多くの素材が以下のサイトにあります  
<http://csls-db.c.u-tokyo.ac.jp/index.html>

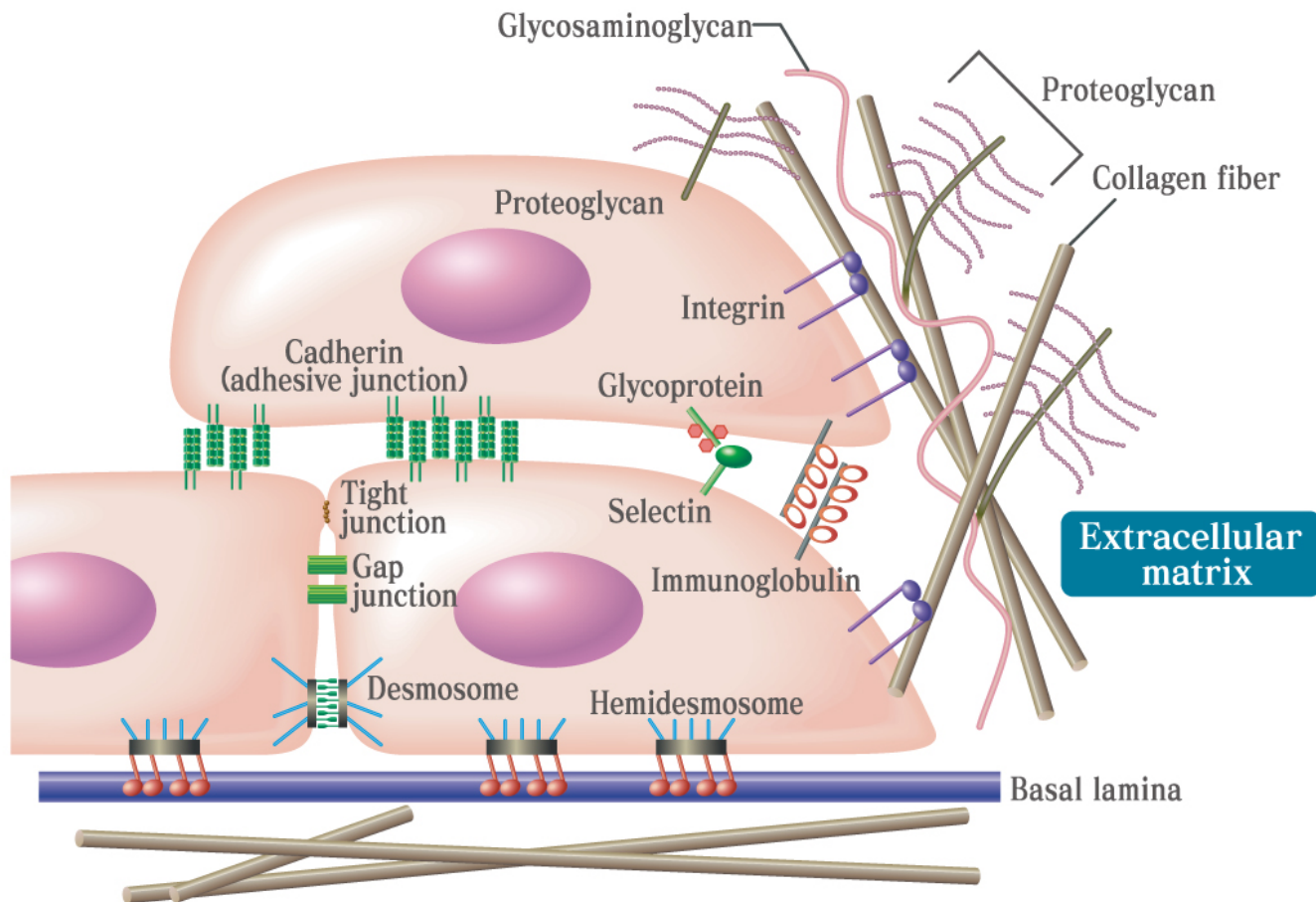


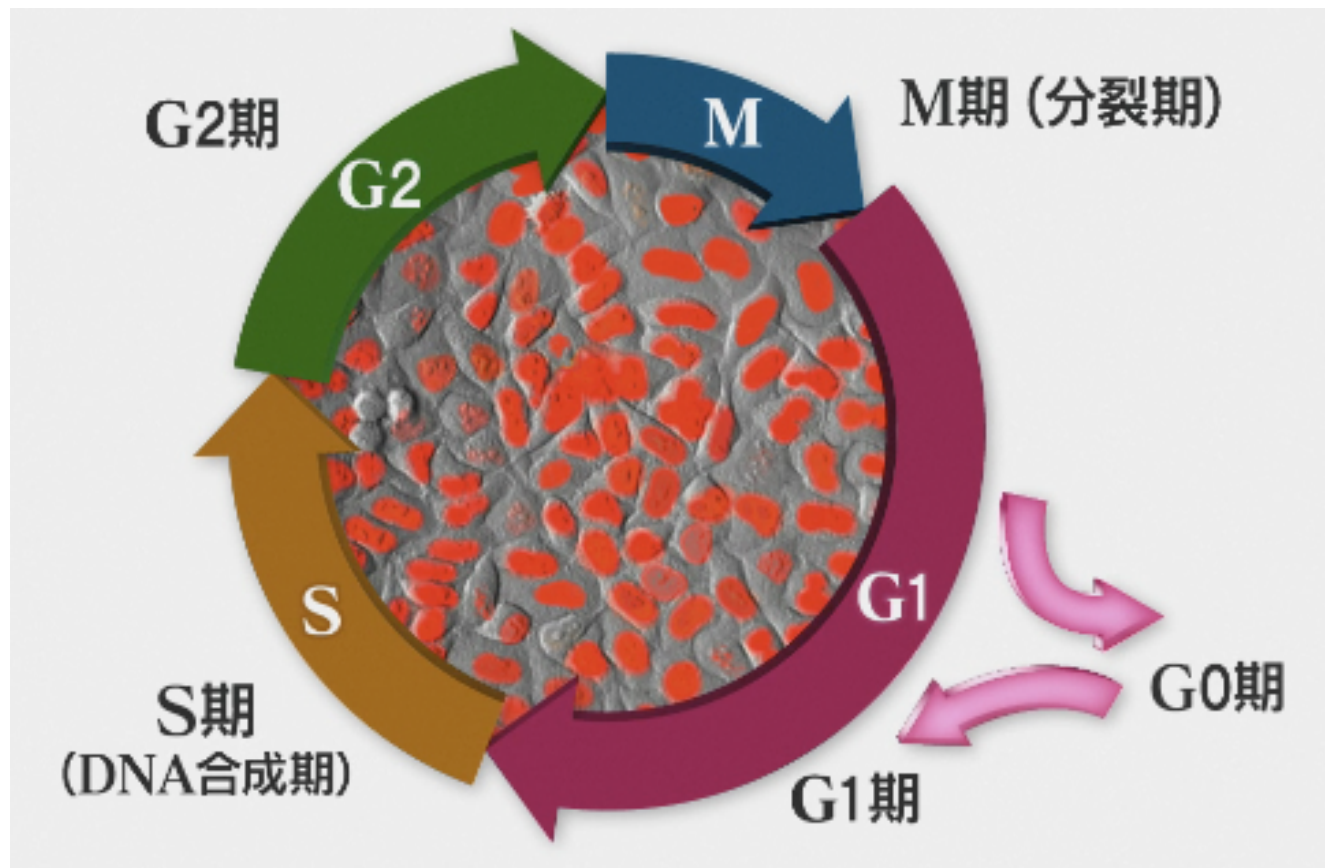


# 組織内の細胞は

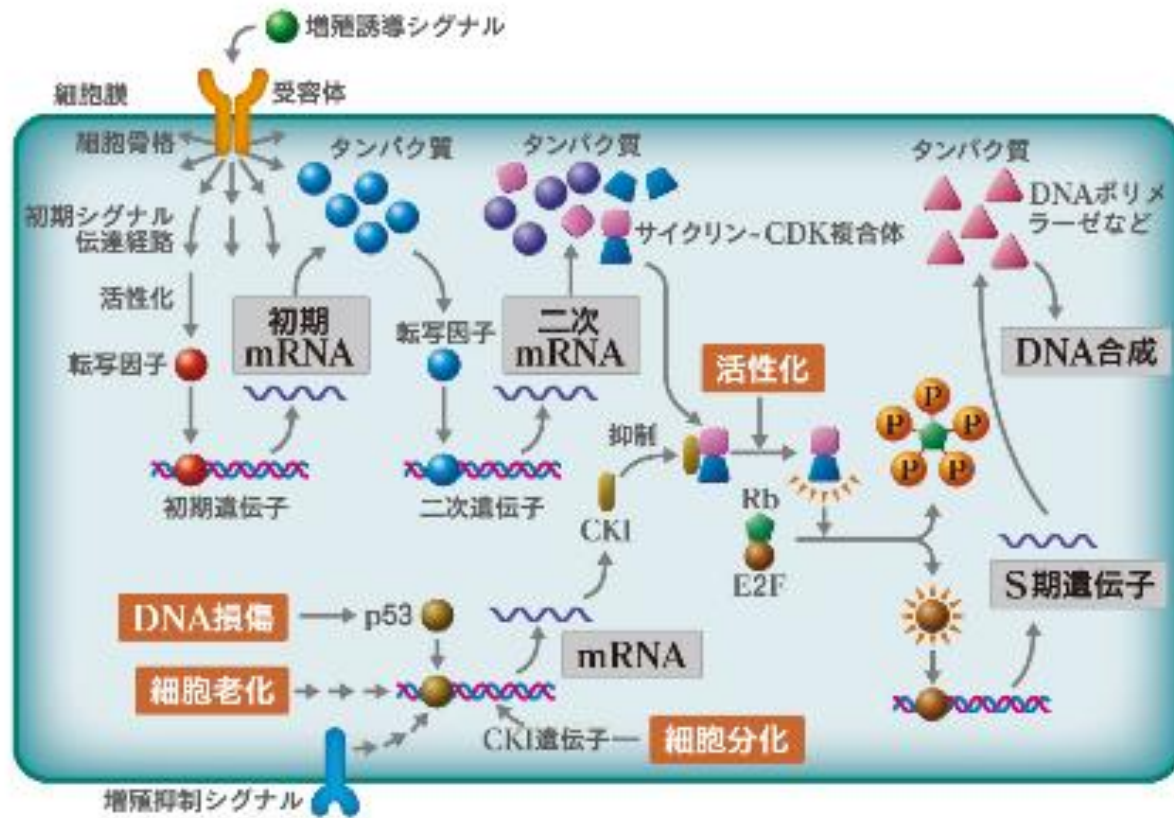
- 細胞は
- 周囲の環境状況を把握、協調して
- 周囲の組織、器官と仲良く納まっている。

