

# 医療被ばくのリスク

—何故今医療被ばくか—

高木学校 崎山比早子

第106回原子力安全問題ゼミ 2009.3.6

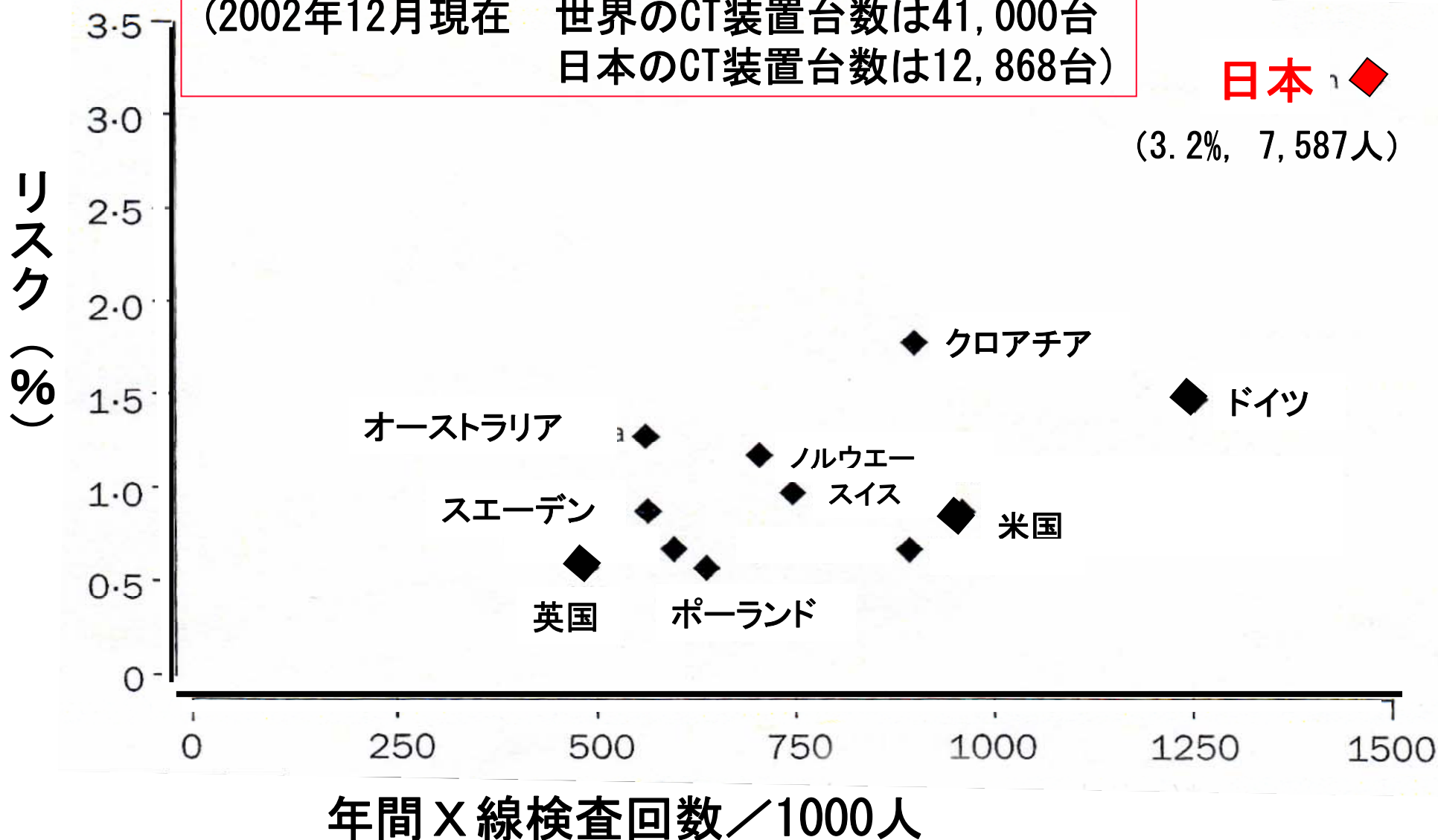
# 医療被ばくの現状

## 医療被ばくは世界でダントツ一位

◆  
CTを入れると  
(4.4%, 9,905人)

(2002年12月現在 世界のCT装置台数は41,000台  
日本のCT装置台数は12,868台)

◆  
**日本**  
(3.2%, 7,587人)



Berrington A. G.他, Lancet, 2004

# 医療関係者による市民講座

「安心できる放射線診療のために」

「安心できるCT検査のために」

- 低線量放射線は安心、安全であることを強調し、医療被ばくをいかに減らすかという視点が欠落。
- 正確な情報を明らかにしない。

2007. 11. 28

# レントゲン、CT...



市民グループが作製した「市民版」の医療被ばく記録手帳

## 被ばく線量手帳で管理

レントゲンやCTなどで健康管理に役立ててくれる検査で被ばく量(放射線量)をその都度記録できるよう、市民グループ「高木学校」(東京都中野区)が「医療被ばく記録手帳」を作製し、市民に健康保険証と同様、被ばく線量と健康障害の記録を5000部作り配り出した。

市民グループは、被ばく線量の記録を5000部作り配り出した。市民版の記録手帳は、市民がレントゲンやCT、PET検査を受ける際の注意事項、被ばく線量と健康障害の記録を5000部作り配り出した。

市民グループが作製した「市民版」の医療被ばく記録手帳

### 市民グループ作製「発がんリスク知って」



世界15カ国のエックス線検査件数 (1人1年あたり)

日本は約1500件、米国は約1000件、英国は約400件、フランスは約350件、ドイツは約350件、イタリアは約350件、韓国は約300件、中国は約270件、インドは約250件、ブラジルは約200件、ロシアは約190件、インドネシアは約180件、タイは約180件、オーストラリアは約180件、韓国は約180件、台湾は約180件、香港は約180件。

## 蓄積される放射線

### 受診のデメリット

蓄積される放射線

受診のデメリット

市民グループが作製した「市民版」の医療被ばく記録手帳

標準治療

市民グループが作製した「市民版」の医療被ばく記録手帳

「医療被ばく記録手帳」という手帳がある。エックス線やCTなど放射線検査を受けたり、検査を受けた年月日や検査部位、被ばく線量・累積線量などを書き込むためのものだ。市民の視点に立った「高木学校」が制作・販売する。メンバーで元放射線医学士、がん検診の現状

がん検診の現状

市民グループが作製した「市民版」の医療被ばく記録手帳

市民グループが作製した「市民版」の医療被ばく記録手帳

市民グループが作製した「市民版」の医療被ばく記録手帳

5000冊頒布

東京新聞2007年3月9日

健康

asahi.comトップ>健康>医療・病気

医療被曝紹介の冊子が好評 市民団体作成

2006年12月25日14時34分

コンピューター断層撮影（CT）検査などに伴う医療被曝（ひばく）について知ってもらおうと、市民団体「高木学校」（東京都）が小冊子「受ける？ 受けない？ エックス線CT検査」を作った。9月に1000部刷ったところ好評で、さらに3000部を増刷した。

この冊子では、CTや陽電子放射断層撮影（PET）、マンモグラフィーなど放射線診療の種類や、放射線の単位「ミリシーベルト」などの用語について解説。日本放射線技師会が昨年から認定している「医療被ばく低減施設」も紹介した。

CT検査1回で照射される放射線は、胸部X線検査の100倍以上になることもある。放射線診療が原因でがんになる可能性はよくわかっておらず、累積量に比例するとする考え方もある。

検査を受けた場合、浴びた放射線量を記録できるように、健康保険証サイズの「医療被ばく記録手帳」も付録に付けた。小冊子は1冊300円で配布しており、ウェブサイトから請求できる。

高木学校は「市民科学者」を育てようと98年、隣接する情報室の代表を務めた故高木仁三郎さんが設立。今回の冊子は同学校が開いた市民講座の内容などをまとめた。「放射線は病気の治療に必要。CT検査を受けないのではなく、まずは医療被曝があるということを知ってほしい」としている。



高木学校の小冊子「受ける？ 受けない？ エックス線CT検査」

冊子の刊行 販売部数：3000部

Newspaper clipping from '信濃毎日新聞' (2006年12月3日) titled '医療被ばくリスクは' (Medical Radiation Risk is...). It includes a photo of people holding booklets, a headline '受診割合高い日本' (Japan has a high ratio of visits), and another headline '安易な選択 警鐘も' (Easy choices also sound the alarm). The article discusses the risks of medical radiation and the role of the 'Takaki Gakko' citizen group.

# 増補新版 『受ける？ 受けない？ エックス線 CT検査』

「本の花束」  
2009年4月配達号



## 知っていますか？ 医療被ばくのこと

- 第14週個人申込書裏面6段目で申し込みます。
- 大阪・京都・奈良は注文番号記入欄に4ケタの注文番号と申込数を記入してください。

価格は本体価格、  
税抜組合価格、  
税込組合価格を  
表示しています。

がんの早期発見に有効とされるCT検査やマンモグラフィー。それらを受けると被ばくし、発がんのリスクがあることを知っていましたか？日本の医療被ばくの低減に取り組んでいる崎山比早子さんに寄稿していただきました。

何気なく受けている検査、本当にだいじょうぶ？  
1240 『増補新版 受ける？受けない？  
エックス線 CT検査  
医療被ばくのリスク』

高木学校医療被ばく問題研究グループ著 高木学校 発行 七つ森書館 発売(2008年)

乳癌検査のマンモグラフィーにエックス線が使われていることを意識していませんか？ 子どものCT検査の被ばく量は？ 病院で受ける検査による被ばくについて、何が問題で、どういった影響があるのか、英米にどう遅れているのか、無駄な被ばくを減らすにはどうしたらいいのかなど、58項目に分けて解説しています。被ばくのリスクを理解したうえで検査と関わる大切さを痛感したうえで検査します、知らなければ！（れ）

検査を受けるなら、  
リスクを知ってから

日本人が検査のために受ける放射線の量は世界一です。医療先進国15カ国中最低である英国の約7倍にあたります。これは決して誇れることではありません。何故ならこれにより年間約一万人ががんになると計算されているからです。このことが報道されてから4年以上経ちますが、医療界から被ばく低減の動きは見られません。むしろ報道からの時間の経過とともに「少しの放射線は心配ない」「安心です」という声が再び高くなり、

崎山比早子  
高木学校医療被ばく問題研究グループ

がん検診を推奨する動きが強まっています。一説に「がんは「早期発見が大切」と国と国民がそれぞれが「がん検診（ベットの）検査」を推奨する動きが、P（検診）などを受け、検診を受けることには、検診を受けることによってがんが早期発見され、検診を受けることでがんのリスクを減らすことができるのではないか？」と、かえって「がんのリスクを減らす」のではないのでしょうか？

放射線に感ぜぬ高い胎児、子どもは被ばくはできるだけ低いものです。また、放射線技師が受ける放射線量は「妊婦してはいけない」くらいです。放射線検査を受けてしまえば、放射線が軽くなると聞きます。また、小さな子どもが軽く頭を打っただけでも心配し、CT検査を要求するお母さんもいます。医師も後々の訴訟を恐れて念のために放射線検査をする傾向があります。それらは無駄で有害な被ばくかもしません。しかし、患者にとっては何が無駄で何が必要な被ばくかの判断がつけにくいことも確かです。

