



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

「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・土壤肥料学》
 - 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、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願っています。

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

2013年度冬学期 主題科目テーマ講義

放射線

を

科学的に

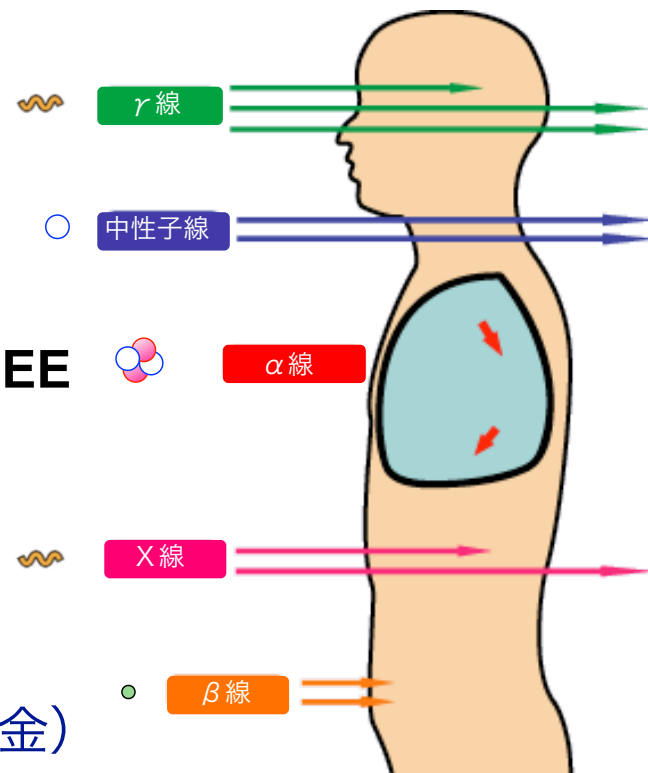
理解する

金曜5限

@ 21 KOMCEE

K303教室

2013 / 11 / 8 (金)



第5回

放射線生物学

放射線の細胞および生体への影響

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

- 10/11 放射線入門 【鳥居】
- 10/18 放射線物理学 【鳥居】
- 10/25 放射線計測学 【小豆川】
- 11/ 1 放射線物理・化学 【鳥居】
- 11/ 8 放射線生物学 【渡邊】
- 11/15 被曝調査・医療支援 【坪倉】
- 11/29 原子核物理学・原子力工学 【鳥居】
- 12/ 6 環境放射化学 【小豆川】
- 12/13 環境放射化学 【小豆川】
- 12/20 放射線防護学 【飯本】
- 1/10 植物栄養・肥料学 【藤原】
- 1/24 放射線の利用 【渡邊】
- 1/27 加速器科学・まとめ 【鳥居】

鳥居 寛之

小豆川 勝見

渡邊 雄一郎

《教養学部》

坪倉 正治 《医科学研究所》

飯本 武志 《環境安全本部》

藤原 徹 《農学部応用生命化学》

ゲスト講師

2013年11月8日

放射線を科学的に考える

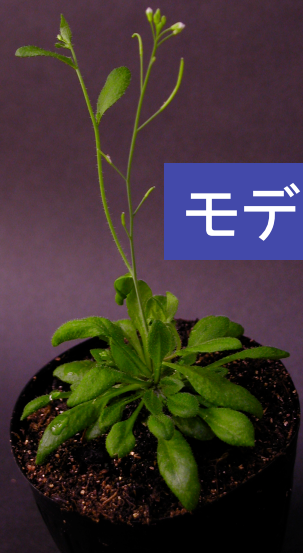
放射線の細胞および 生体への影響

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

渡邊雄一郎

研究テーマ

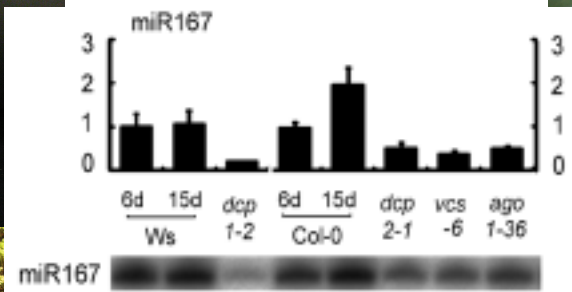
モデル植物



実験室



発生-生産



環境応答-生存戦略



理解の目標

細胞のなかで放射線被ばくして、害につながる実体が何か

細胞がうけた影響が抑えられるいくつかの仕組みがある

食品などに設定された基準値をどのようにとらえるか

放射線

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
それでもある程度入ってくる

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

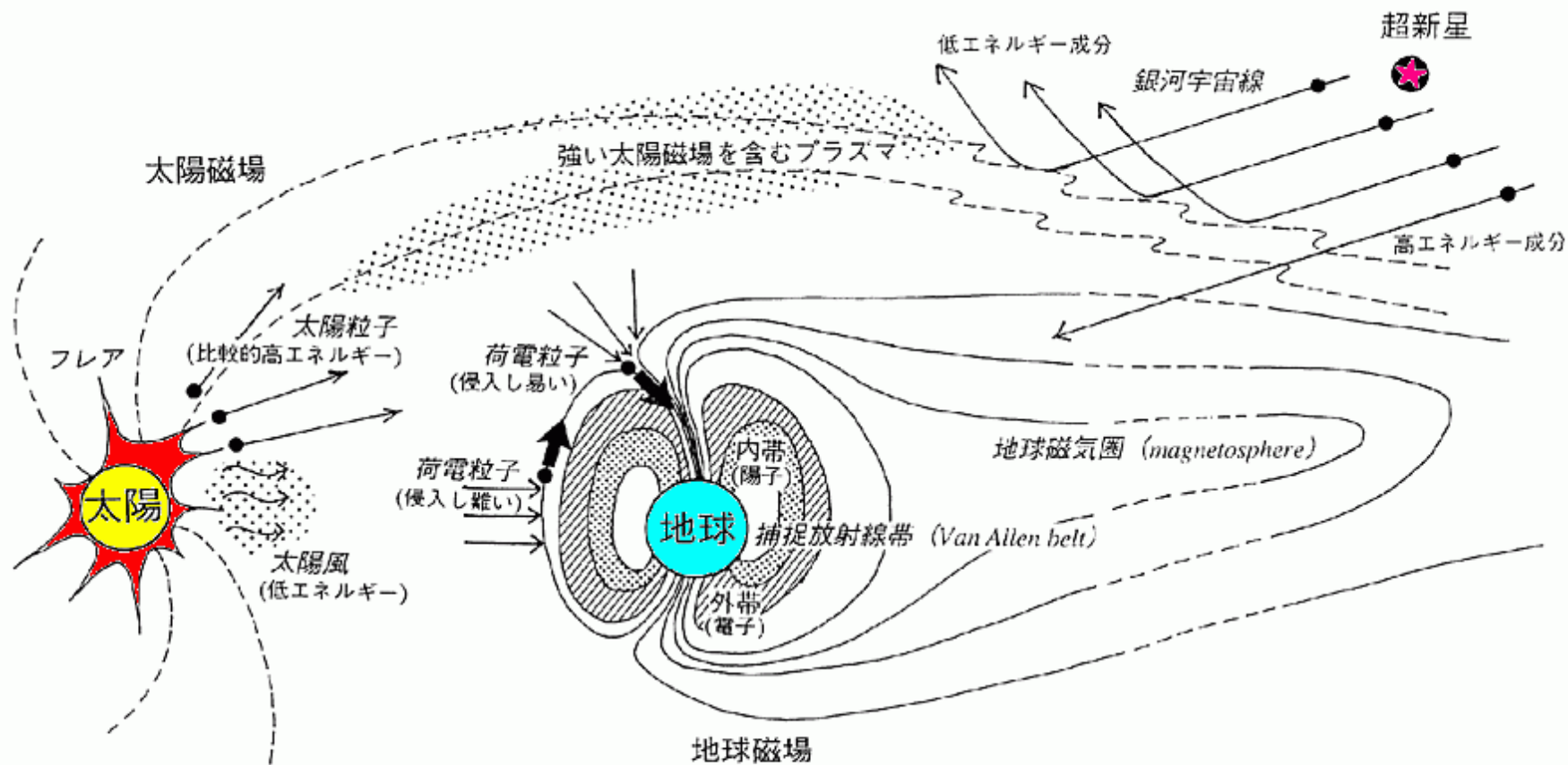


図1 宇宙放射線環境の構造

[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

土壌中ガスのラドン濃度は4,000~40,000ベクレル/m³の範囲にある。このようなガスが混入して大気中のラドン濃度が上昇する。

ある場所の屋内濃度は、その位置、換気の状態、周辺土壌のウラン含有量などによって大きく変動する。年間平均大気中濃度は0.6から30,000ベクレル/m³の間に分布するが、ふつうは10~100ベクレル/m³の範囲に入る。