# 正常細胞は周囲の仲間と コミュニケーションしている



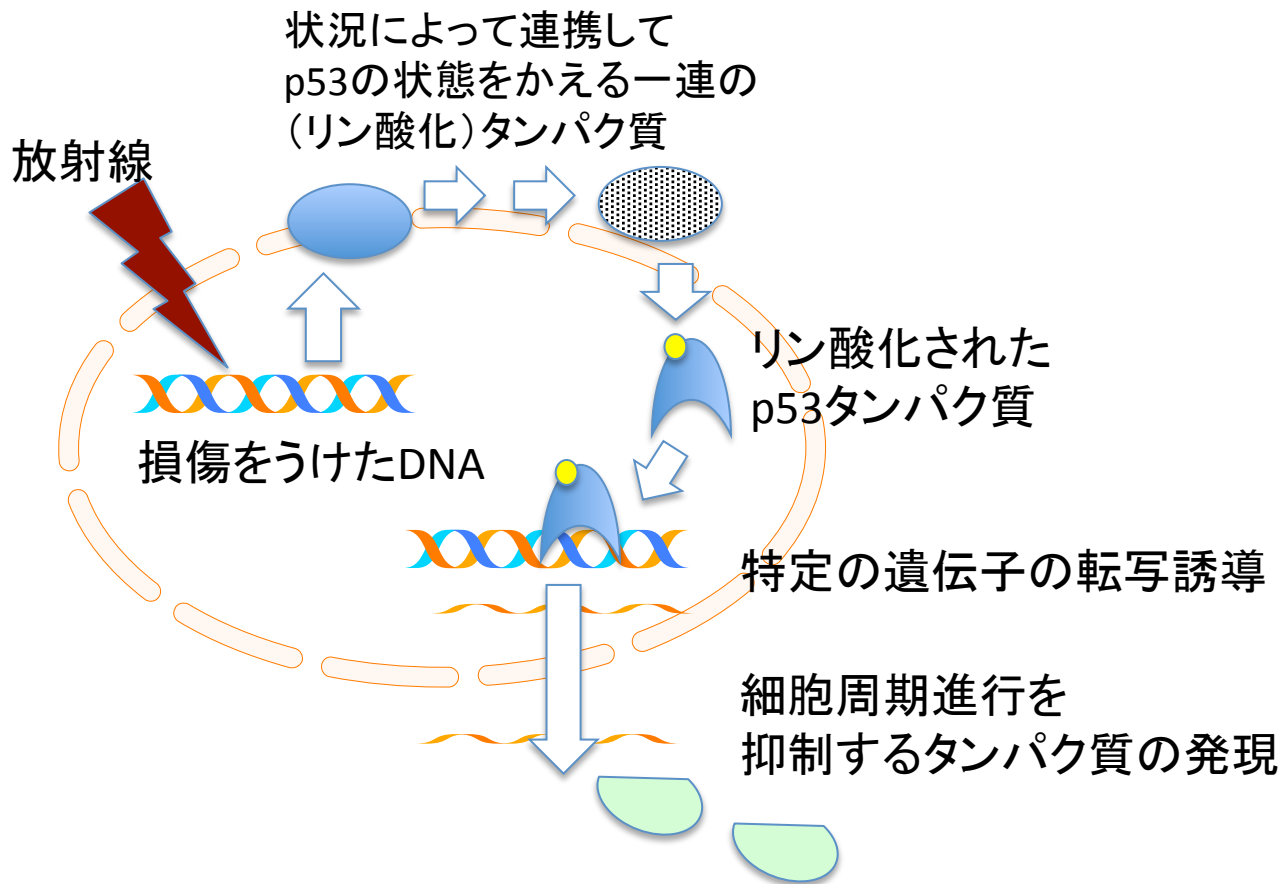


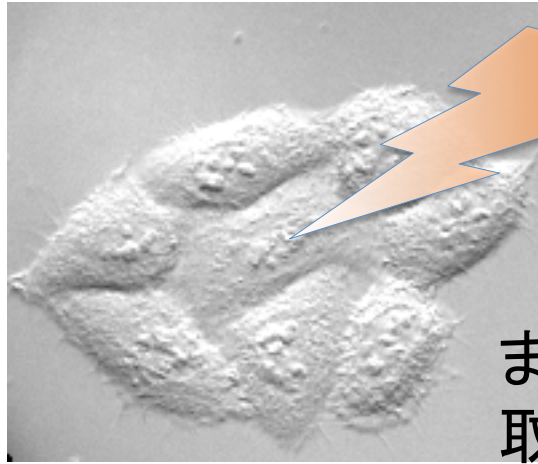
# DNA損傷→P53がみつける 細胞周期の進行を調節する



## 細胞周期の進行を調節する





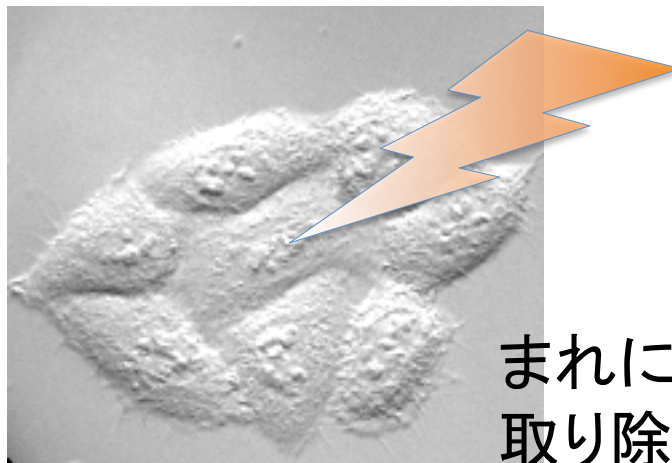


まれにDNA分子の傷が  
取り除けずに残ってしまう



修復の失敗

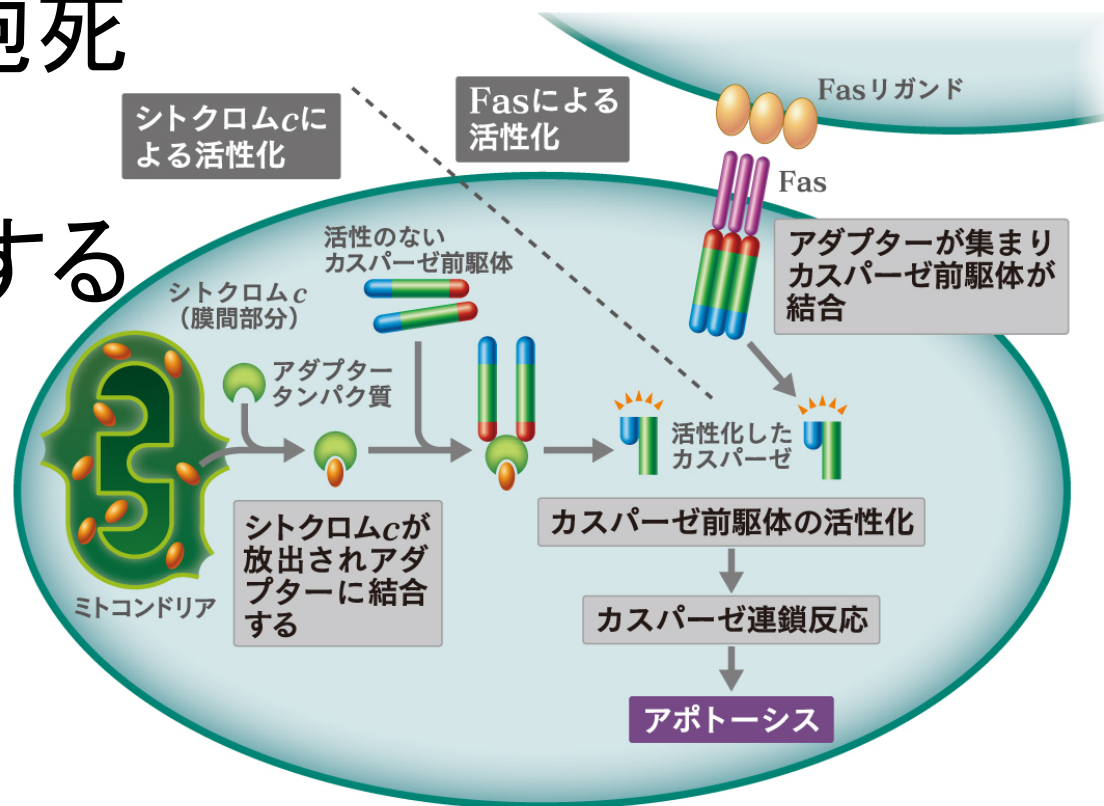
どうなる？



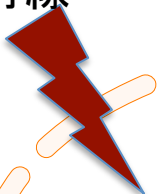
まれにDNA分子の傷が  
取り除けずに残ってしまう

# プログラム細胞死

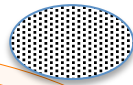
## 細胞が自爆する



放射線



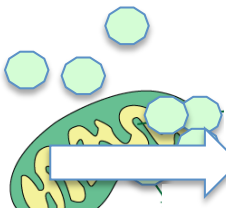
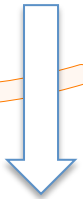
損傷を受けたDNA