米英の健康問題を担当する政府機関や研究機関のホームページには「がんのリスクがゼロで安全であるという線量は存在しない」という国際的合意が成り立っている」と明記されています。日本の厚生労働省には医療被ばく問題を担当する部署さえありません。それならば、市民が医療被ばくのリスクを知り、無駄な被ばくを減らす必要があり、現状を改善するよう当局を動かす必要があります。この冊子がその一助になればと願っています。

188×128°、173頁  
本体 600円を  
540円 (税込 567円)

2008年7月第1刷  
2000冊  
2009年3月第2刷  
2000冊

さきやま ひさこ ●千葉大学大学院医学研究科卒業。医学博士。マサチューセッツ工科大学研究員、放射線医学総合研究所主任研究官を経て高木学校メンバー。高木学校はライト・ライブリフッド賞を受賞した故高木仁三郎さんが1998年に「市民科学者」を育成するために始めた。

# 『受ける？受けない？エックス線・CT検査』 放医研発行図書で推薦される。

参考書籍（放射線を詳しく知るために）

## 『知っていますか？医療と放射線』

放射線の基礎から最先端の重粒子治療まで

2007年3月31日発行

虎の巻

## 『低線量放射線と健康影響』

先生放射線を受けても大丈夫？と聞かれたら

2007年7月23日発行

書名
編著者/出版社/発行年月/ISBN, Cコード
身近な放射線の知識
佐々木康人/丸善株式会社/2006. 3/4-621-07709-0 C0040
放射線防護の基礎
辻本 忠、草間朋子/日刊工業新聞社/2001. 3/4-526-04733-3 C3050
改訂新版 あなたと患者のための放射線防護Q&A
草間朋子/医療科学社/2005.10/4-86003-338-8 C3047
放射線基礎医学
菅原努・他/金芳堂/2004. 11/4-7653-1136-8 C3347
ナースのための放射線医療
放射線医学総合研究所/朝倉書店/2002. 4/4-254-33002-2 C3047
放射線と健康
館野之男/岩波書店/2001. 8/4-00-430745-7 C0247
受ける？受けない？ エックス線CT検査
高木学校/高木学校/2006. 9
知っていますか？ 放射線の利用
岩崎民子/丸善株式会社/2003. 7/4-621-07254-4 C0040
知っていますか？ 医療と放射線
放射線医学総合研究所/丸善株式会社/2007. 3/4-621-07851-8 C0047