日本では、平均濃度が13ベクレル/m³、最大濃度は310ベクレル/m³と報告されている。

放射線の透過力・線量計算

- α 線は空気中の飛程が数 cm。
生体では表層の細胞 2-3 個で止まる。
- β 線も外部被曝では皮膚への影響を考える (β 線熱傷)。
- α 線も β 線も内部被曝が問題。全てのエネルギーが短い飛程の間に細胞に与えられる。
- γ 線は多くは相互作用 (光電効果・コンプトン散乱) せず体を素通りし、一部が体内で吸収される。外部被曝でも体内も被曝する。
- X線の場合も吸収されるエネルギーは何割か程度。

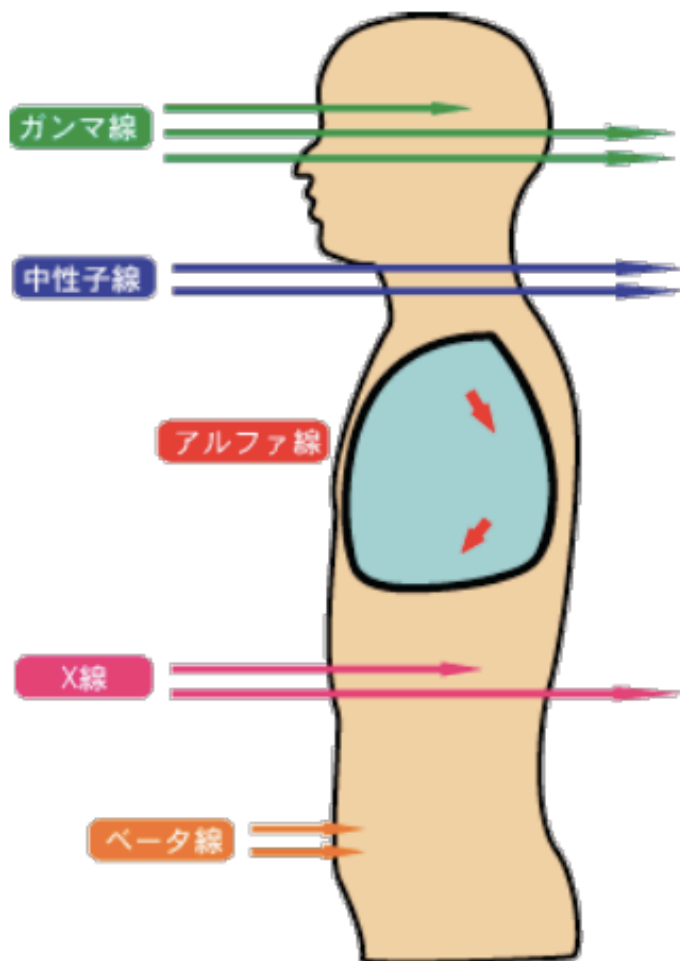
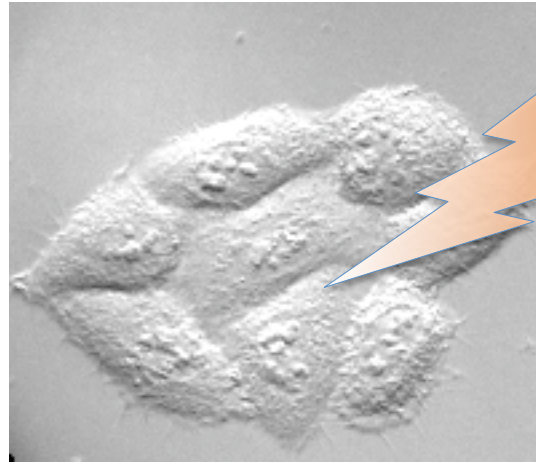