リン酸化されたp53タンパク質



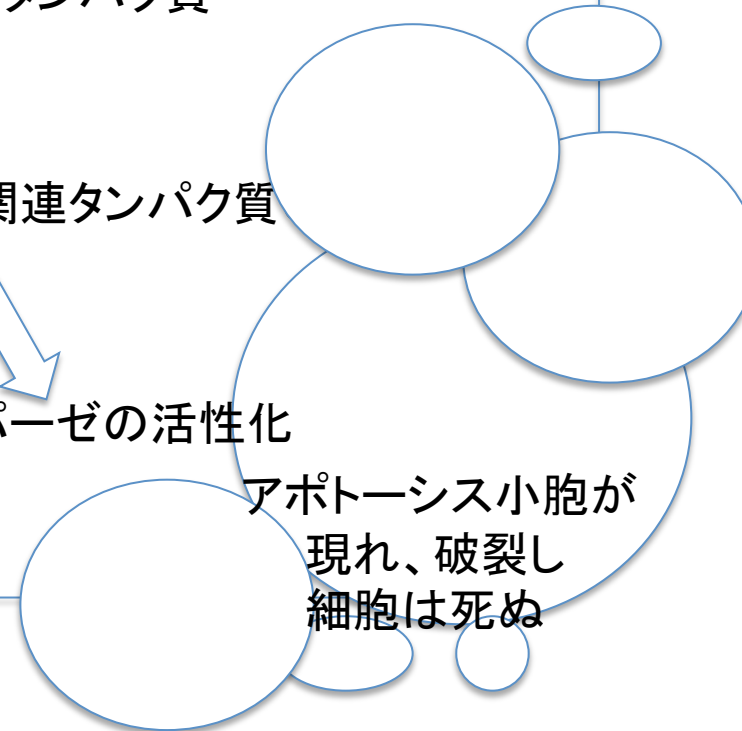
アポトーシス関連タンパク質



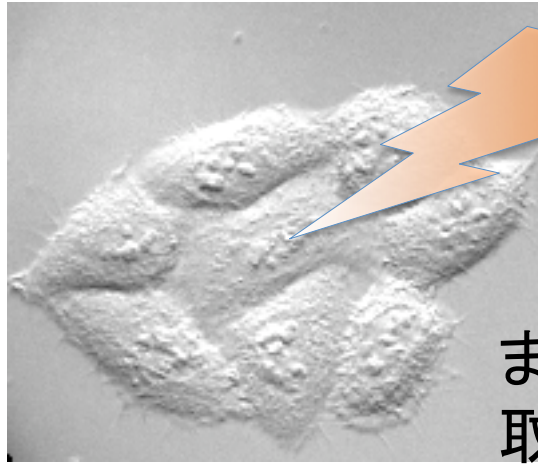
ミトコンドリア

カスパーゼの活性化

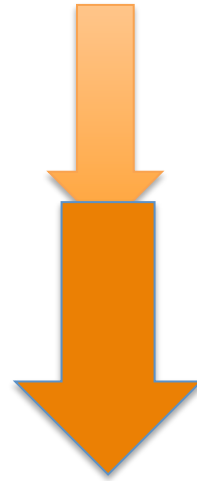
アポトーシス小胞が  
現れ、破裂し  
細胞は死ぬ







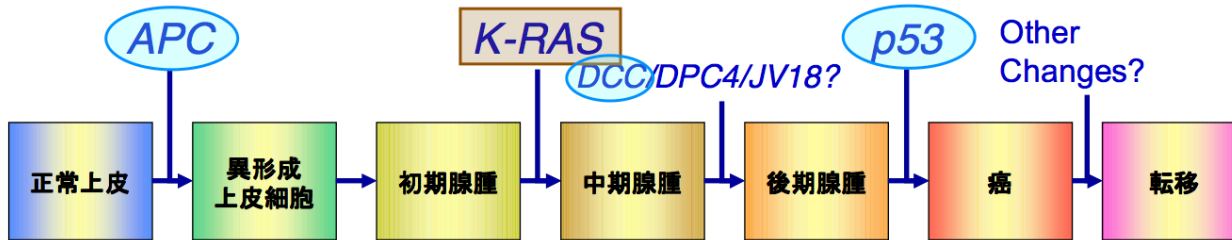
まれにDNA分子の傷が  
取り除けずに残ってしまう



修復の失敗

細胞死も起こらない場合

どうなる？



## 多段階発がん仮説

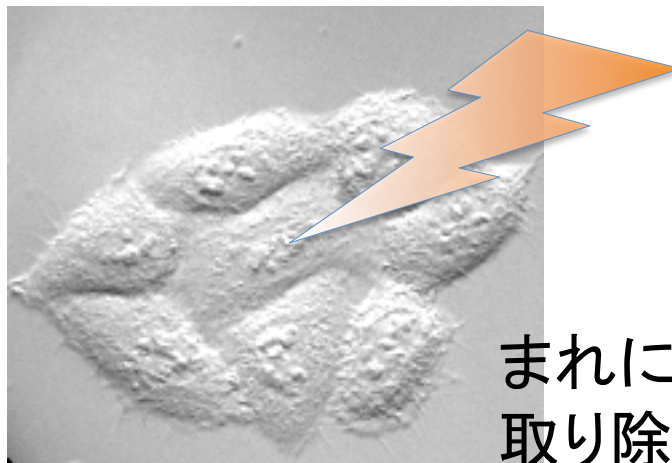
がん = 細胞の異常増加

がん遺伝子      がん抑制遺伝子

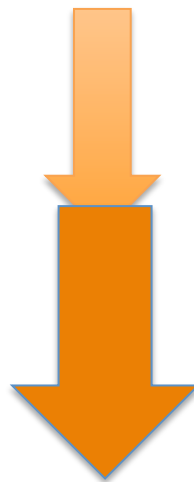
ミスマッチ  
修復の欠陥

ゲノム不安定性の誘導

- 放射線による直接電離、および水のイオン化で生じるラジカルはたしかに DNA に損傷を与える（おそらく線量に比例）。なかでも二本鎖切断が特に問題となる（高LETを与えるα線、中性子線は生物学的効果大きい）。
- しかしそもそも DNA 損傷は化学物質など放射線以外の要因によっても、また普段の DNA 複製の際の複製エラーでも生じている。
- ヒトを含む生物の細胞には、DNA 損傷に対する多種多様な修復機能が備わっている。
- それら DNA 修復遺伝子自体が損傷を受けると修復機能が低下するが、DNA 損傷が残ってもすぐガンになるのではなく、細胞がガン化するのは多段階のガン遺伝子（アポトーシス(細胞死)に関与する p53 ガン抑制遺伝子を含む）に次々に突然変異が生じた場合。
- 一方で、DNA 修復遺伝子に異常のある病気の人、通常の人よりはるかにガンにかかりやすい。（色素性乾皮症、運動失調性毛細管拡張症、ナイミーヘン切断症候群など）



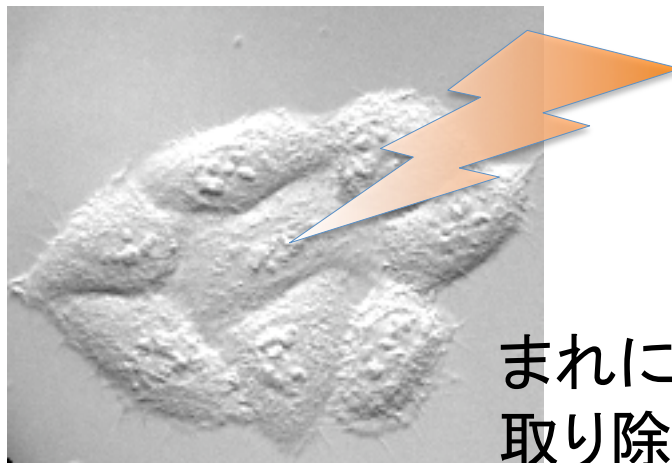
まれにDNA分子の傷が  
取り除けずに残ってしまう



修復の失敗

細胞死も起こらない

自然免疫系にとらえられる

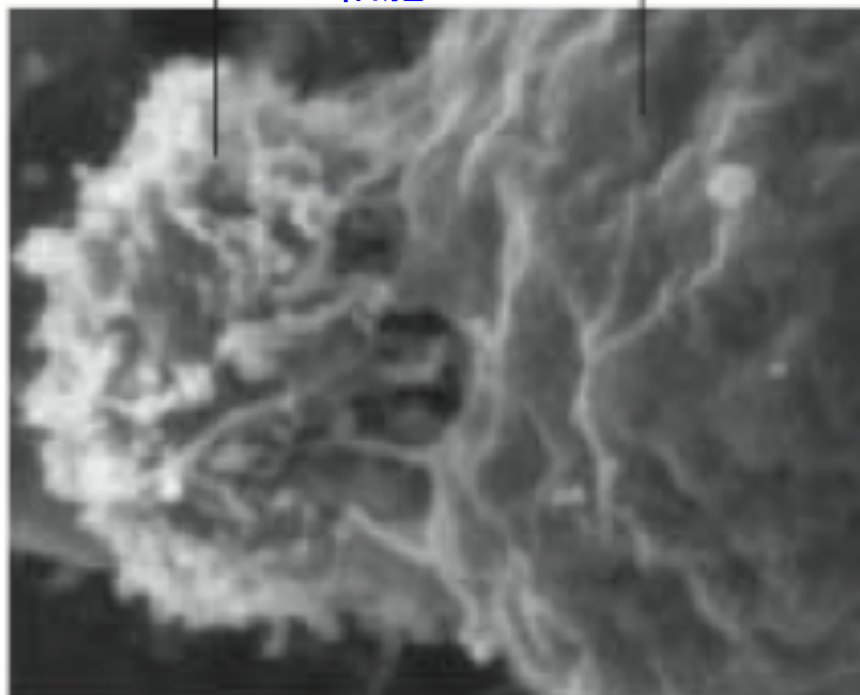


まれにDNA分子の傷が  
取り除けずに残ってしまう

natural killer cell

cancer cell

NK細胞



自

る





**著明に腫大した脾臓**

(慢性骨髄性白血病): 4000g

\*右は同年齢の脾臓

(対照): 110g

**Marked splenomegaly**

(swollen spleen): 4,000g  
(chronic myelogenous leukemia)

\*A normal spleen of the same age  
is shown on the right 110g.



## The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2011

Bruce A. Beutler, Jules A. Hoffmann, Ralph M. Steinman

● The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2011

Bruce A. Beutler

Jules A. Hoffmann

Ralph M. Steinman



Photo: The Scripps Research Institute

**Bruce A. Beutler**



Photo: CNRS Photo Library/Pascal Disdier

**Jules A. Hoffmann**

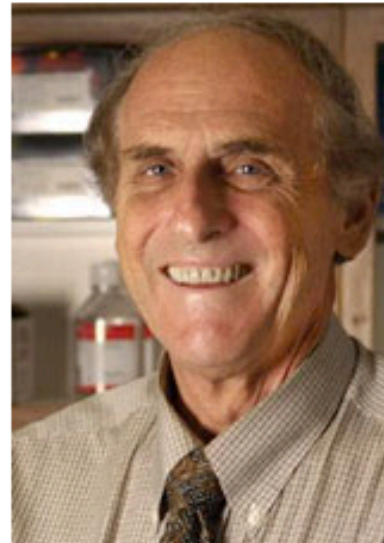
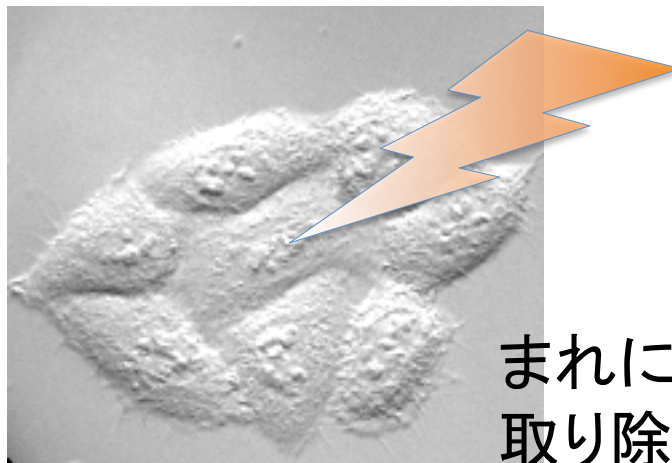


Photo: Rockefeller University Press

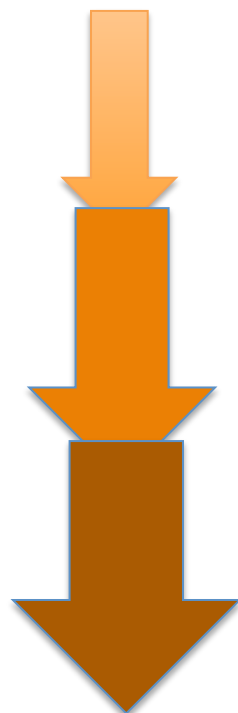
**Ralph M. Steinman**

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2011 was divided, one half jointly to Bruce A. Beutler and Jules A. Hoffmann *"for their discoveries concerning the activation of innate immunity"* and the other half to Ralph M. Steinman *"for his discovery of the dendritic cell and its role in adaptive immunity"*.