# 今日の話題

被ばく線量とリスク

体の設計図DNA

発がんのメカニズム

—放射線はDNAにどのように作用するか—

医療被ばくを減らすには？



# 職業被ばくには線量限度が決められている

1年で50mSvを超えない  
5年で100mSvを超えない



## 被ばくは必ずリスクを伴う

リスクを負う人と利益を受ける人が別



リスクを負う人



利益を受ける人

# 医療被ばくには限度が決められていない



## その理由

- 限度を決めてしまうと必要な検査や治療が受けられなくなる。
- リスクを負う人と利益を受ける人が同じ。

## その条件



利益がリスクを上回っている

正当化

# 正当化とは？

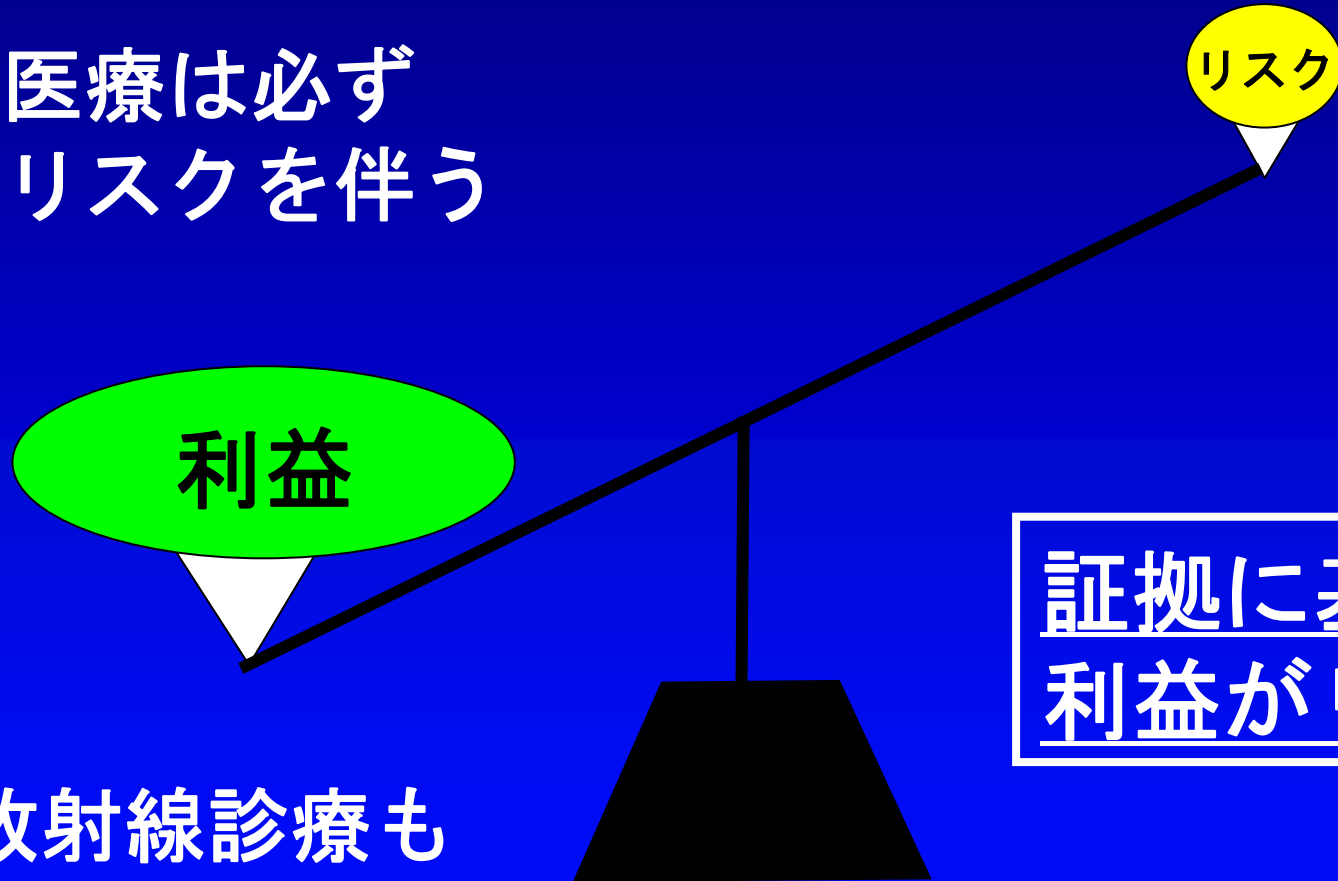
医療は必ず  
リスクを伴う

リスク

利益

証拠に基づいて  
利益がリスク以上

放射線診療も  
またしかり

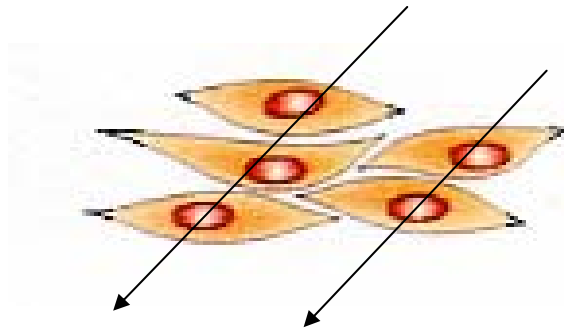


# 放射線はDNAに傷をつける

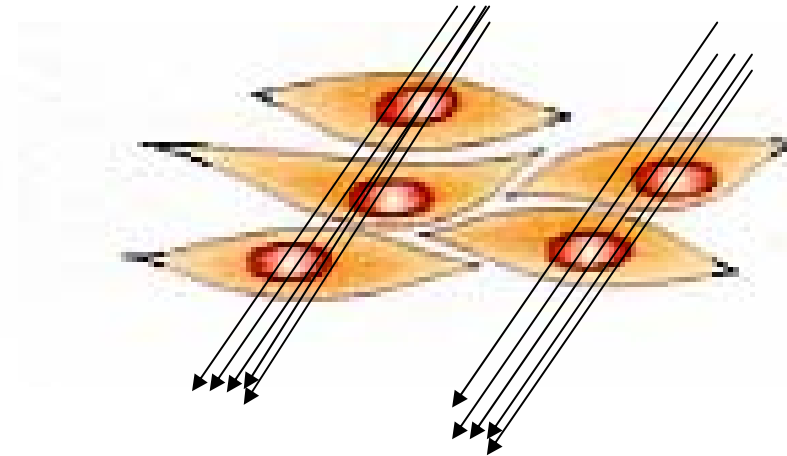
エックス線を1mGy被ばくするということは？

各細胞の核に平均して1本の飛跡が通る

1mGy=1mSv

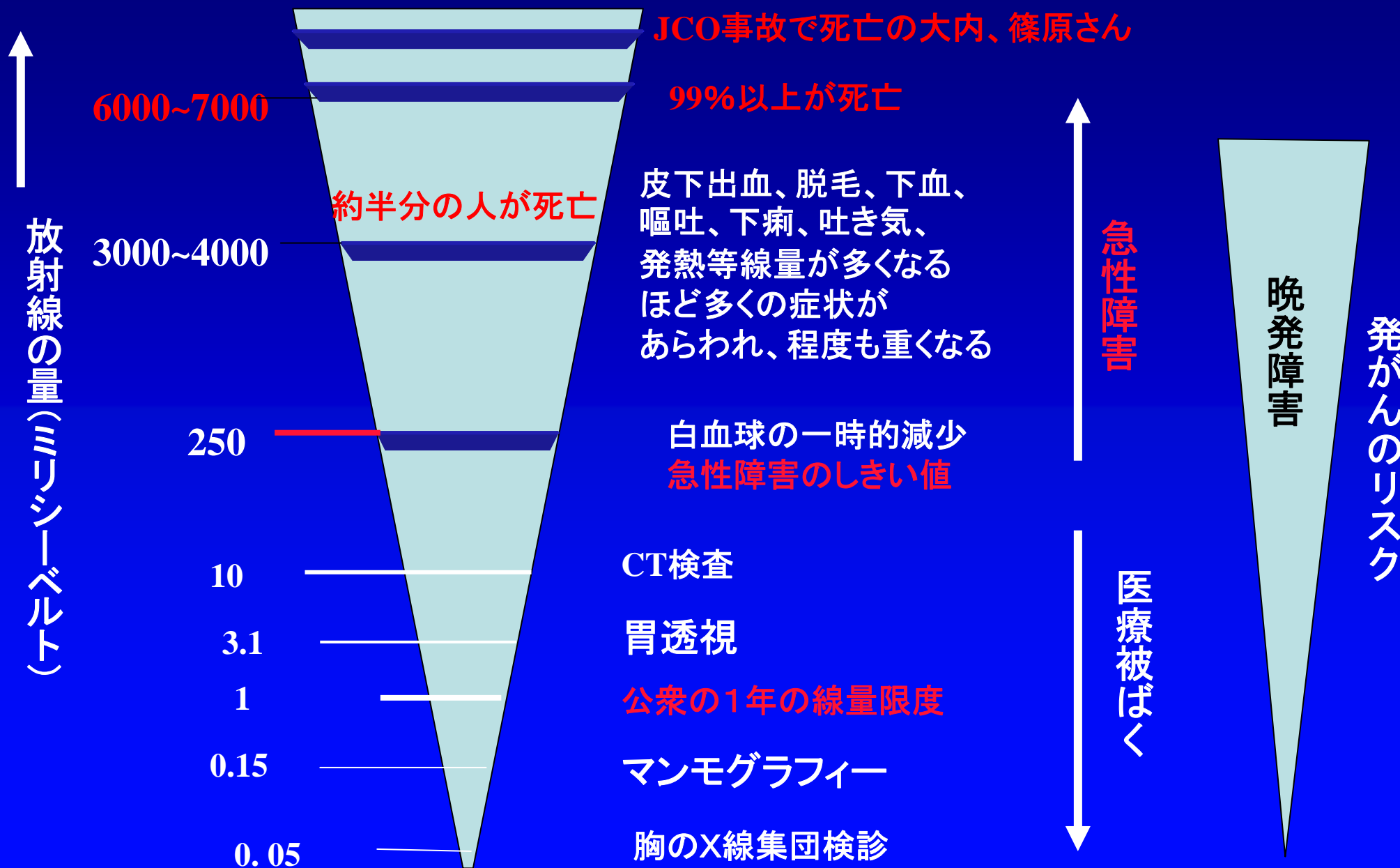


5mGy=5mSv

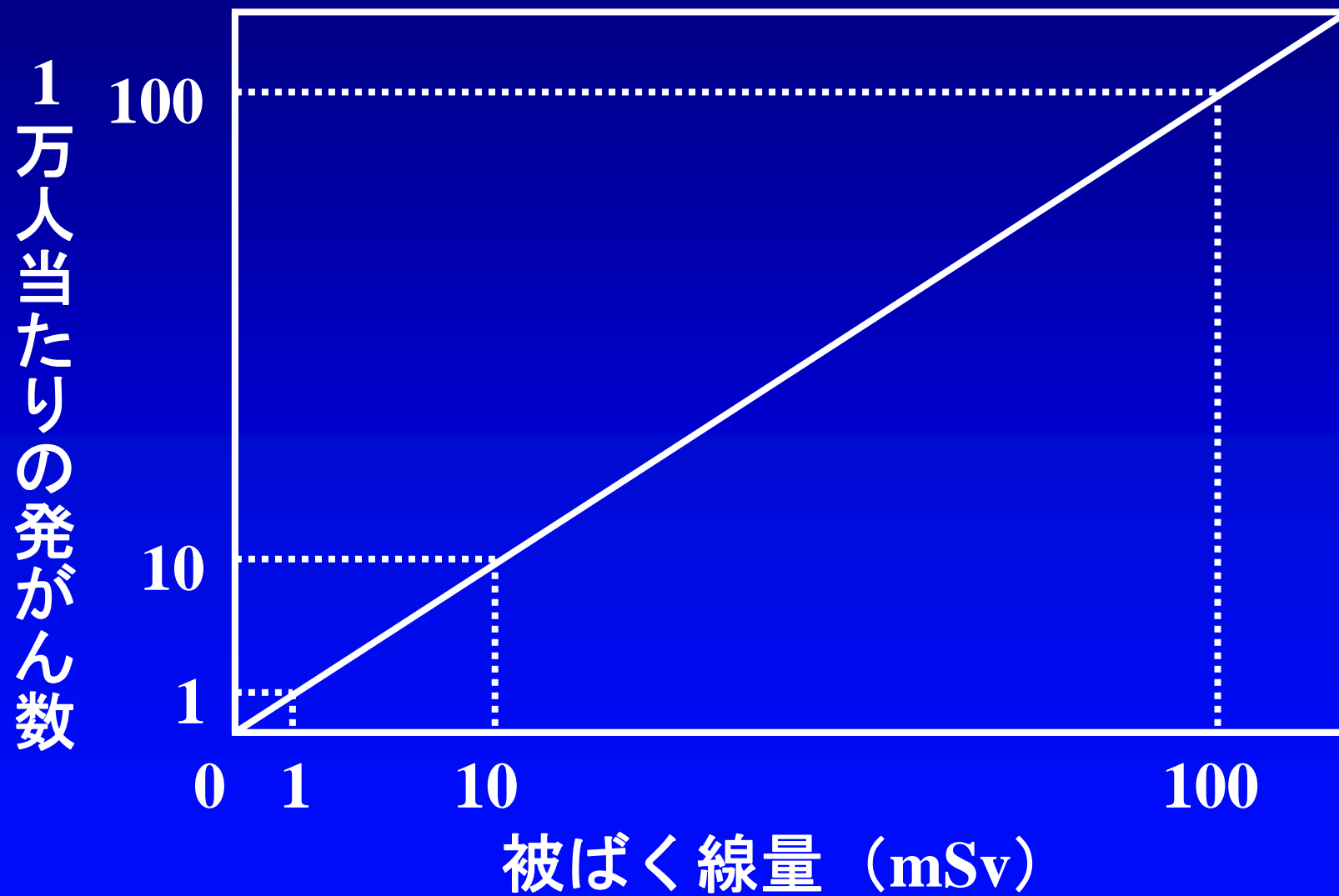


1mGyで起きる変化と  
5mGyで起きる変化の質は同じ  
数が5倍になる

# 線量とリスクの関係



# 線量当たりの発がんリスク

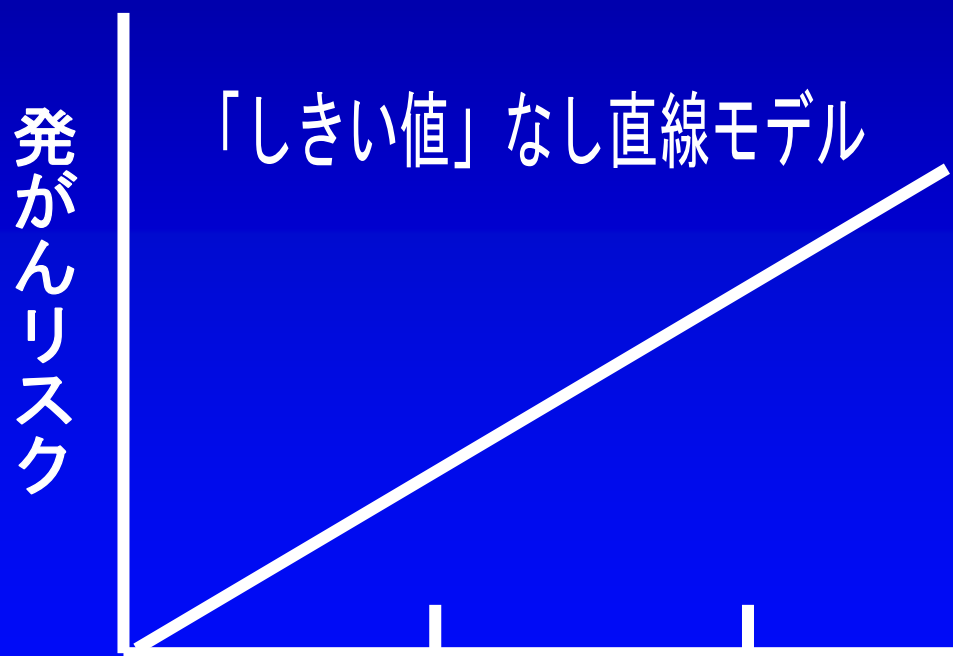


(国際放射線防護委員会)

# 発がんリスクモデル

## A 国際的な合意

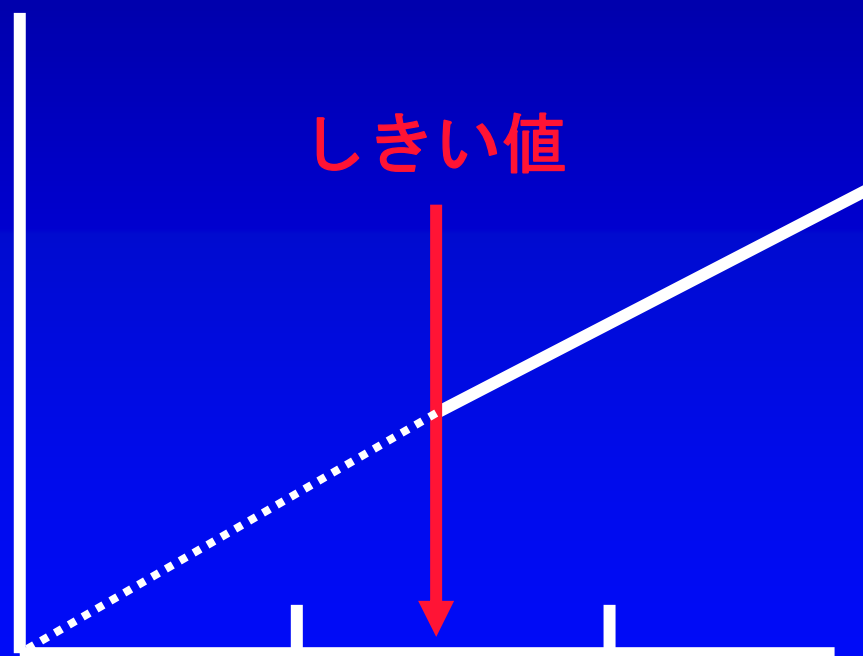
放射線に安全量は存在しない



低線量は100mSv以下

## B 日本の医療界

放射線に安全量が存在する



100~200mSv

線量

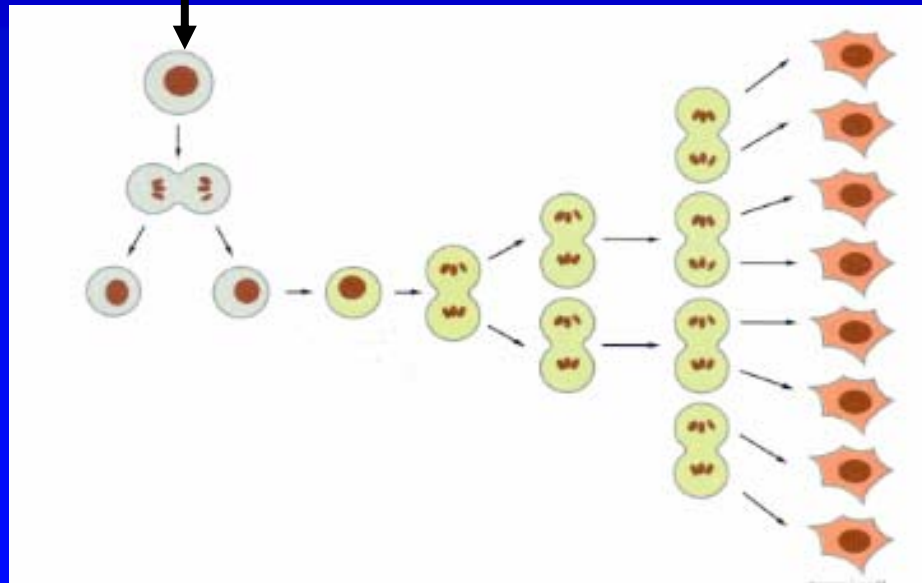
# 体の設計図DNA



# 人の身体

1個の受精卵から  
分裂、増殖、分化する

受精卵  
(多能、万能)