図3 人体を透過する放射線

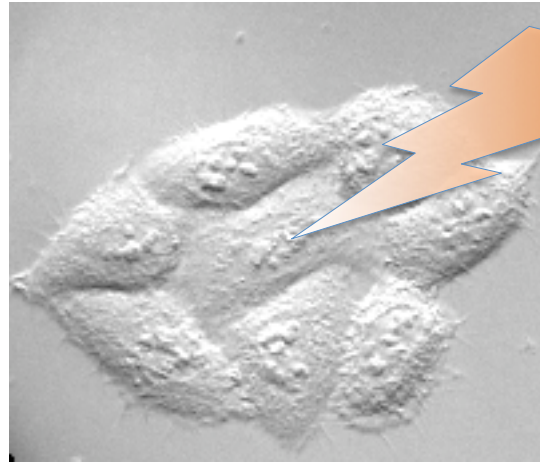
確率的影響



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
ても新たに合成される

影響を引きずらない

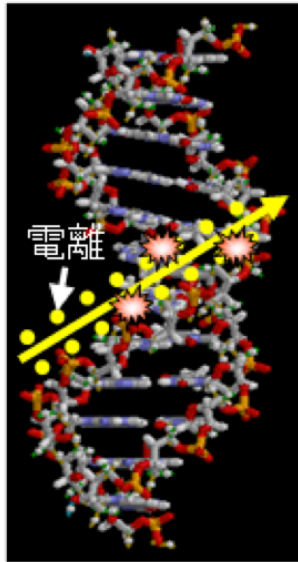


低線量被ばくによる影響

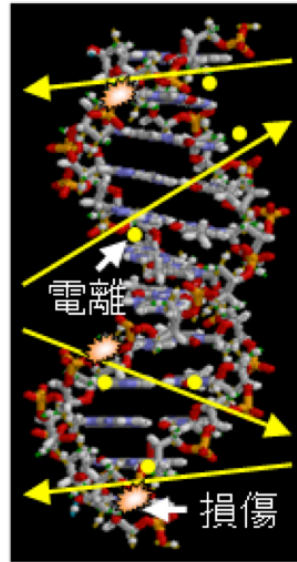
核 にヒットすると、DNA分子
を傷つける

影響がのこる

放射線によるDNA損傷



重イオン



電子

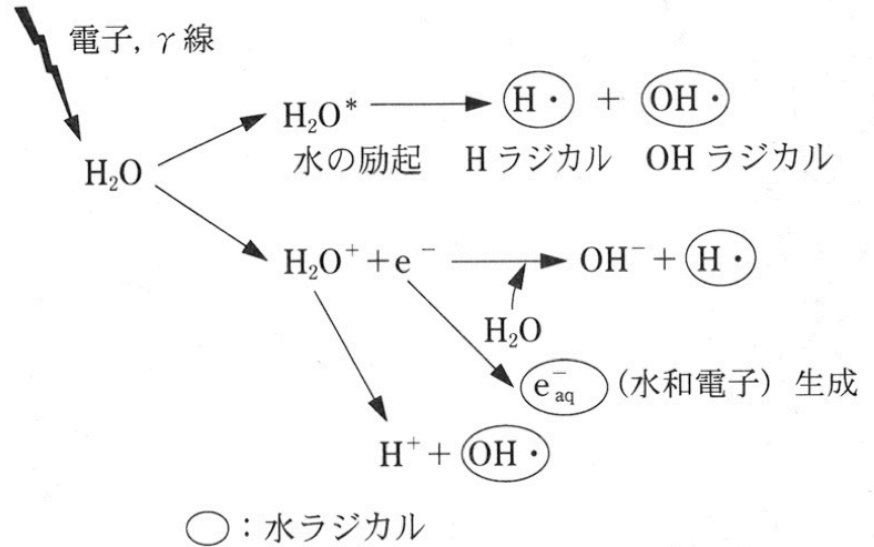


図 6・5 電離放射線による水分子の電離と励起の概略

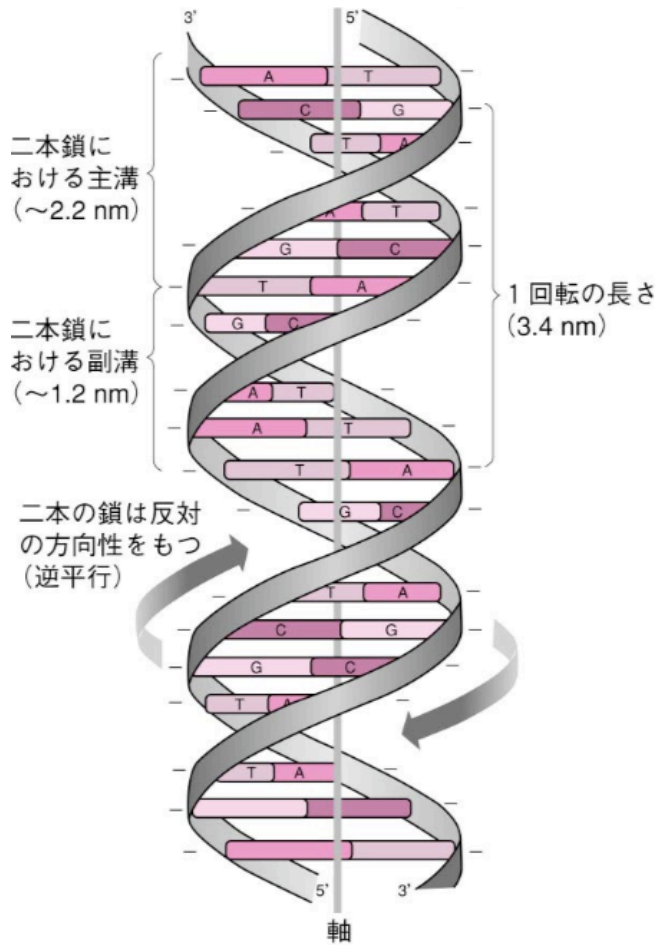
LET : 線エネルギー付与

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**

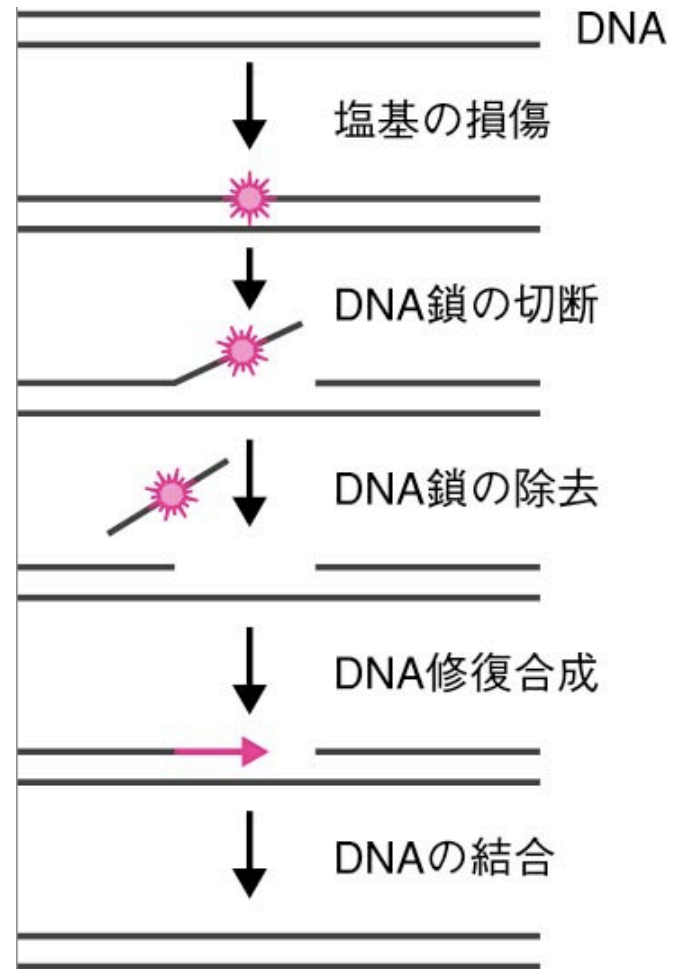