自然免疫



まれにDNA分子の傷が  
取り除けずに残ってしまう



修復の失敗

細胞死も起こらない

NK細胞も取り逃がした

がん細胞が残ってしまう

# がん細胞にも2種類

benign

良性

malignant

悪性

浸潤性



# 平成23年度日本人推計死亡数

死因	死亡数
悪性新生物	357 305
心疾患	194 926
脳血管疾患	123 867
死亡数	1 253 066

これがいわゆる癌

28.5%が 癌で死亡

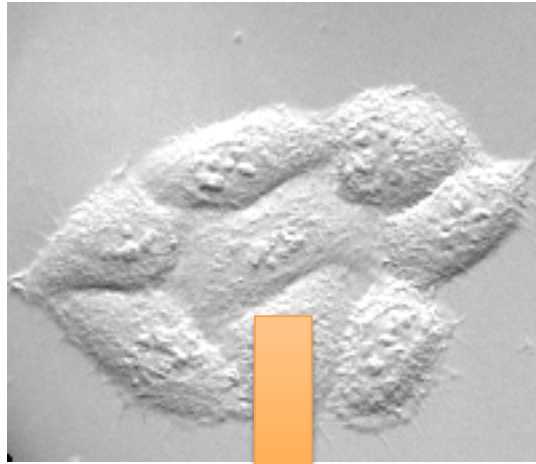
# 発がん率

いろいろとデータはあるが、一例

+ 0.5 % / 100 mSv

平成23年(2010)人口動態統計の年間推計(厚生労働省)  
日本人の死因のうち、癌によるもの (悪性新生物)

28.5 %    この値に上乘せ    29.0 %



修復の失敗

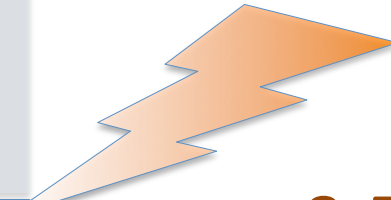
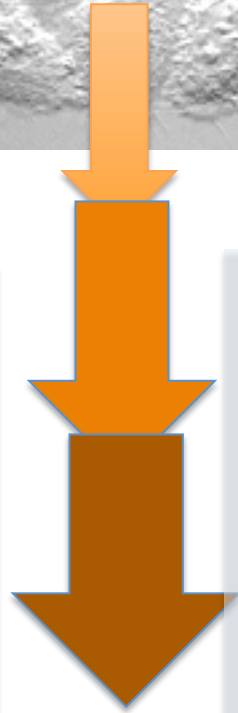
細胞死も起こらない

NK細胞も取り逃がした

28.5 %

29.0 %

+ 0.5% / 100 mSv



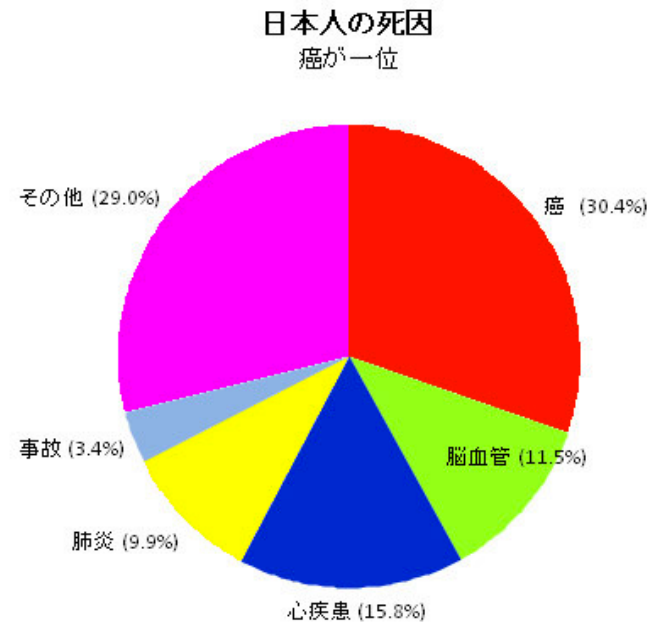
可能性はゼロではない



# 自分がその不運にあたららないことを確認したい という欲望

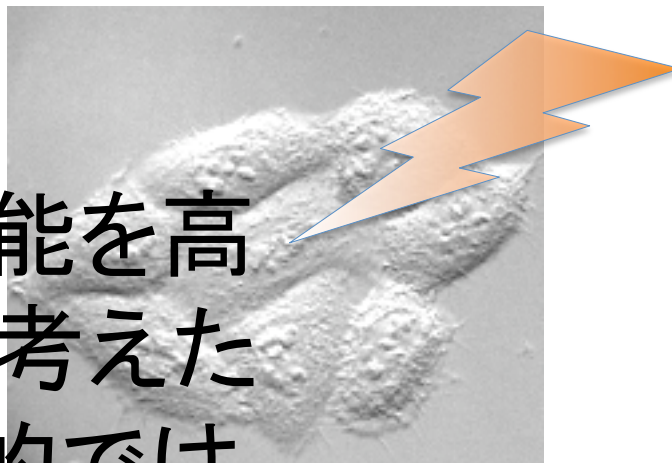
運命をしろということとは、  
7割の方にとっては  
心疾患、脳血管疾患、肺炎、  
で xxx 歳で死ぬということを  
告知すること。