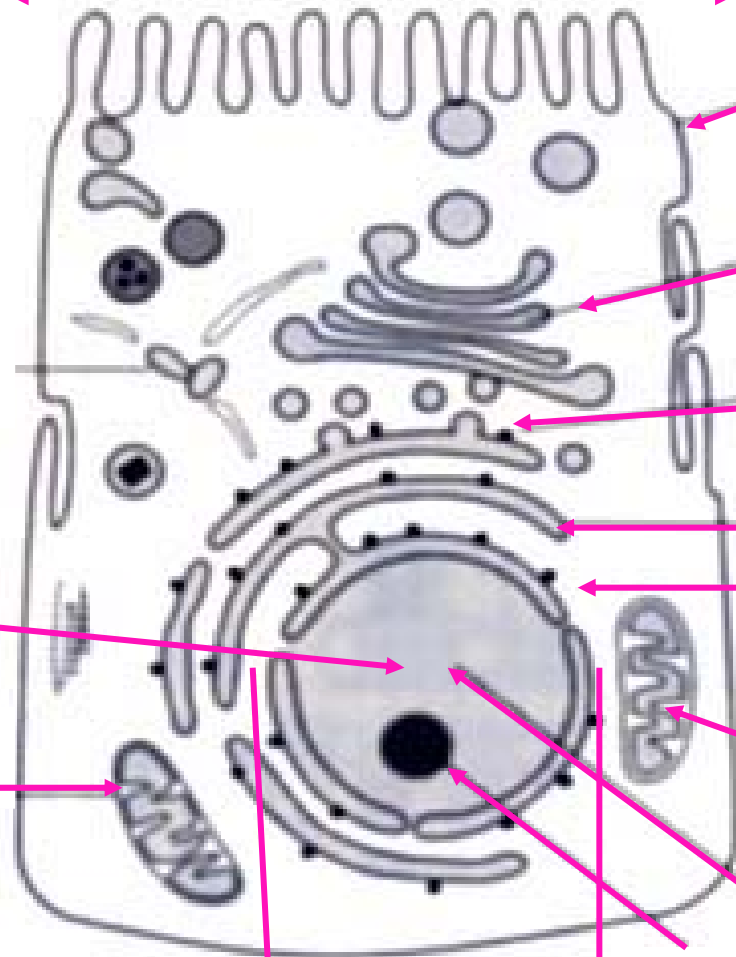


最終分化

神経  
皮膚  
胃腸  
肝臓  
筋肉  
骨 等々

成人は  
60兆個の細胞  
から成る。

細胞 10~20  $\mu\text{m}$



細胞膜

ゴルジ装置

リボゾーム

小胞体

核膜

ミトコンドリア

核

核小体

DNA

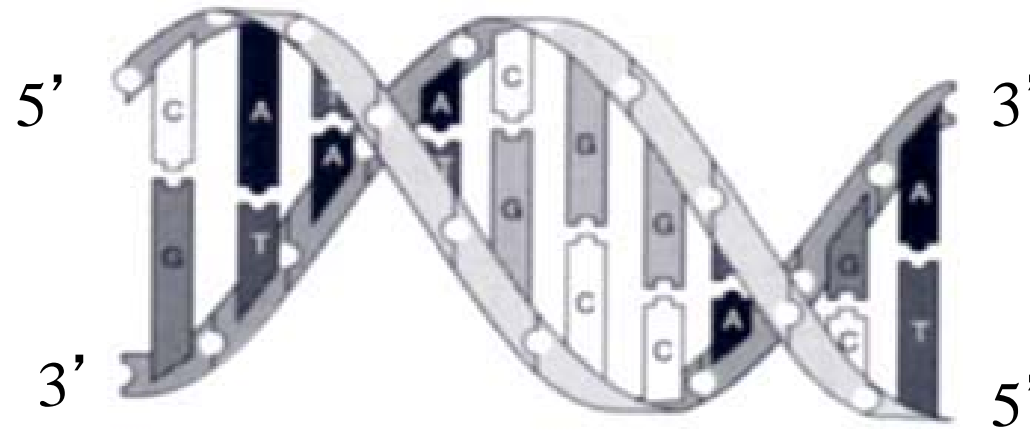
ミトコンドリア

核: 直径8  $\mu\text{m}$



# DNAは細胞及び身体の設計図

## DNAの二重らせん構造



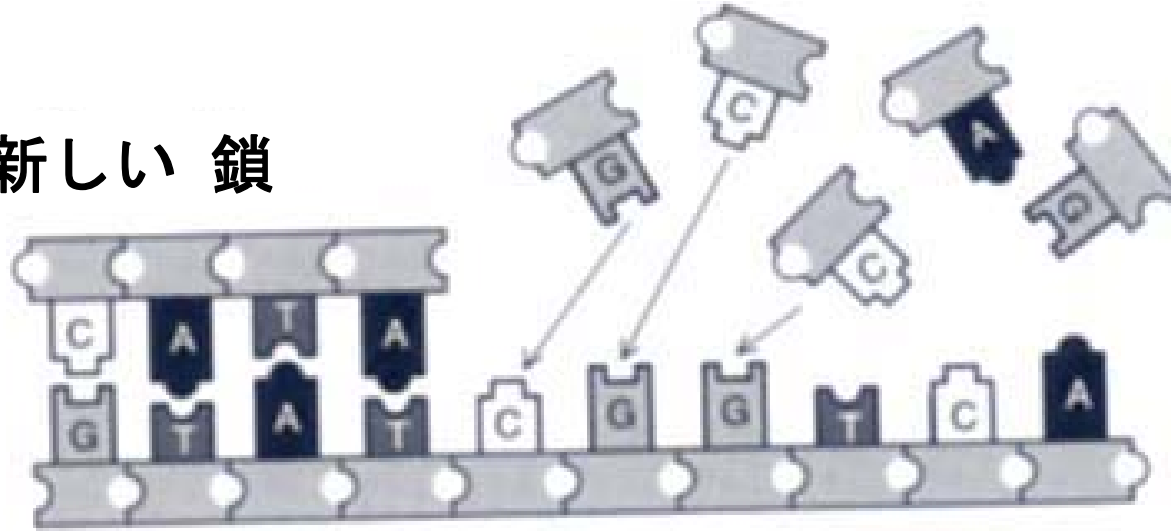
A: アデニン、T: チミン  
G: グアニン、C: シトシン

DNA: 32億塩基対  
(全長: 2m)

遺伝子: 約22,000個  
(全DNAの約2%)