と間接作用 : 水の電離で生じるラジカルが DNA 分子に作用

低 LET 放射線

放射線によるDNA損傷

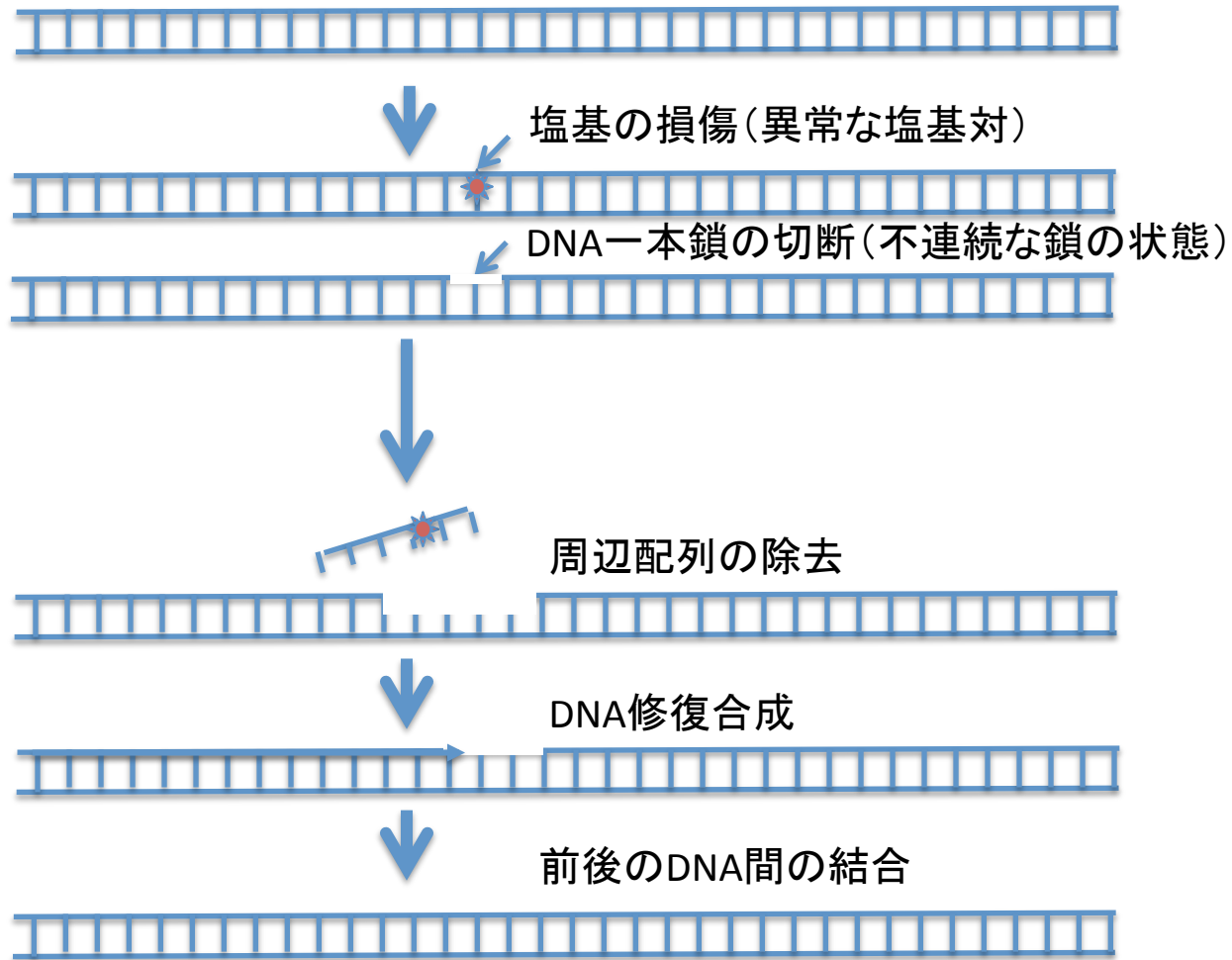


リボン型モデル

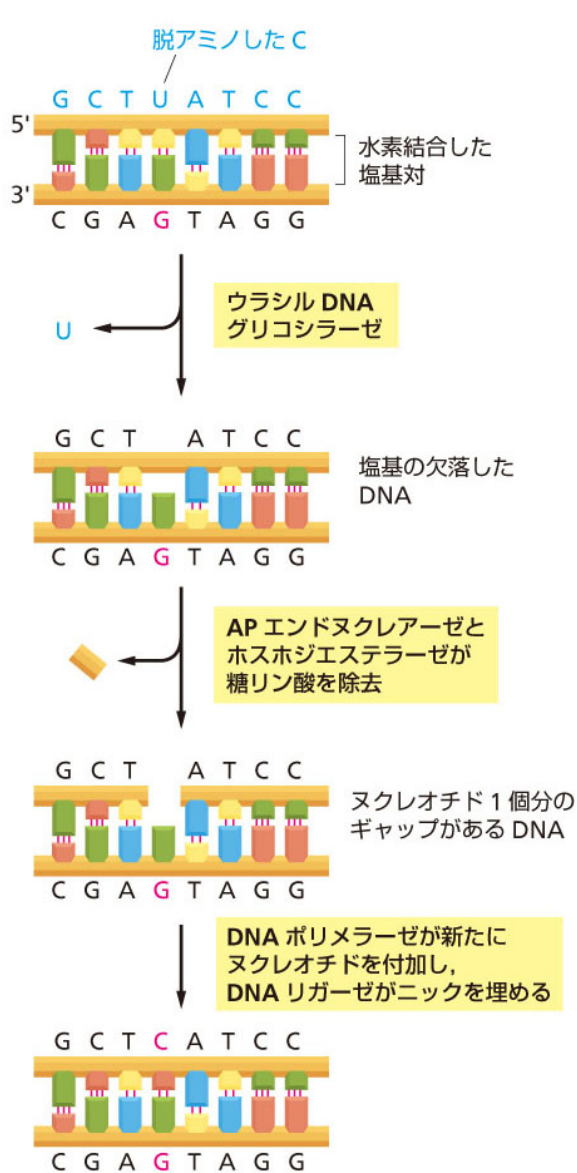


生物にはDNAの損傷を直す機構がある。→不可逆的に全て残るわけではない

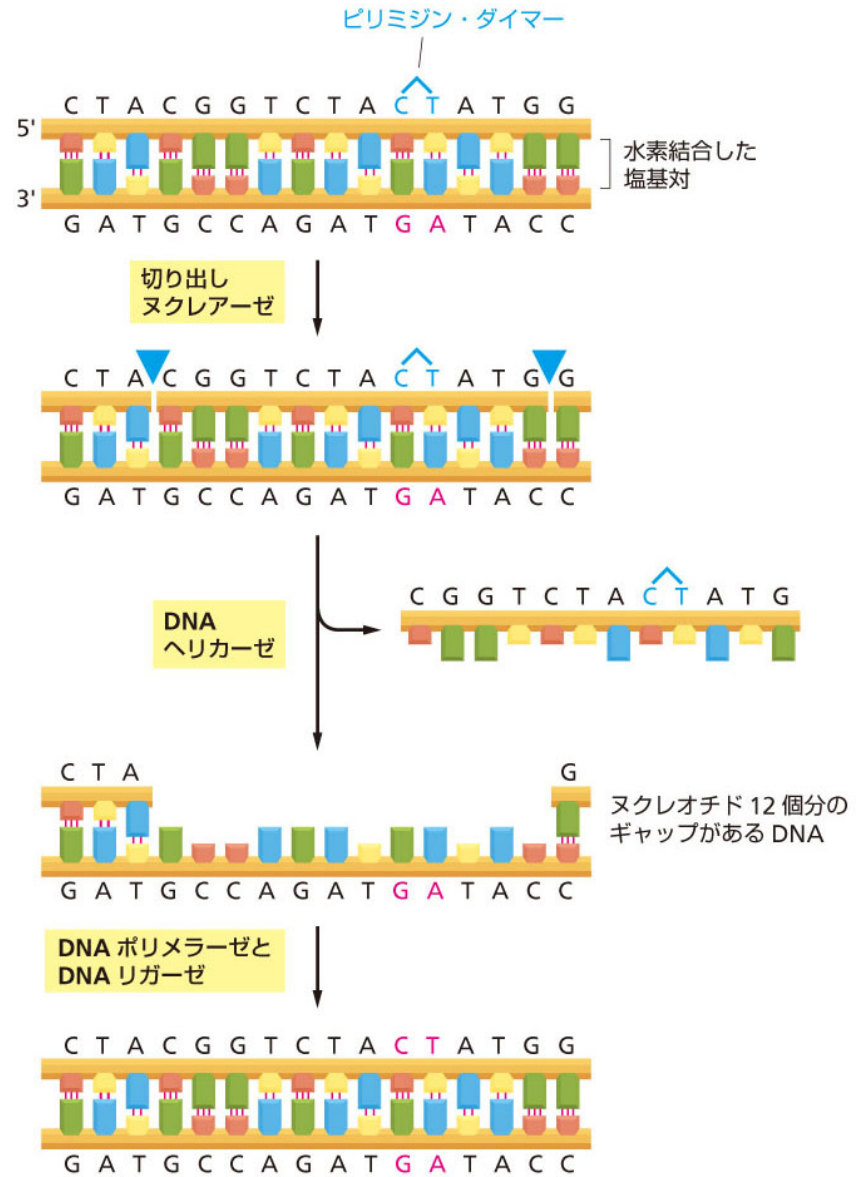
片側鎖損傷の場合の修復



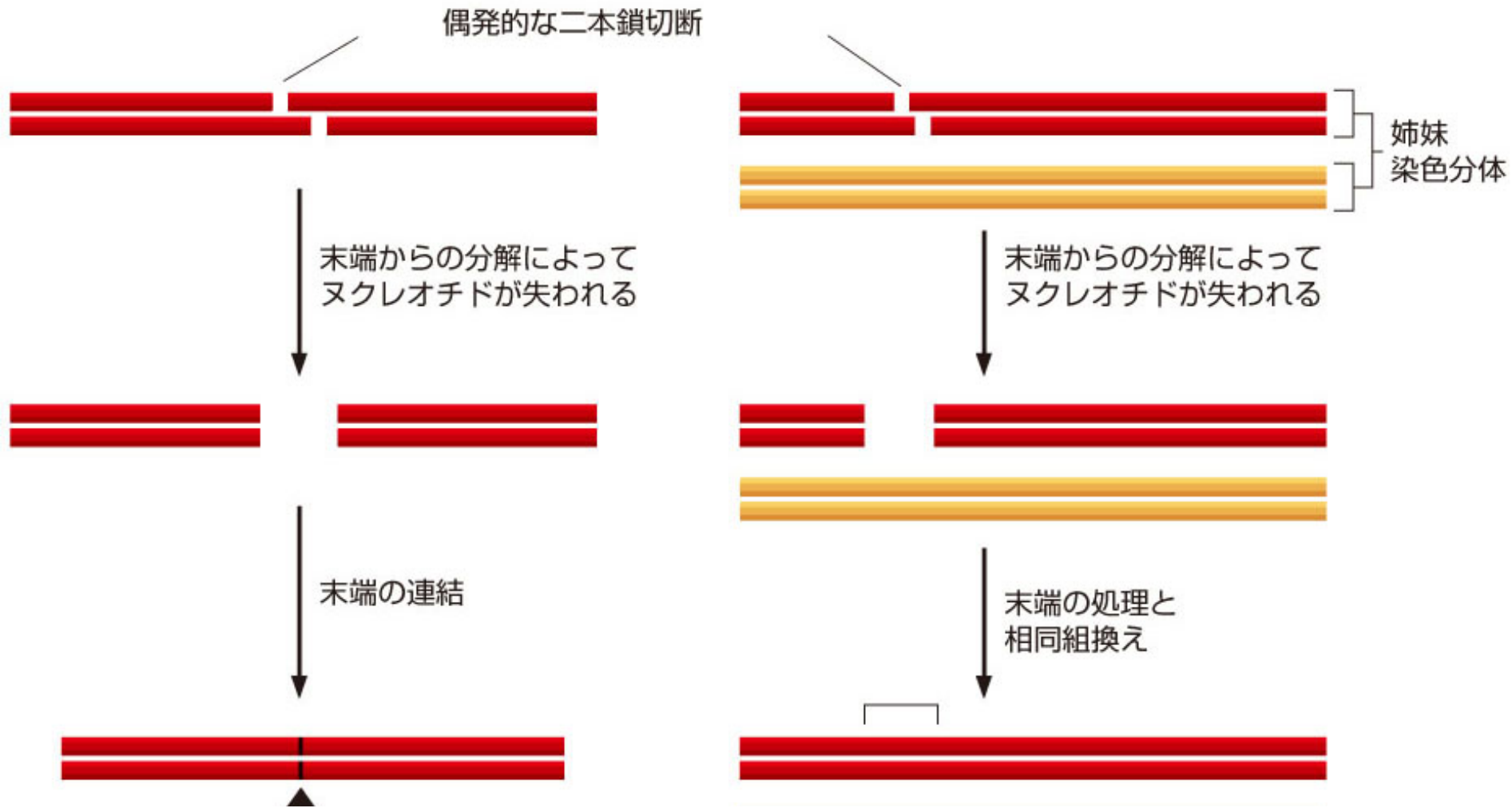
(A) 塩基除去修復



(B) ヌクレオチド除去修復

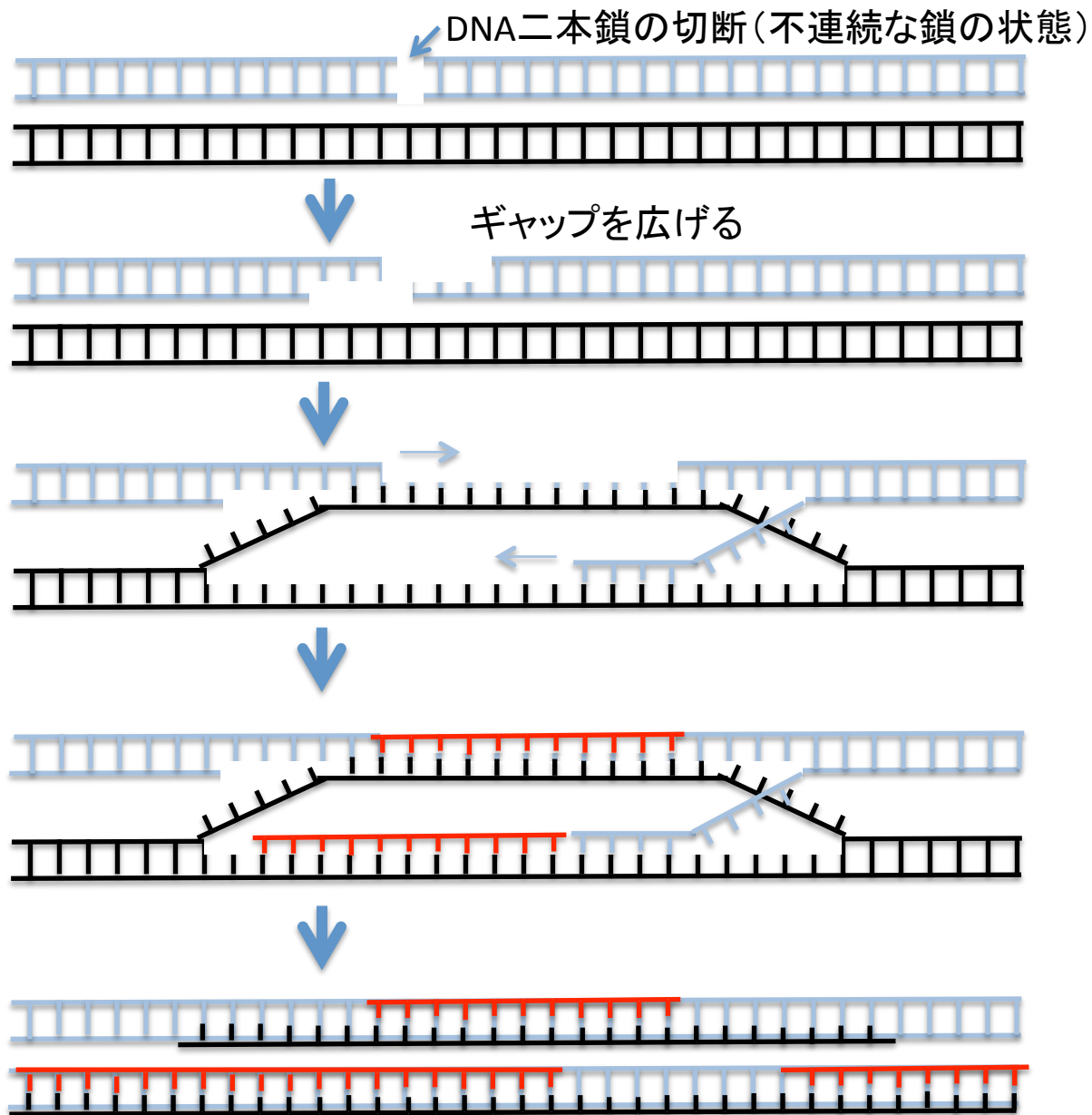


二本鎖切断の場合の修復

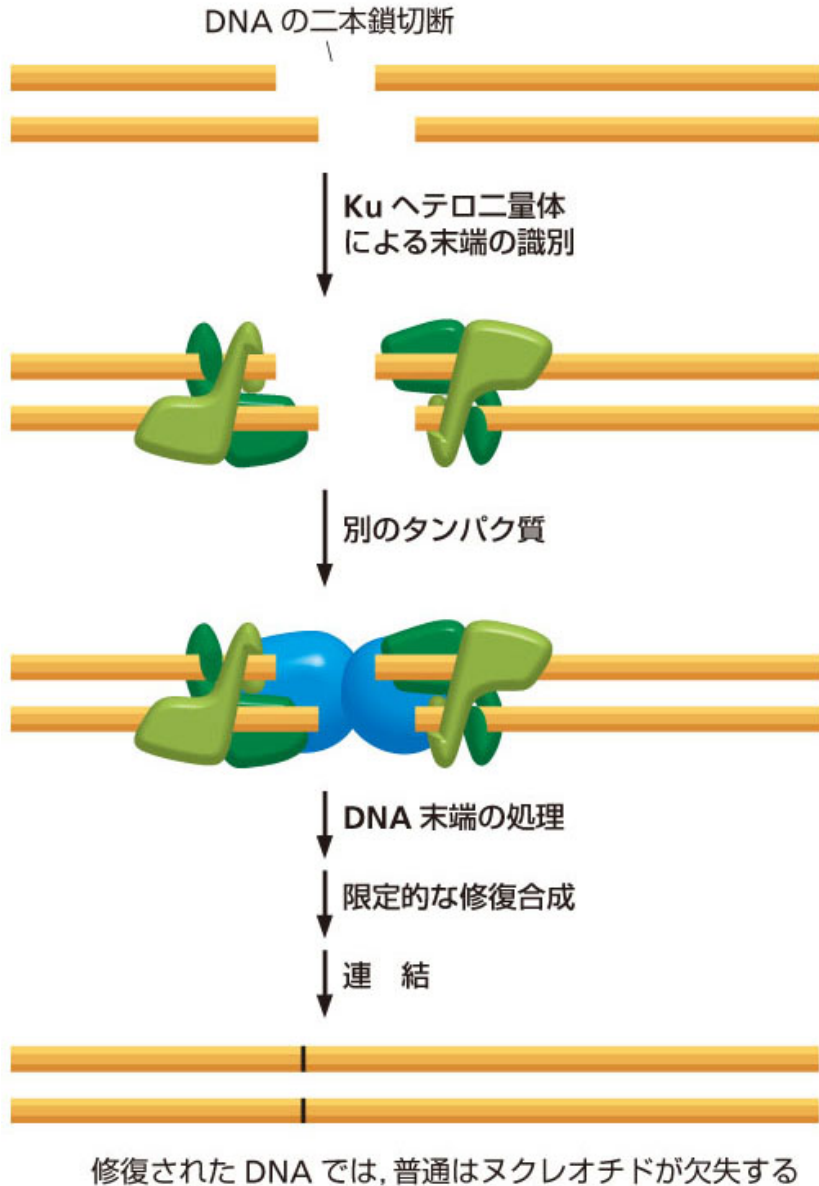


非分裂細胞の場合

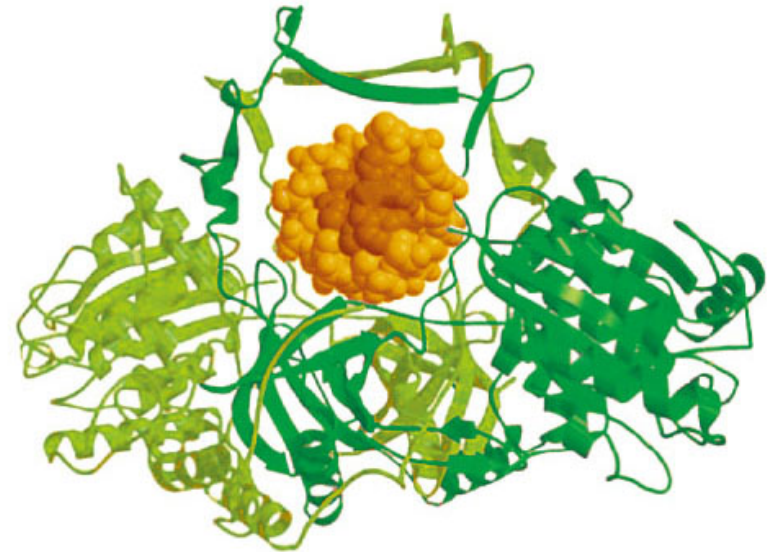
分裂細胞の場合



分裂細胞の場合



(A)