事故、感染症は外的要素が高いため  
考慮できませんが。



すぐには影響はでません

こうした機能を高  
めることを考えた  
方が建設的では  
ないか

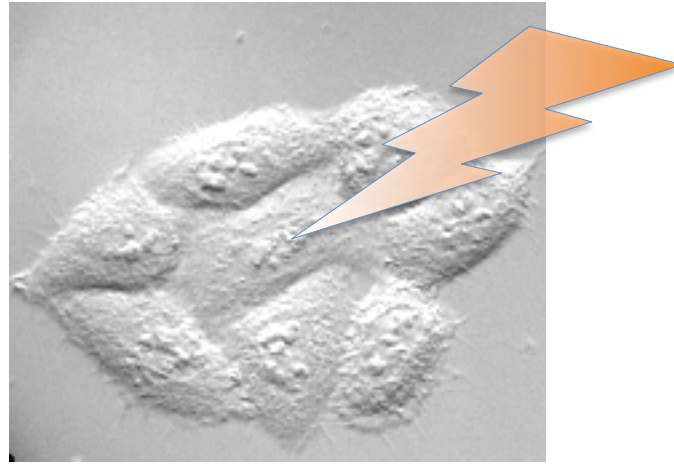


修復の失敗

細胞死も起こらない

NK細胞も取り逃がした

がん細胞が残ってしまう



## 発がんリスク

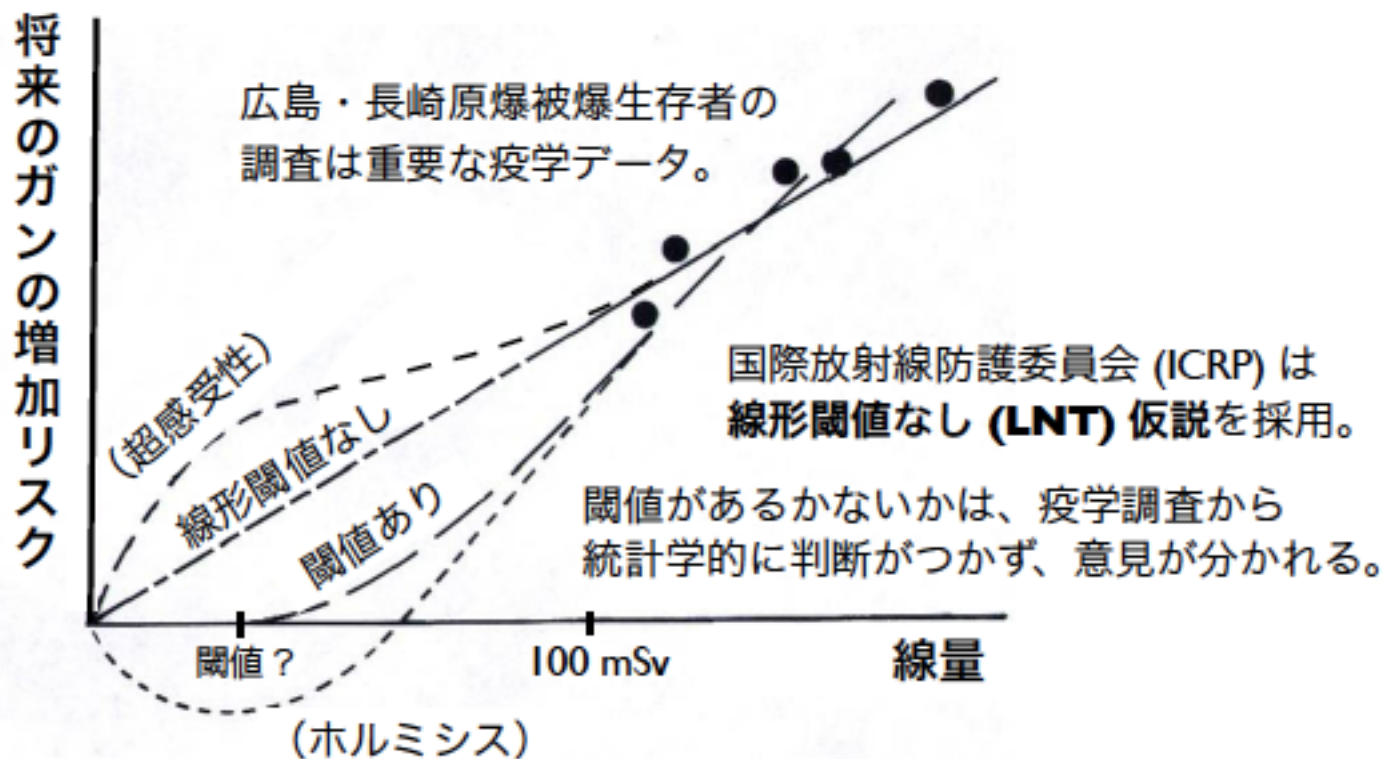
たばこ	1.6倍
酒(2-3合/日)	1.4倍
やせすぎ	1.29倍
肥満	1.22倍
運動不足	1.15-1.19倍
高塩分食品	1.11-1.15倍
野菜不足	1.06倍

修復能の亢進

癌細胞の細胞死誘導

NK細胞の能力亢進

## 低線量におけるリスク評価





# 放射能を含んだ食品による影響

物理的な崩壊

新陳代謝による減少

体の中で濃縮、あるいは排出

Csは 体内半減期 30 - 110日

蓄積する組織

たとえば ヨウ素は甲状腺

## <食品衛生法に基づく飲食物に関する暫定規制値について>

この暫定規制値を上回る食品について、食用に供されることがないよう販売その他について措置されることとなります。暫定規制値のうち、放射性ヨウ素と放射性セシウムに関する暫定規制値は以下のとおりです。

**濃縮も考慮されている**

対象	放射性ヨウ素(混合核種の代表核種: <sup>131</sup> I)
飲料水	300Bq/Kg
牛乳・乳製品(注)	
野菜類(根菜、芋類を除く。)	2000Bq/Kg
魚介類	

(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

対象	放射性セシウム
飲料水	200Bq/Kg
牛乳・乳製品	
野菜類	500Bq/Kg
穀類	
肉・卵・魚・その他	

放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限を、年間5ミリシーベルトから年間1ミリシーベルトに引き下げ、これをもとに放射性セシウムの基準値を設定しました。

### ○放射性セシウムの暫定規制値

食品群	規制値 (単位:ベクレル/kg)
野菜類	500
穀類	
肉・卵・魚・その他	
牛乳・乳製品	200
飲料水	200

※ 放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定



- 食品の区分を変更
- 年間線量の上限を引き下げ

### ○放射性セシウムの新基準値

食品群	基準値 (単位:ベクレル/kg)
一般食品	100
乳児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

※放射性ストロンチウム、プルトニウムなどを含めて基準値を設定

## ① 「一般食品」の基準値

まず、年齢や性別などにより10区分に分け、区分ごとに一般食品の摂取量と体格や代謝を考慮した係数を使って限度値を算出しました。その結果から、最も厳しい値（13～18歳の男性：120ベクレル/kg）を下回る**100ベクレル/kg**を全区分の基準としました。これは、乳幼児をはじめ、すべての世代に配慮した基準です。

食品からの線量の上限值  
**1ミリシーベルト/年**

★飲料水の線量（約0.1ミリシーベルト）を引く

一般食品に割り当てる  
線量を決定

年齢区分	性別	限度値 (ベクレル/kg)
1歳未満	男女	460
1歳～6歳	男	310
	女	320
7歳～12歳	男	190
	女	210
13歳～18歳	男	120
	女	150
19歳以上	男	130
	女	160
妊婦	女	160
	最小値	<b>120</b>