# DNAの複製

新しい鎖



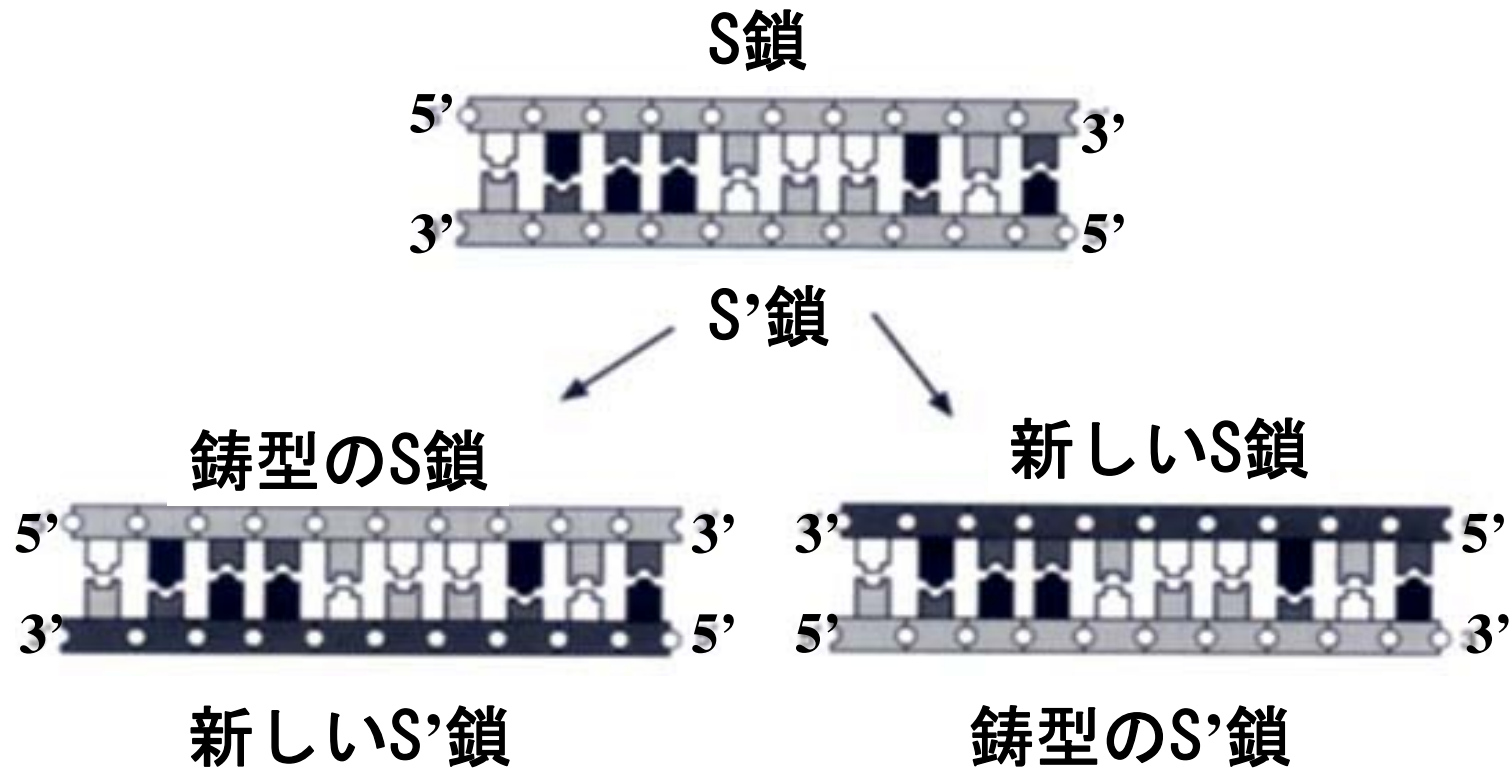
鋳型になる鎖

DNAの塩基

A: アデニン、T: チミン  
G: グアニン、C: シトシン

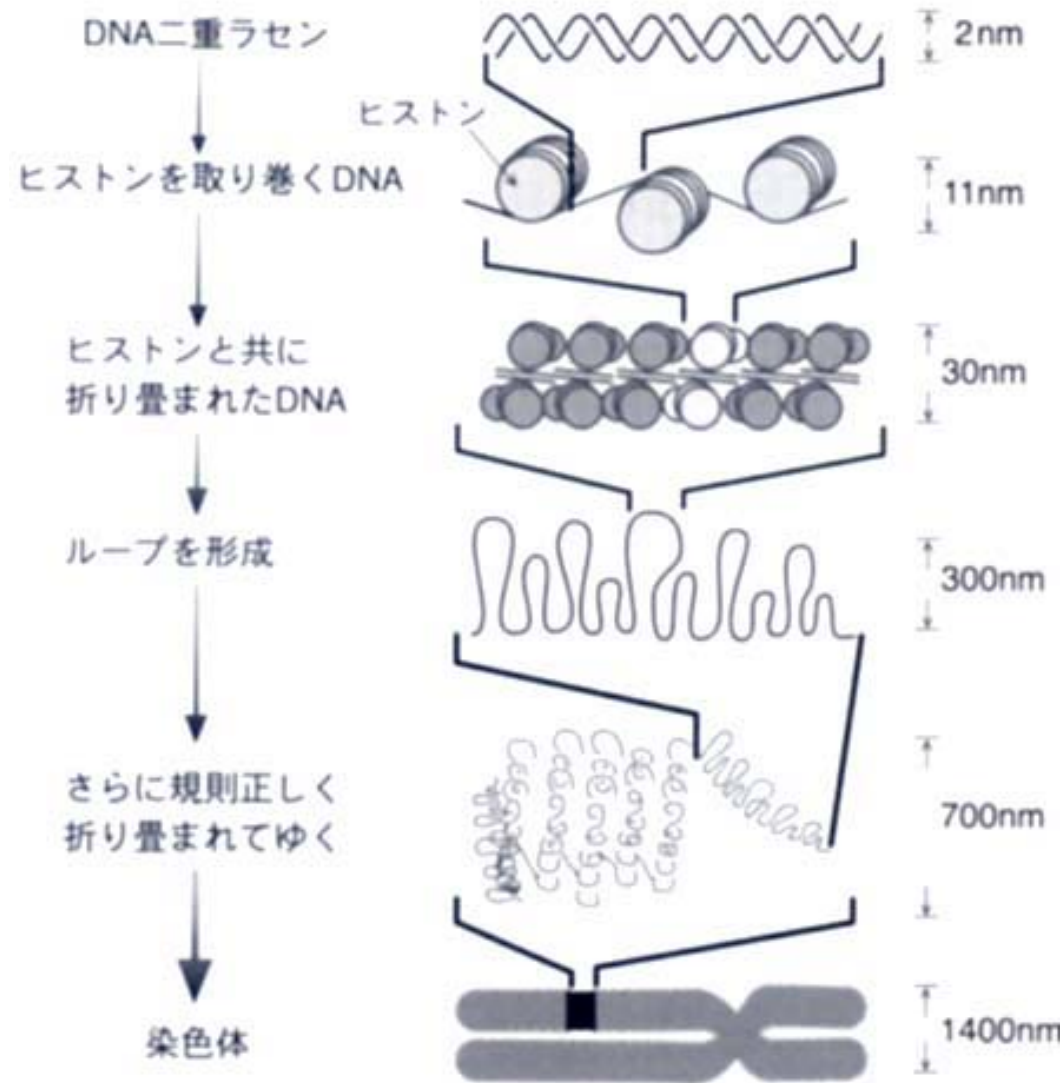
『Molecular Biology of THE CELL』を参考に作成

# 複製されたDNAは親と全く同じ



図は『Molecular Biology of THE CELL』を参考に作成

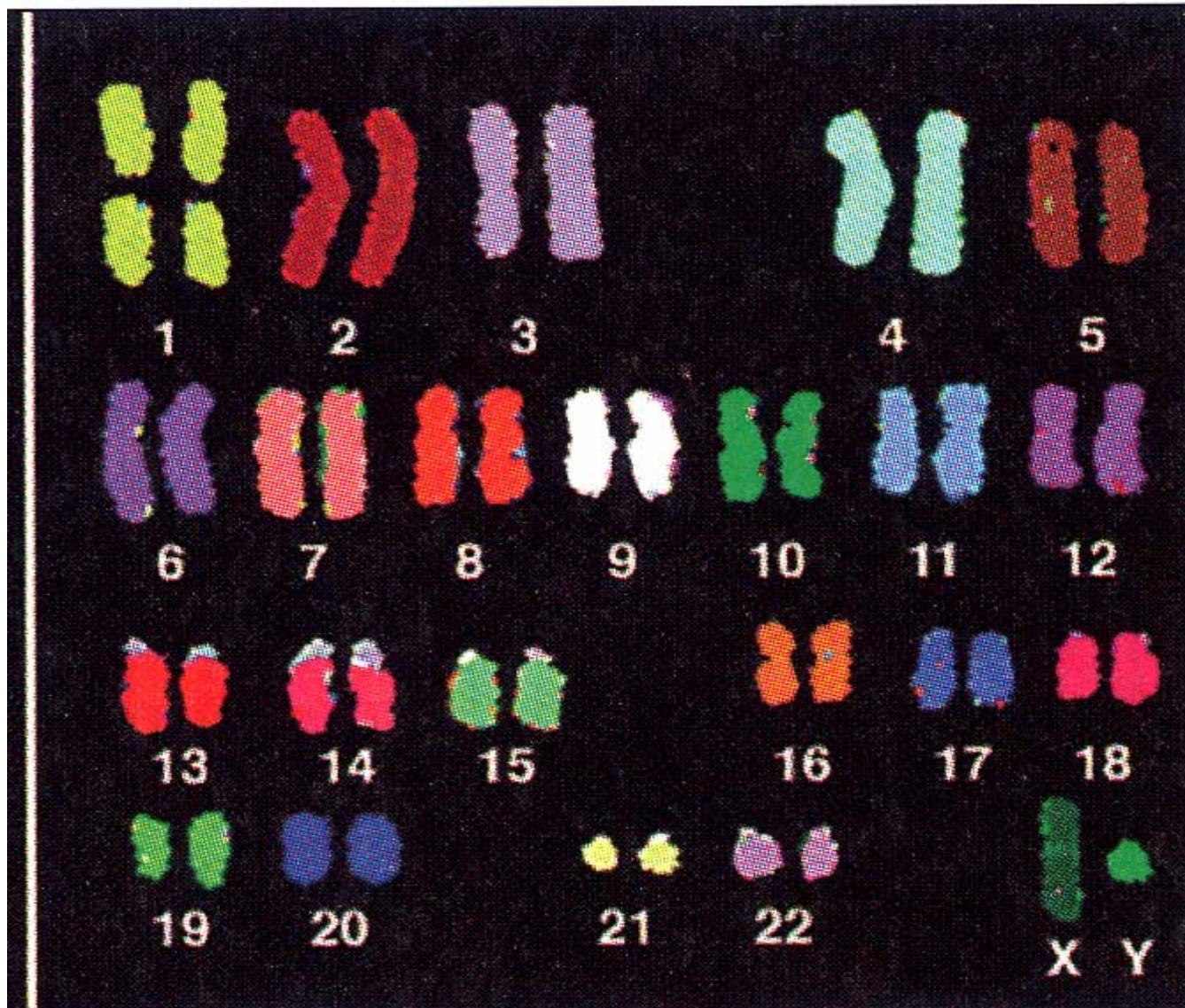
# DNAは折り畳まれて染色体を形成



nm: ナノメートル、ナノは10億分の1

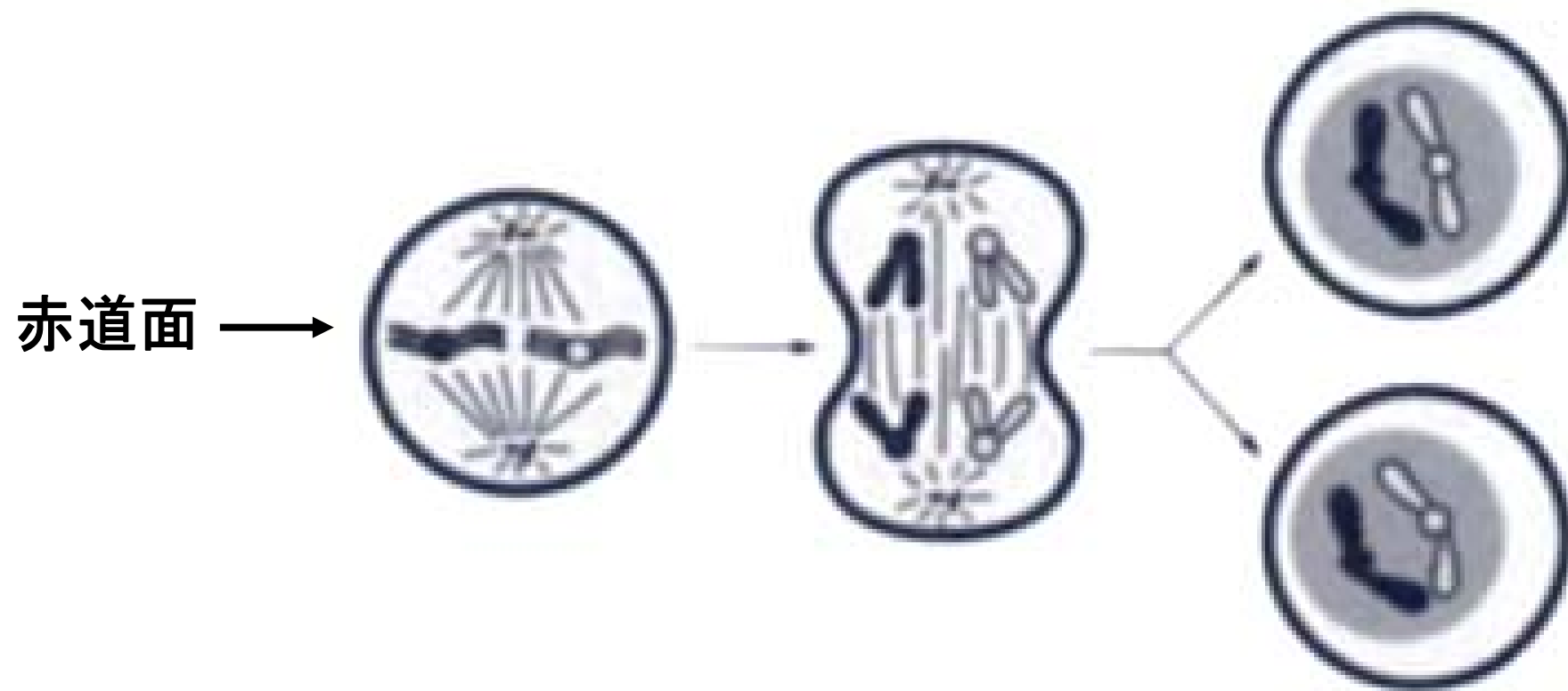
『Molecular Biology of THE CELL』を参考に作成