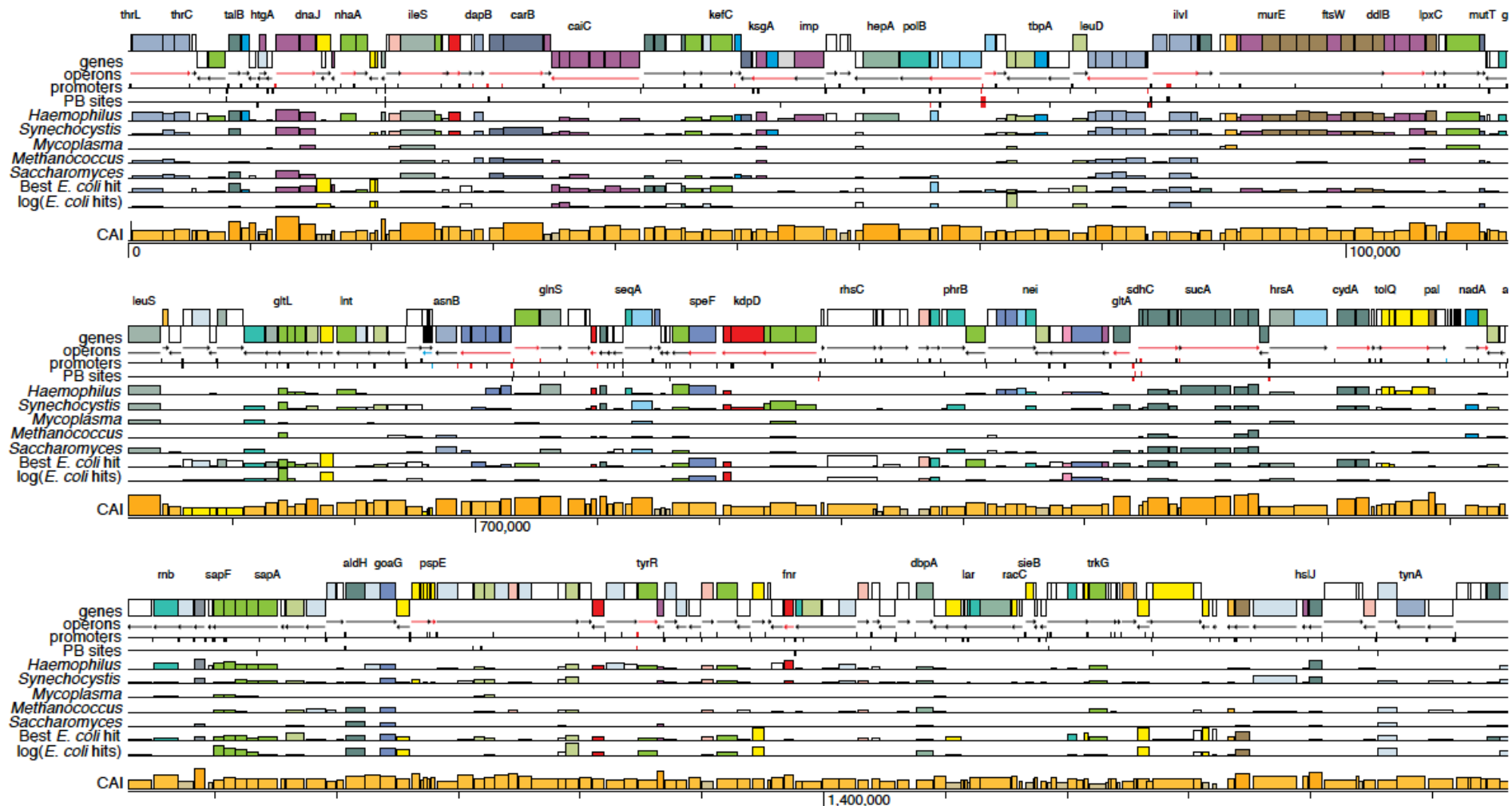


(B)

非分裂細胞の場合

厳密にはかわるので 修復
というけれど。。

でも致命傷からは免れる



Gene Function Coding

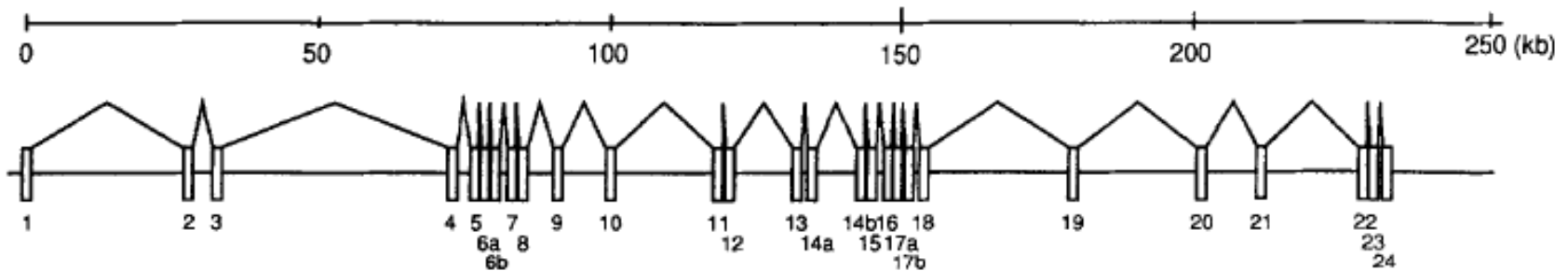
- Regulatory function
- DNA replication, recombination, modification, and repair
- Putative regulatory proteins
- Transcription, RNA synthesis, metabolism, and modification
- Cell structure
- Translation and posttranslational protein modification
- Putative membrane proteins
- Cell processes (including adaptation and protection)
- Putative structural proteins
- Biosynthesis of cofactors, prosthetic groups, and carriers
- Phage, transposons, plasmids
- Nucleotide biosynthesis and metabolism
- Transport and binding proteins
- Amino acid biosynthesis and metabolism
- Putative transport proteins
- Fatty acid and phospholipid metabolism
- Energy metabolism
- Central intermediary metabolism
- Putative chaperones
- Carbon compound catabolism
- Putative unknown genes
- Hypothetical, unclassified, unknown
- Other known genes
- tRNAs, rRNAs, and misc. RNAs