各年齢層等ごとに、通常の食生活を送れば、年間線量の上限值を十分に下回る水準に設定

**100ベクレル/kg**  
に基準値を設定

★すべての年齢区分の限度値のうち最も厳しい値（120）を下回る数値に設定

$^{40}\text{K}$ などは自然にもとから食品に  
含まれている

食品には従来から自然に  
ある程度放射能が含まれている  
われわれ人体にももともと

4000 Bq / body



# 今回の放射能レベルをどうとらえるか

Hiroshima A-bomb

Nagasaki A-bomb 負の遺産

高線量被爆なので参考になりにくい

Chernobyl 負の遺産

骨髄腫は予想より少ない

小児性甲状腺癌は平均より高い

喫煙、飲酒のほうが発がんリスクをあげる

外で運動せず、野菜を食べずによるマイナス面も

# 放射線

前提として

地球の磁場は宇宙線をカットしてくれている  
オゾン層は紫外線をカットしてくれている  
それでも漏れて入ってくる

地球、宇宙に生きている以上、いつも  
自然放射線を受けている

そのレベルと比較してどうなのか

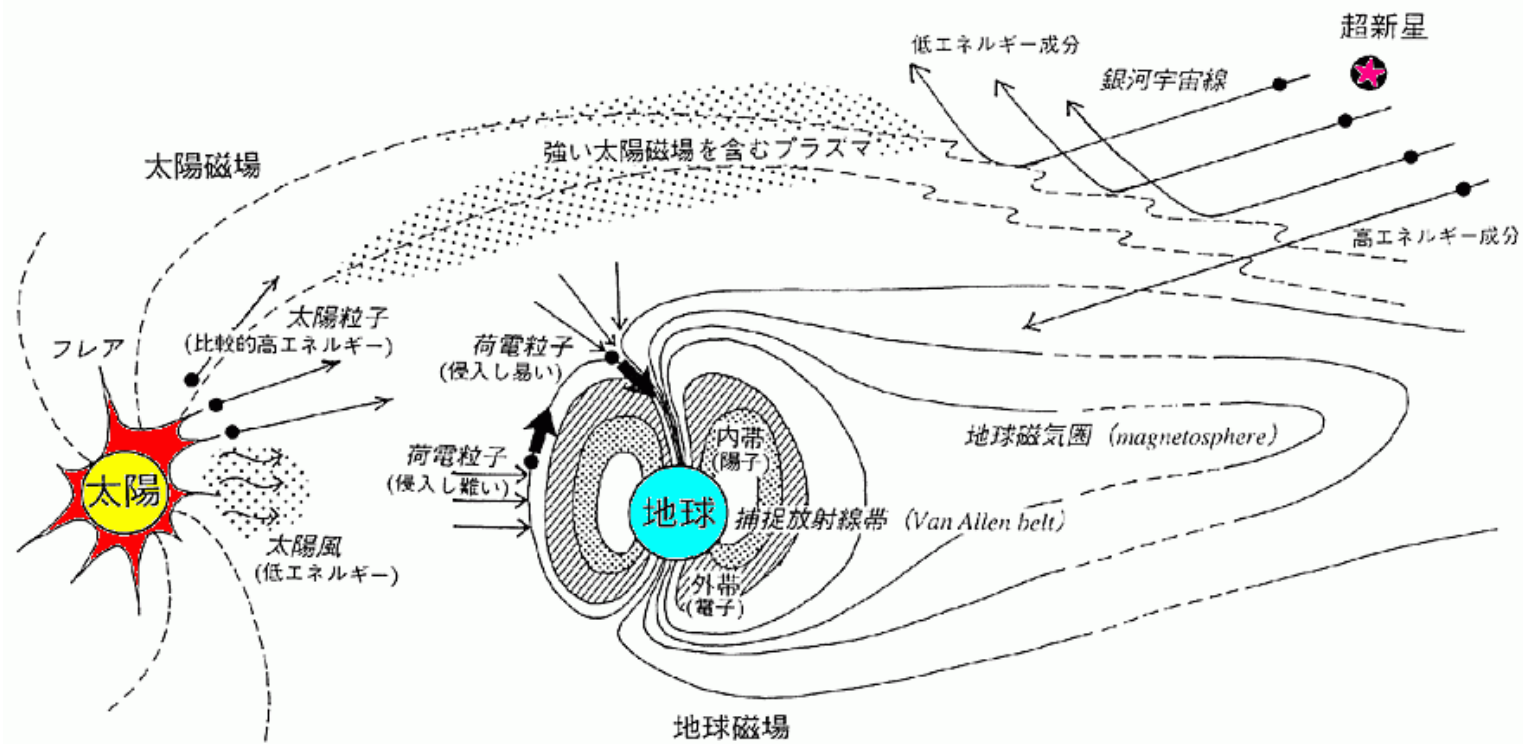


図1 宇宙放射線環境の構造

[出典] 藤高 和信: 宇宙環境の放射線、日本原子力学会誌、35(10)、21(1993)