# 人の染色体



『Molecular Biology of THE CELL』 より

# 細胞分裂



『Molecular Biology of THE CELL』を参考に作成



放射線はDNAに  
どのように作用するか  
—発がんのメカニズム—

がんは遺伝子の病気である

放射線は遺伝子に傷をつける



細胞はその傷を治す



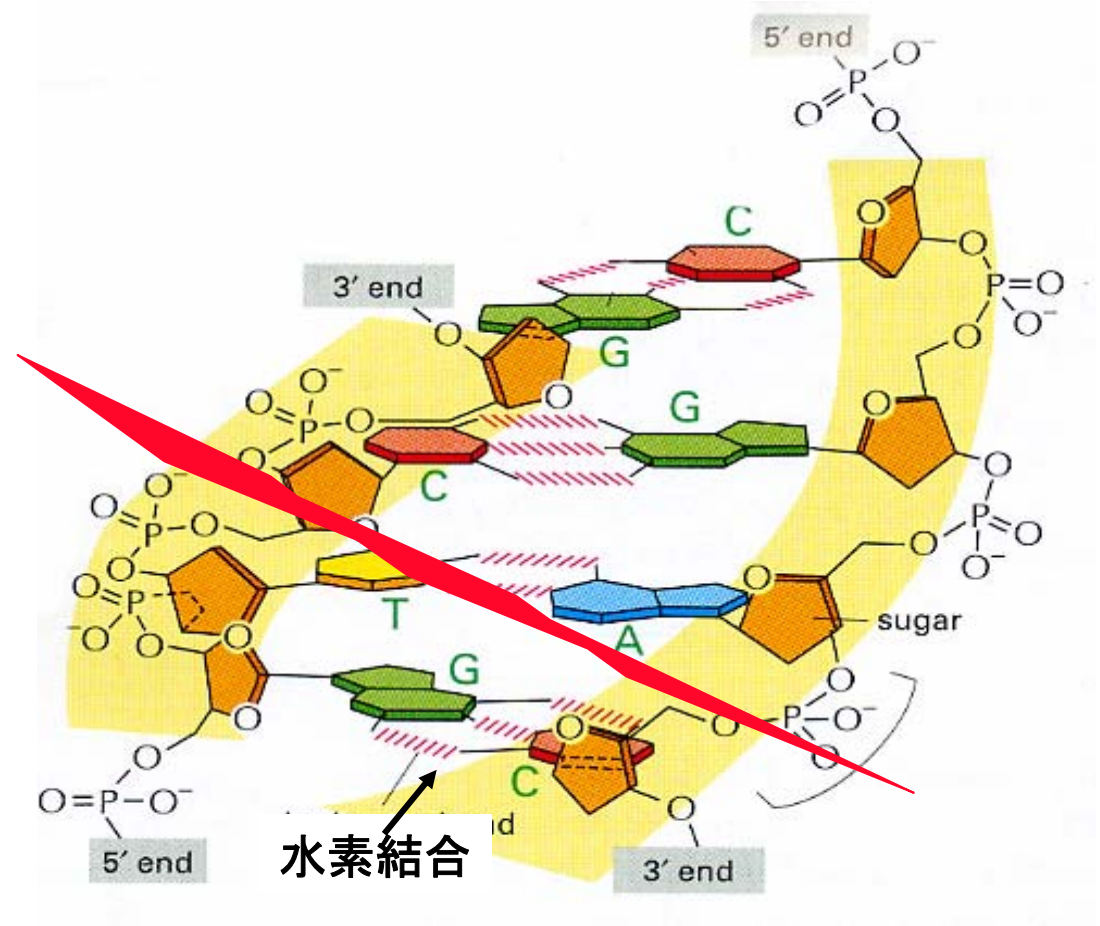
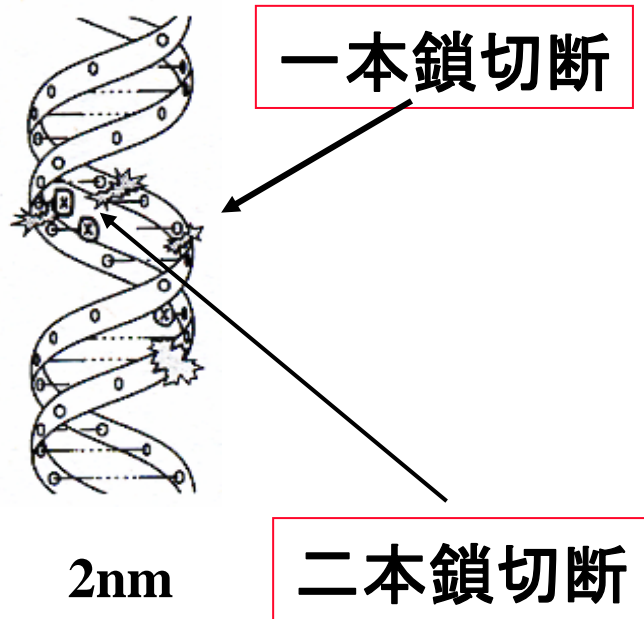
治す時に間違いを起こすこともある



変異 → がんへの第一歩  
遺伝的不安定性が生じる

# エックス線がDNAに当たると？

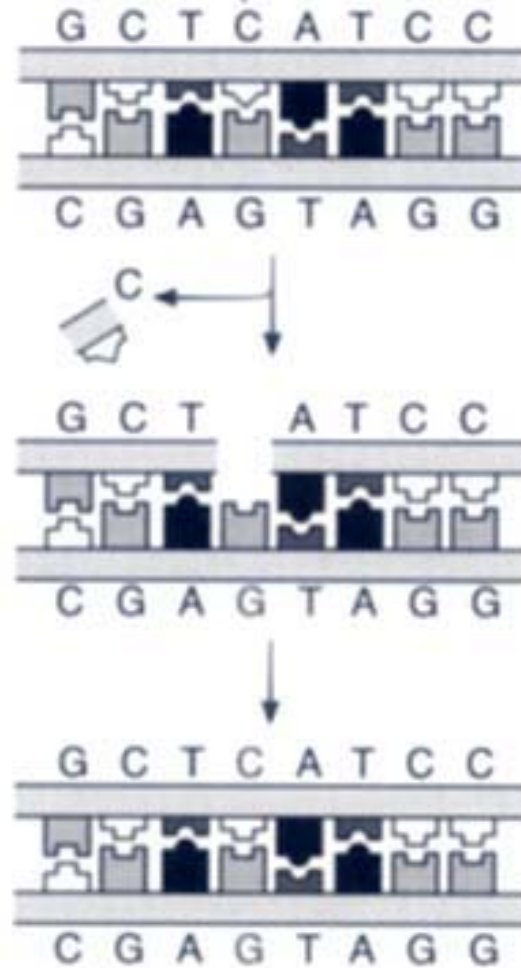
診断用エックス線の  
エネルギー：100,000eV



化学結合のエネルギー (5~7eV)