遺伝子と遺伝子の中のDNA配列 (intergenic region)

大腸菌ではほとんどない

CF (cystic fibrosis; 嚢胞性纖維症) transmembrane conductance regulator

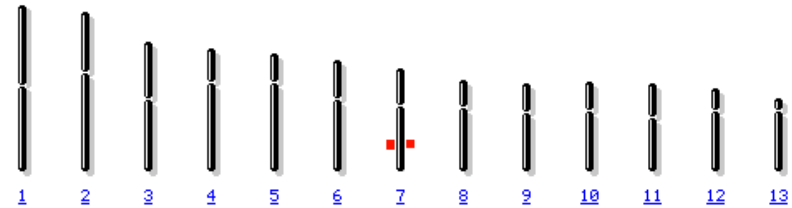
a CF GENE



ヒトのタンパク質遺伝子の一例

Genomics 10, 214-228 (1991)

ヒトゲノムDNAの塩基配列は大半が
タンパク質をコードしていない部分(99%)
なので、二本鎖切断を強引に結合すること
での問題は少ないと考えられる。



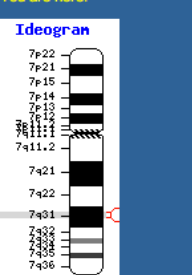
Human genome overview page (Annotation Release 104)
 Human genome overview page (Build 36.3)
[Map Viewer Home](#)

Map Viewer Help
 Human Maps Help
 FTP
 Data As Table View

Maps & Options
 Region Shown:
 114,770K
 118,400K

out
 zoom
 in

You are here:



default
 master

PubMed Entrez Hits: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Homo sapiens (human) Annotation Release 104 (Current)

[BLAST human](#)

Chromosome: 1 2 3 4 5 6 [7] 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 X Y MT

Query: CF

Master Map: Genes On Sequence

[Summary of Maps](#)

[Maps](#)

Region Displayed: 114,770K-118,400K bp

[Download/View Sequence](#)

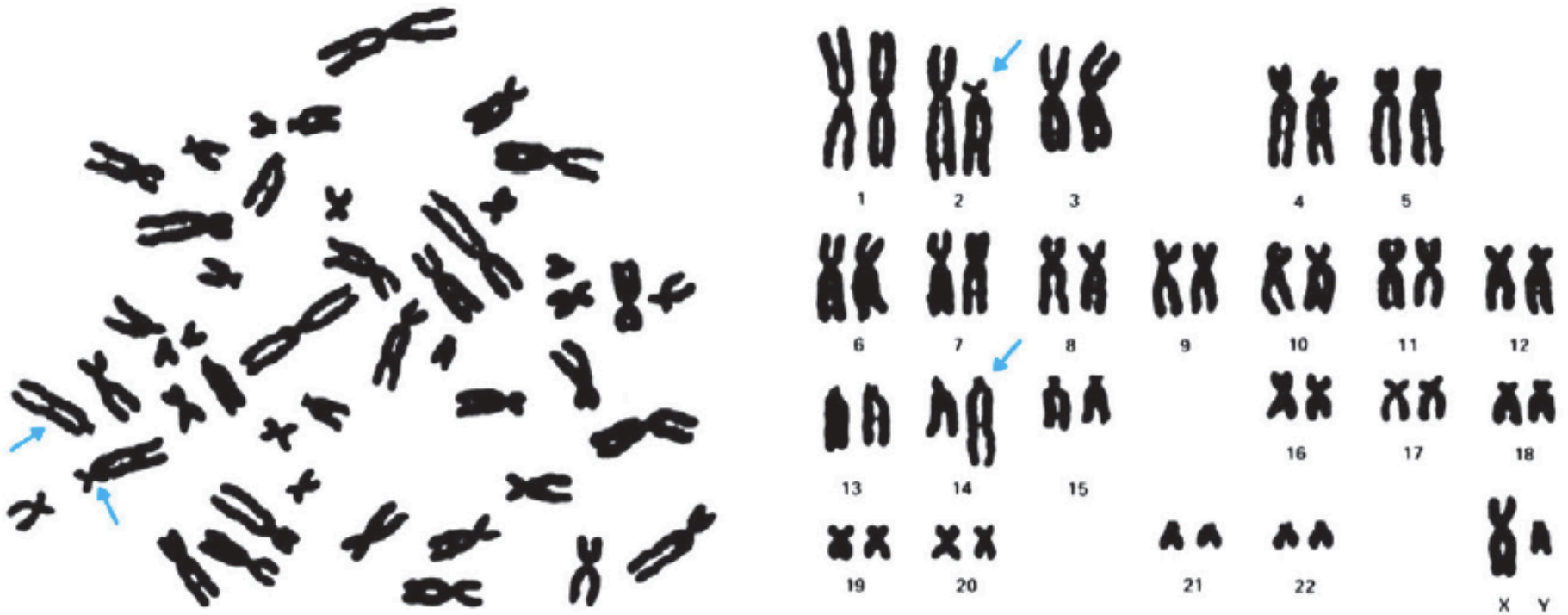
Genes_cyto	Hs UniG	Genes_seq	Symbol	O	Links	E	Cyto	Description
			RAC1P6	+	HGNC sv dlev sts	best RefSeq		ras-related C3 botulinum toxin substrate 1 pseudogene
			LOC100506489	+	sv dlev sts SNP	mRNA		uncharacterized LOC100506489
			TFEC	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.2	transcription factor EC
			TES	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.2	testis derived transcript (3 LIM domains)
			CAV2	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.1	caveolin 2
			CAV1	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.1	caveolin 1, caveolae protein, 22kDa
			LOC100996266	+	sv dlev SNP	mRNA		uncharacterized LOC100996266
			MET	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31	OTTHUMP00000069168
			LOC100418716	+	sv dlev sts	best RefSeq		KIAA1468 pseudogene
			CAPZA2	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.2-q31.3	capping protein (actin filament) muscle Z-line, alpha 2
			ST7-AS1	+	HGNC sv dlev sts SNP	best RefSeq	7q31.2	ST7 antisense RNA 1
			ST7-OT4	+	HGNC sv dlev	best RefSeq	7q31.2	ST7 overlapping transcript 4
			TPM3P1	+	HGNC sv dlev sts	best RefSeq	7q31.3	tropomyosin 3 pseudogene 1
			LOC100996795	+	sv dlev SNP	mRNA		uncharacterized LOC100996795
			ST7	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.2	suppression of tumorigenicity 7
			ST7-AS2	+	HGNC sv dlev sts SNP	best RefSeq	7q31.2	ST7 antisense RNA 2
			ST7-OT3	+	HGNC sv dlev sts SNP	best RefSeq	7q31.3	ST7 overlapping transcript 3 (non-protein coding)
			LOC100421782	+	sv dlev sts	best RefSeq		heterogeneous nuclear ribonucleoprotein A1-like 2 pseudogene
			MTND4P6	+	HGNC sv dlev	best RefSeq		MT-ND4 pseudogene 6
			WNT2	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.2	wingless-type MMTV integration site family member 2
			ASZ1	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.2	ankyrin repeat, SAM and basic leucine zipper domain
			LOC100130680	+	sv dlev sts	best RefSeq	7q31.2	ankyrin repeat domain 49 pseudogene
			CFTR	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.2	cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (A)
			CTTNBP2	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31	cortactin binding protein 2
			NAA38	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31.1-q31.3	N(alpha)-acetyltransferase 38, NatC auxiliary subunit
			ANKRD7	+	OMIM HGNC sv pr dlev hm sts CCDS SNP	best RefSeq	7q31	ankyrin repeat domain 7