# 自然界から年間数ミリシーベルトの放射線を浴びている

宇宙から 0.3

食物から 0.4

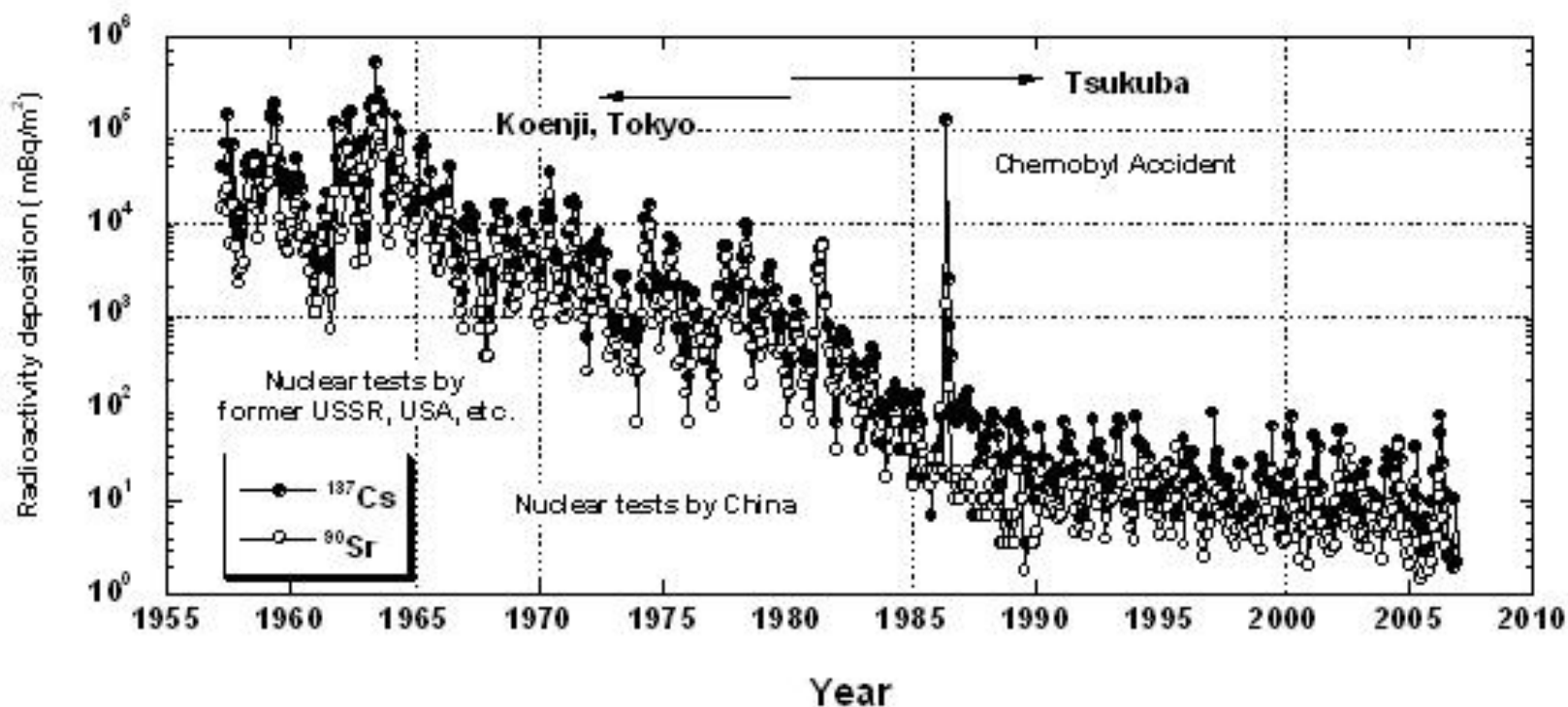
呼吸から 0.4

大地から 0.4

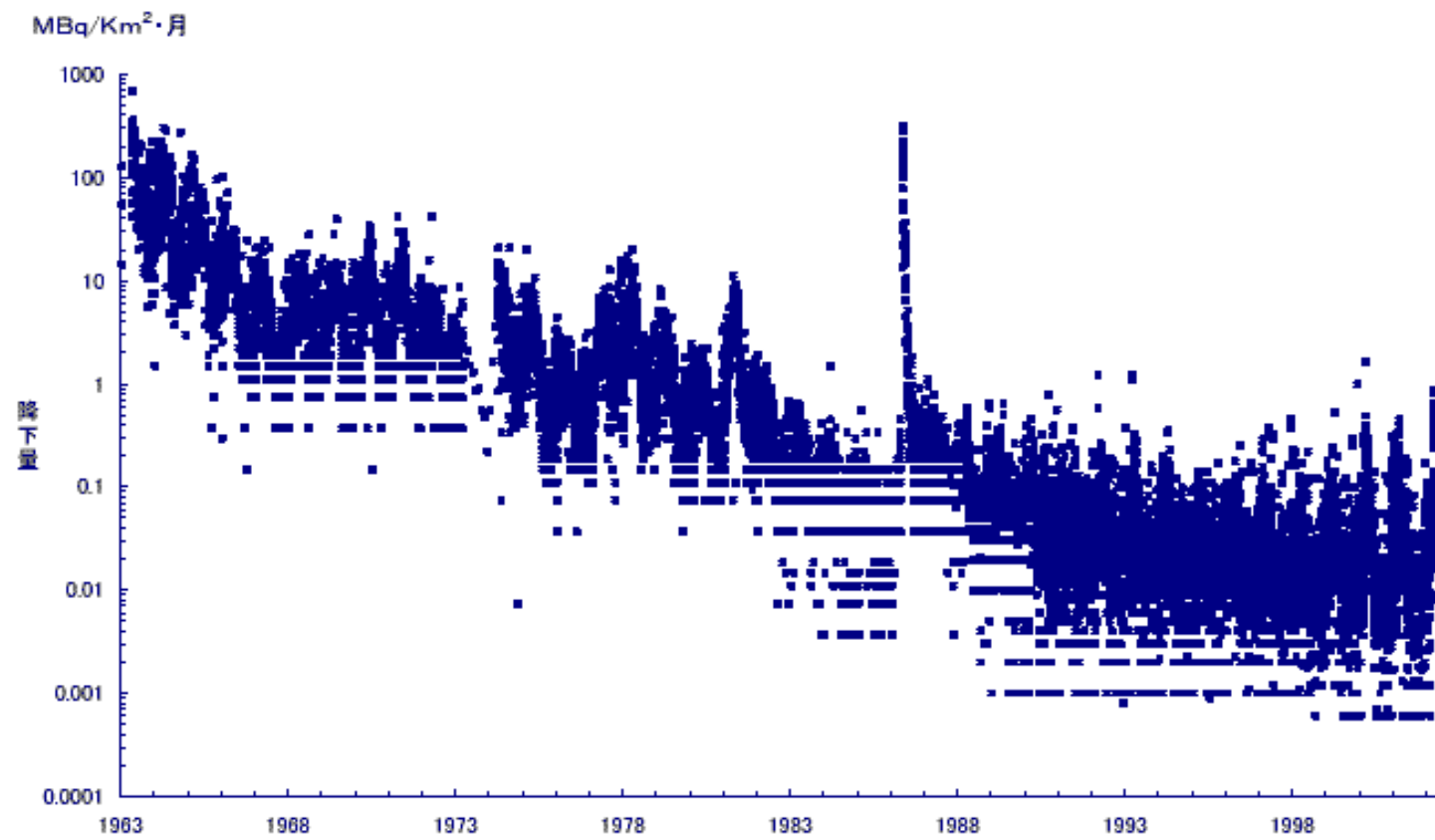
---

年間 約 1.5 mSV

# 現在の放射能レベルについての考察

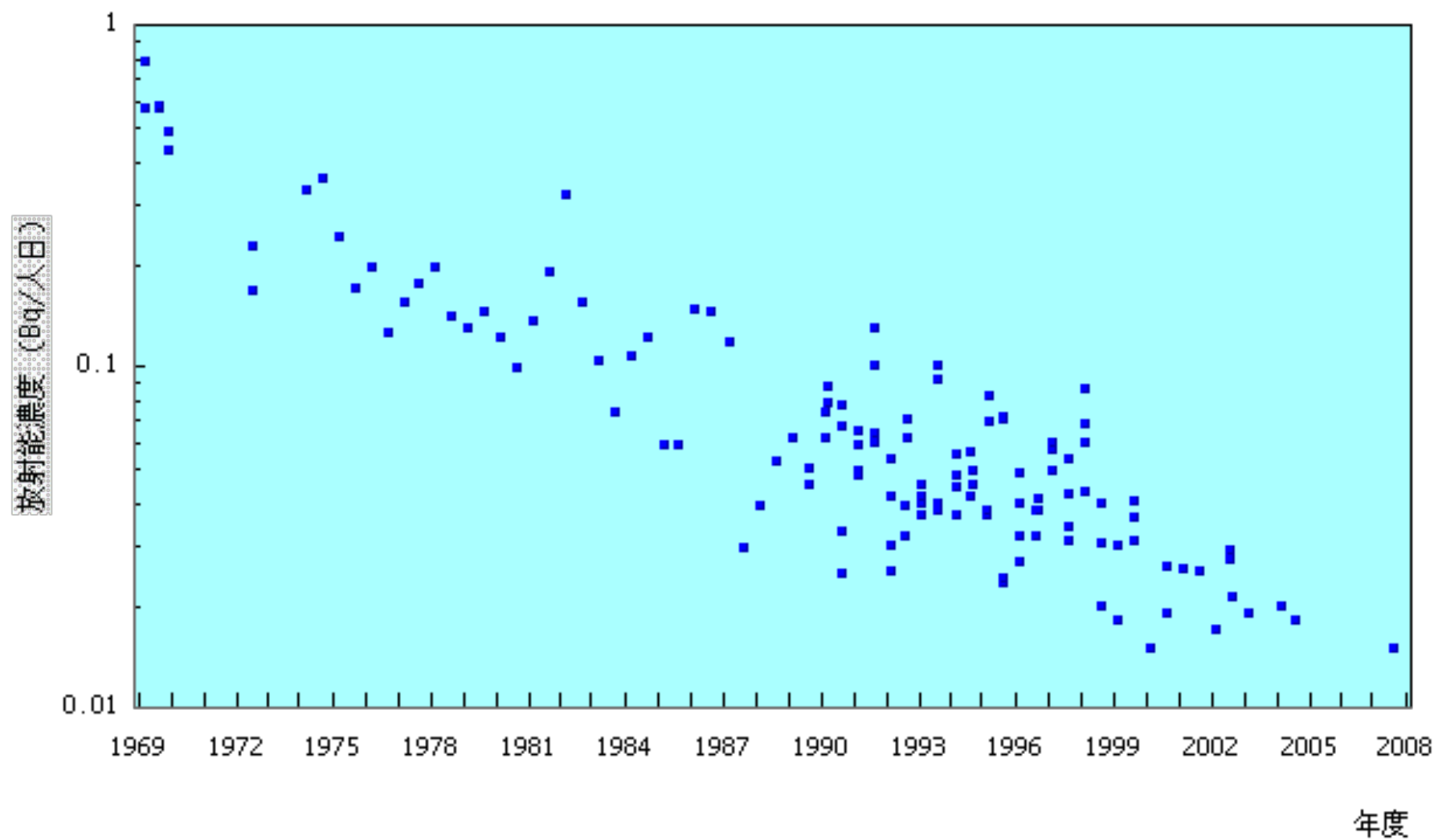






降下物中のセシウム-137降下量の経年変化

西暦 (年)



東京都における日常食中のCs-137の経年変化

# 単位の違い

マイクロシーベルト と マイクロシーベルト/時



$\mu\text{Sv}$



$\mu\text{Sv} / \text{h}$

積算放射線量

単位時間あたりの放射線量

低線量被爆による影響

生活環境、食品による影響を考えるのはこちら

具体的には新聞に出たデータで見てもみよう

# 表示桁の違い

マイクロシーベルト と ミリシーベルト

$$1 \text{ mSv} = 1000 \text{ } \mu\text{Sv}$$

シーベルト と ミリシーベルト

$$1 \text{ Sv} = 1000 \text{ mSv}$$

# 東京にいるとしての議論

Fukushima Daiichiから