# DNA損傷の修復：一本鎖切断

放射線

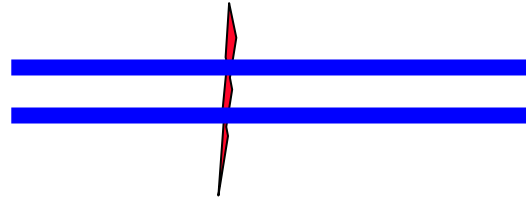


間違いを起こしにくい修復

『Molecular Biology of THE CELL』  
を参考に作成

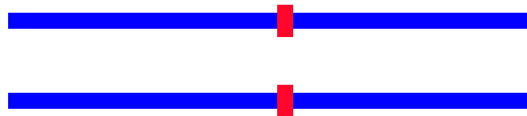
# DNA損傷の修復：二本鎖切断

放射線



二本鎖切断

**NHEJ**  
非相同末端結合



再結合・・・塩基欠失  
突然変異

間違いを起こす修復

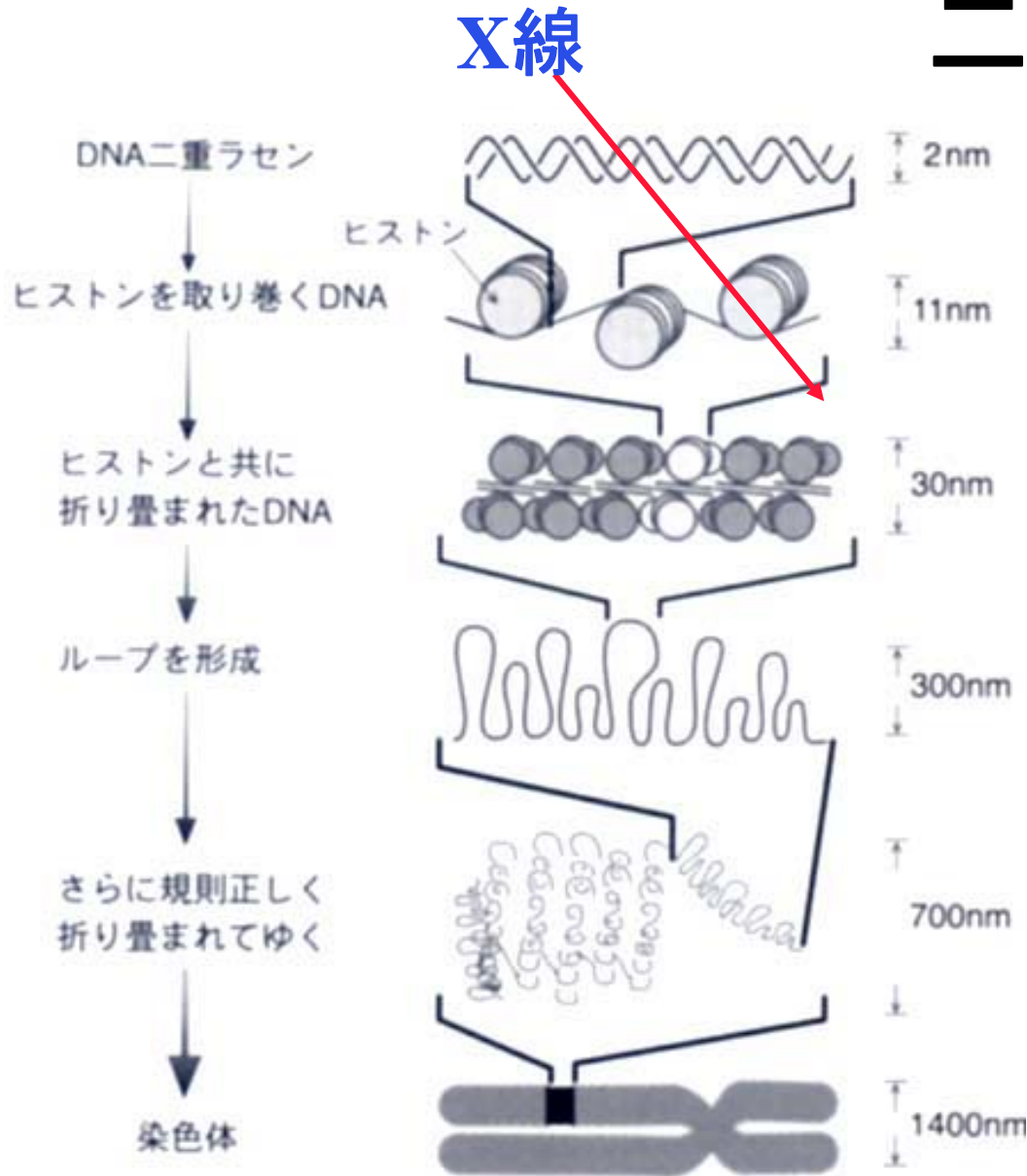
姉妹染色体



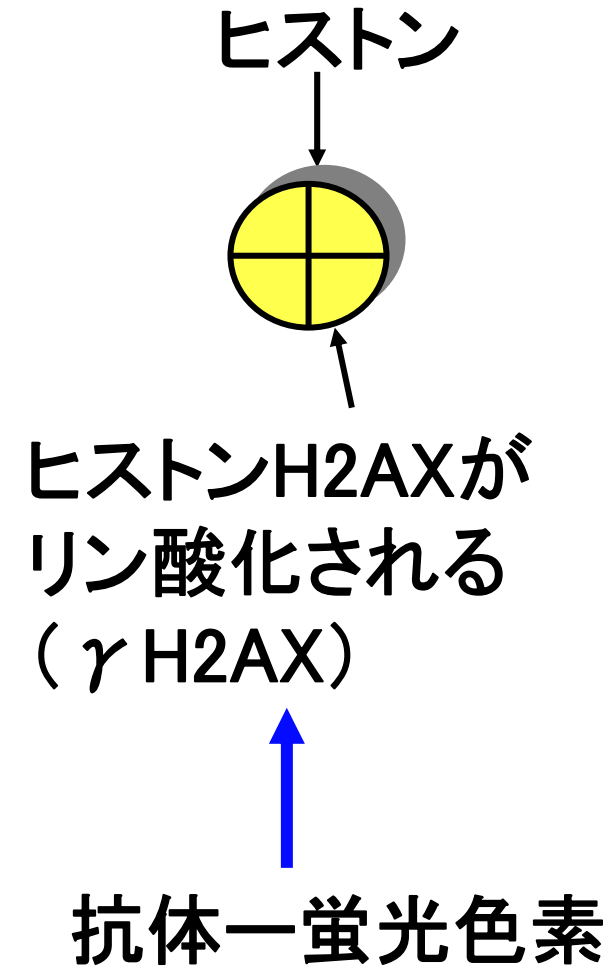
相同組み替え  
による修復

間違いを起こしにくい修復

# 二本鎖切断の検出法



nm: ナノメートル、ナノは10億分の1



# 二本鎖切断の検出

非照射細胞

2Gy照射後3分

2Gy照射後24時間

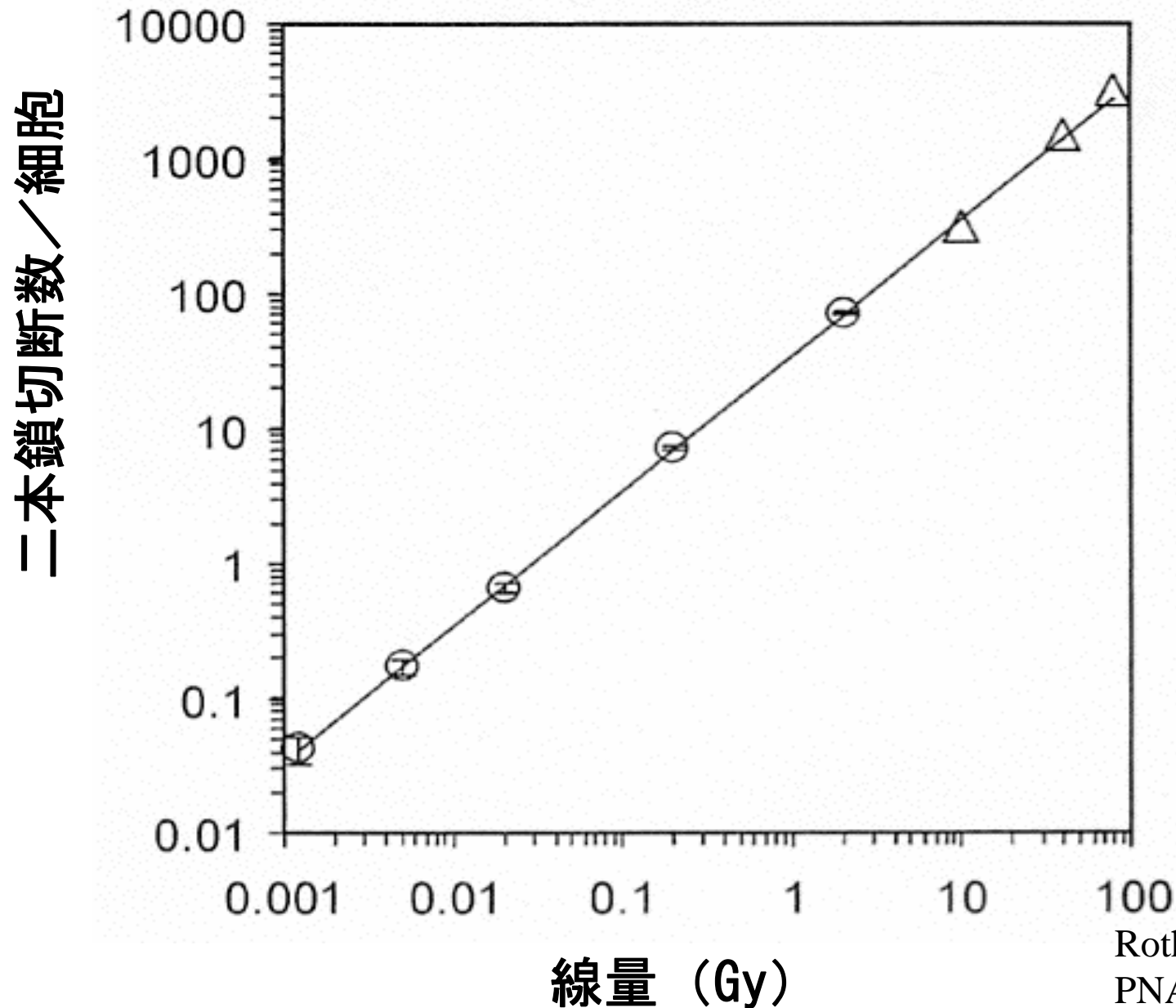


光っている点が二本鎖切断部位

蛍光抗体法による

Rothkamm K. Lobrich M  
PNAS 100, 2003 より

# 放射線による二本鎖切断 線量-効果関係



Rothkamm K. Lobrich M  
PNAS 100, 2003 より

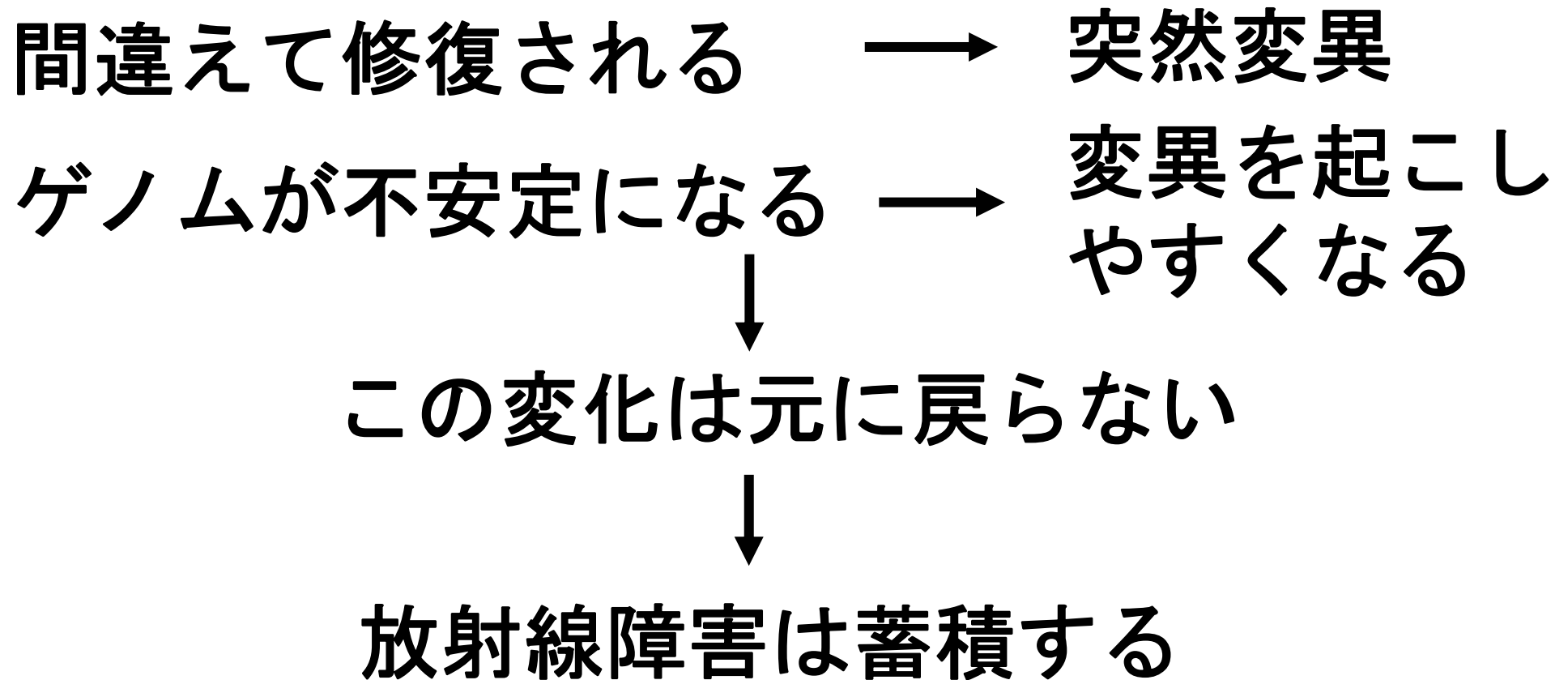


# エックス線検査によるDNA損傷の結果は？

放射線



二本鎖損傷



# 発がんと悪性化へのプロセス

悪性化

再度の被ばくまたは化学物質による  
蛋白質分解酵素の産生その他の変化  
(プロモーション)

がん遺伝子の活性化  
(イニシエーション)

突然変異と  
ゲノム不安定性

悪性化への階段  
—遺伝子の段階的変化—

『がん細胞の誕生』より 一部改変



医療被ばくを減らすには？

医療政策を知り行政を動かす

## Data Requested for NPDD

# 英国健康保険局の政策

(Essential data are highlighted)

### Form 1. Dose per radiograph

Date .....	Hospital .....
	X-ray room .....
<b>Patient data</b>	
Sex M / F	Weight .....
Age .....	Height* .....
	Thickness* .....
<b>Examination data</b>	
Type of examination .....	
Projection .....	
<b>Data for each radiograph</b>	
Entrance surface dose ..... mGy	or Dose-area product ..... Gy cm <sup>2</sup>
Focus-Film Distance ..... cm	Automatic Exposure Control used? Yes / No
Tube voltage ..... kV	Film size ..... cm x cm
Exposure setting ..... mAs	Film of diagnostic quality? Yes / No
<b>Equipment data</b>	
Generator waveform .....	Film make and type .....
Total tube filtration ..... mm Al	Intensifying screen make and type .....
Antiscatter grid: - ratio .....	Film/screen speed class .....
- strips/cm .....	Cassette with carbon fibre cover Yes / No
- carbon fibre covers Yes / No	CR <sup>a</sup> make and type .....
- fibre spacers Yes / No	
Table top material .....	Digital detector (TFT) make & type .....
Table top Al equivalence ..... mm Al	Other detector systems make & type .....

検査毎に  
記録を残す



報告



線量が多い  
検査室に注意

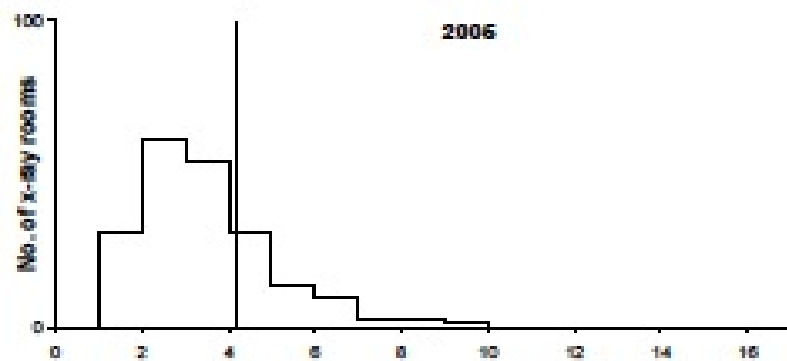
\* For children, it is essential that either the thickness of the body part being x-rayed or both the height and weight of the patient, be provided.

(HPA-RPD-029より)

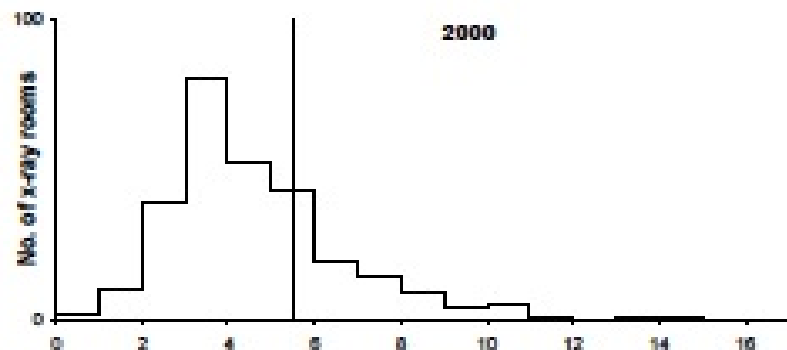
# 英国における医療被ばく低減政策の成果

腹部 X 線検査

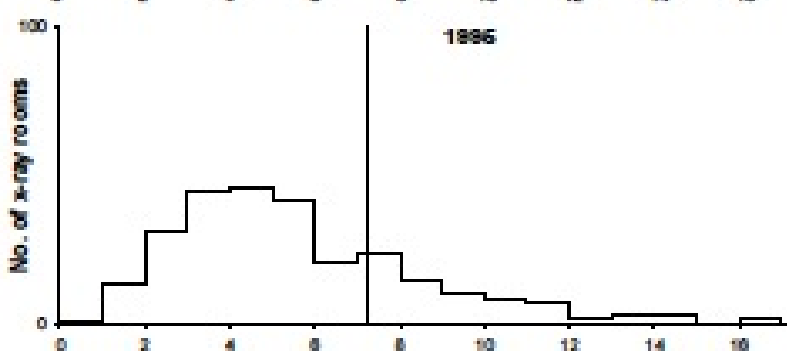
X  
線  
室  
数



2006年



2000年



1996年

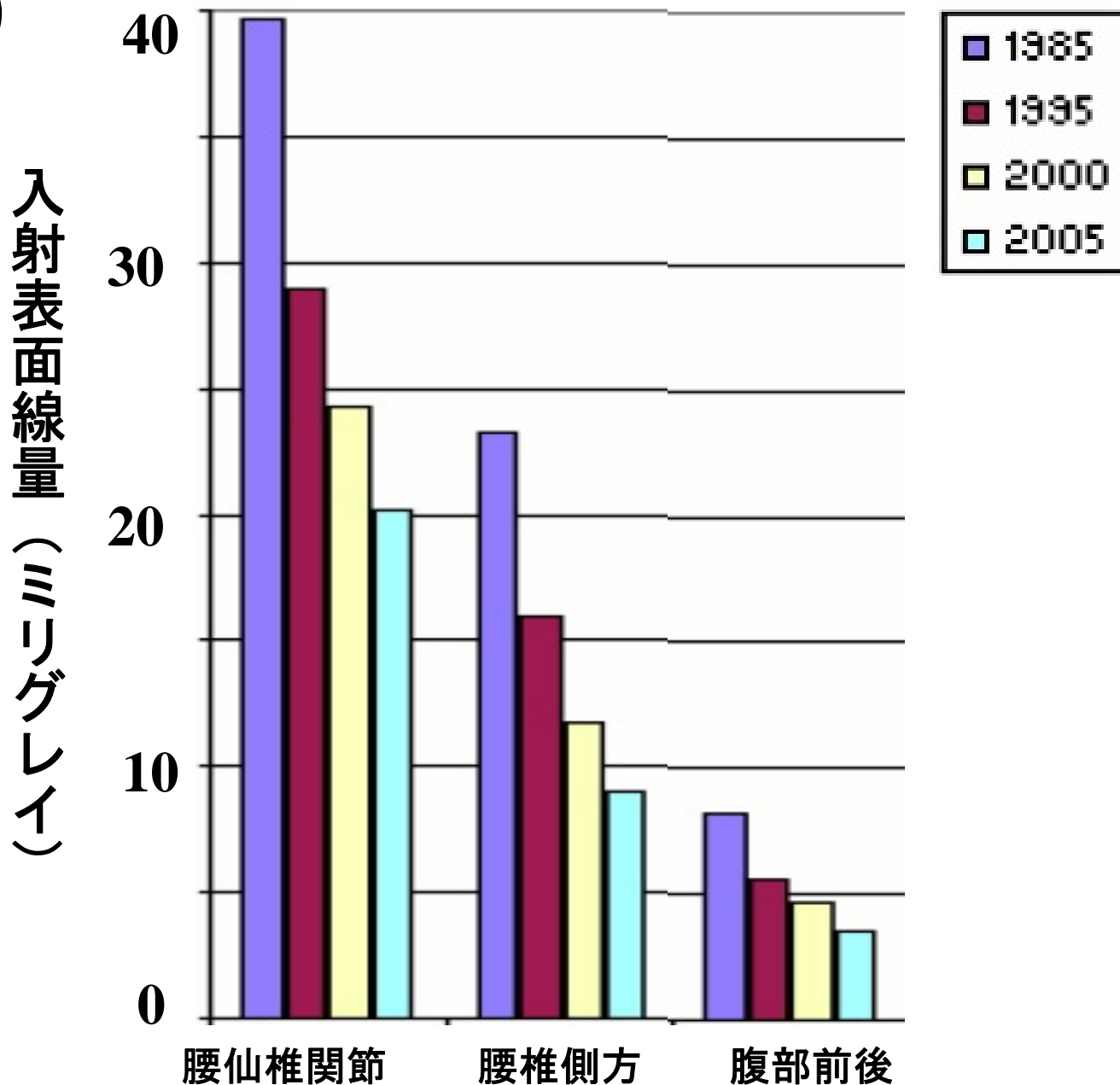
入射表面線量3/4値 (mGy)

(HPA-RPD-029より抜粋)

# 検査あたりの 線量の減少

## 最適化

(NRPB-W4より抜粋)



# 医師が自問する6カ条

(正当化のために)

1. 同じ検査がすでに行われていないか？
2. その検査をする必要があるのか？
3. その検査は今、する必要があるのか？
4. その検査は最良の検査方法か？
5. 患者に放射線検査の問題点を説明したか？
6. 検査回数が多すぎないか？

(英国王立放射線医学会刊行一般医向けガイドラインより)

厚生労働省には  
医療被ばくを取り扱う部署はない



学会や医療業界の自主的な判断。  
臨床学会で医療被ばくガイドラインを  
持っている所は少ない。



持っているところでも  
リスクよりも検査による利益が大きいと説明。



# 日本医学放射線学会 日本放射線技術学会

- 利益のない医療被ばくはない。
- 患者の不安は誤解から生じる。
- 100mSv以下の被ばく線量では  
ヒトの発がん性への影響を  
検出することは不可能。

(メディカルトリビューン、2007年7月5日)

# 日本放射線技師会

医療被ばく低減施設認定事業（認定施設全国で11）

「レントゲン手帳」を発行

# 日本放射線公衆安全学会

『医療被ばくハンドブック』より

## ●線量加算

年1回CT検査を受けている場合線量を加算する必要はなく、その日の線量で評価を行えばよい。

●放射線検査に用いている放射線はがんや奇形異やがんになることのない少ない量。

●臨床医が検査が必要であると判断したときには殆ど正当化される。

# 『医療被ばくハンドブック』より

(日本放射線公衆安全学会編集)

## 医療従事者の放射線に関する知識調査

(2005年9月)

あなたは放射線に関する知識を持っていますか

回答グループ	十分ある	おおよそ	少し	殆どない	全くない	未記入
臨床医	0.0	11.4	40.0	41.4	5.7	1.4
放射線科医	4.8	42.9	47.6	4.8	0.0	0.0
放射線技師	4.5	43.8	45.5	5.5	0.0	0.9

臨床医：70 放射線科医：21 放射線技師：110

# 医療被ばく これからの見通し

## がん対策推進基本計画

厚生労働省：がん対策推進協議会  
がん検診を推進

現在の受診率 13～27%を  
50%に引き上げることを目標



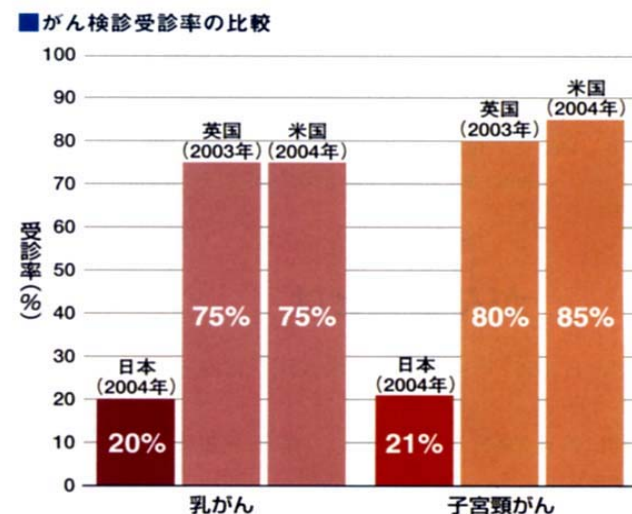
がん対策による被ばくが増加

# がん検診推進の根拠は？

放射線を使う検診  
胃がん、肺がん、乳がん



例えば、乳がん検診と子宮頸がん検診で見ると、米国や英国と比べ、日本は極端に低い受診率となっています。これでは、がんによる死亡を減らせません。



出典：平成19年度新健康フロンティア戦略賢人会議「働き盛りと高齢者の健康安心」分科会資料

乳がん：マンモグラフィー

スエーデンの大規模調査で死亡率が減少したという証拠は見いだせなかった。

# 胃がん検診

「がん検診に関する検討会」  
胃がん検診に関して行われた  
2006年9月の検討会の傍聴

検診の間隔、「1年から3年までその  
効果は変わらない」という発表があった。

検診業界の代表の発言

「2年とか3年に一度では採算が合わない」  
「受診率が低下する」という理由で



毎年行う

# 肺がん検診は有効？

日本：

肺がん検診ガイドライン：年1回を推奨

肺がん検診の有効性評価根拠：ガイドライン  
で採用した論文の著者の多くが検診  
ガイドライン作成委員と検診レビュー委員。

米：ハイリスク喫煙者の

大規模疫学調査で検診により寿命が  
延びたという証拠がない。



症状のない人の肺がん検診は薦めない

医療被ばくを減らすために

市民にできること

これからの活動

放射線のリスクを一般に知らせる

がん検診の実態調査

財政負担は地方自治体であるため

特に地方自治体に働きかける



# 医療被ばくと原子力政策

## 放射線教育フォーラム

『一段と重要性が増した放射線教育』

「人々が僅かな放射線を恐れると  
原子力の受容が進まず、エネルギー  
問題の観点から日本の前途が危うく  
なるおそれがある。」



小中学生から医師、医療従事者、  
に対する放射線安全教育が行われる

医療被ばくという

身近な放射線を通して

被ばくのリスクを理解して貰う