筑波 170 km

東京 240 km

原発からの放射線が直接飛んでいるわけではない  
Fallout (放射性降下物) によるもの

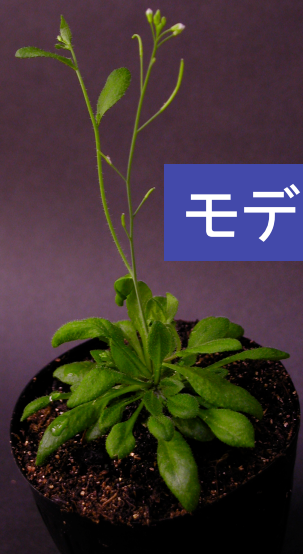


Don't be hysteric.

自ら冷静に考えることが重要

# 研究テーマ

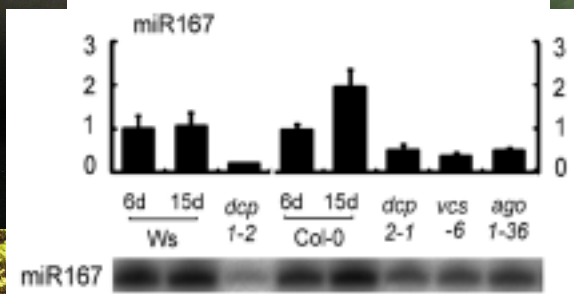
モデル植物



実験室



発生-生産



環境応答-生存戦略



# レポート

各分野ごとに1本選択、合計3本  
(それより多く提出してもよい)

## ○ 生命科学分野 #1

締切 2013年1月11日 (もう少し後の授業回時の提出へ設定予定)

平成24年4月から、一般食品(野菜類、穀類)などについて新たな基準値が設定された。これによってそれまでの500 Bq/kg(暫定基準値)から 100 Bq/kgに値が引き下げられた。仮に、皆さん(18才の標準的な人として)が基準値ぎりぎりの食物を一年間食べ続けたとして、

- (1) どれだけの被ばくになると考えられるかを計算せよ。想定がされているか。
- (2) LNT仮説に沿ってどれだけ発がんが増えるかを計算せよ。
- (3) それ以前の暫定基準値の食物を食べ続けた際の場合と比較せよ。
- (4) (1)~(3) の流れについての感想、意見を述べよ。