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

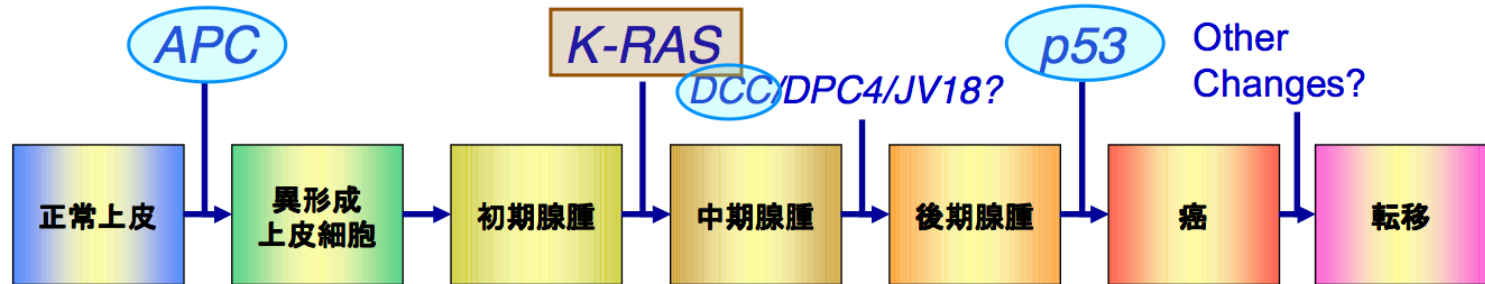
図5. 左は異常（矢印）を持った細胞分裂像。右は同じものを染色体の大きさに従って並べかえたもの。異常染色体は、第2染色体と第14染色体の一部の交換によって生じたことが分かる（矢印）



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？

癌遺伝子とはどのようなものか？



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

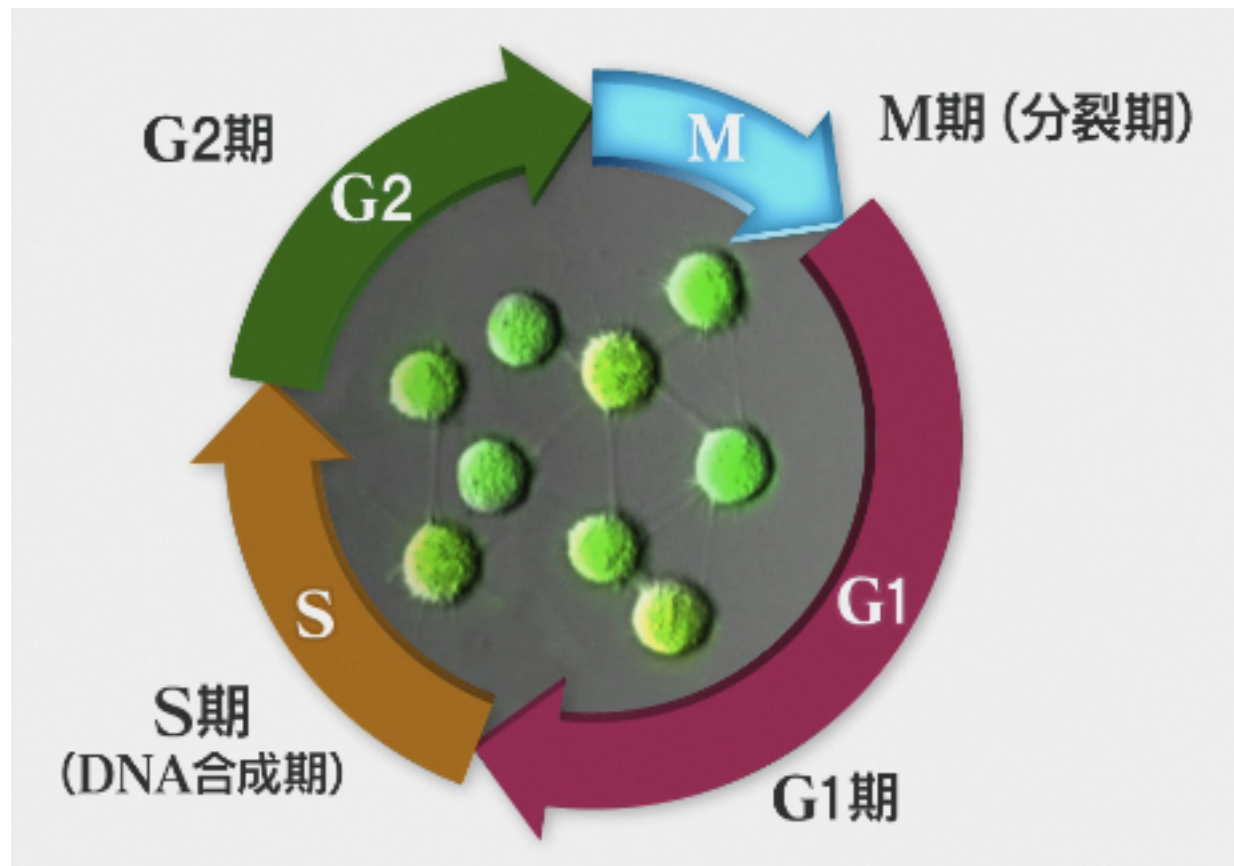
ミスマッチ
修復の欠陥

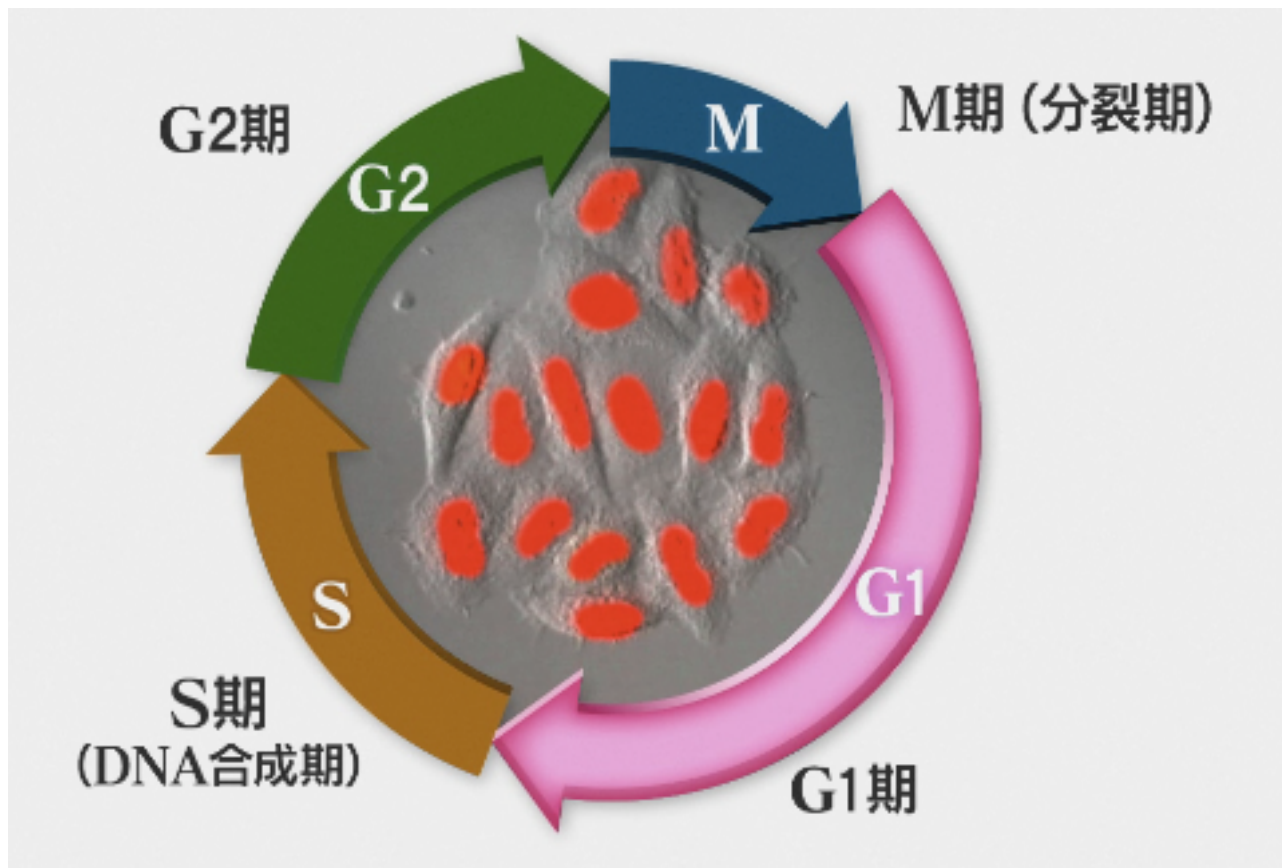
ゲノム不安定性の誘導

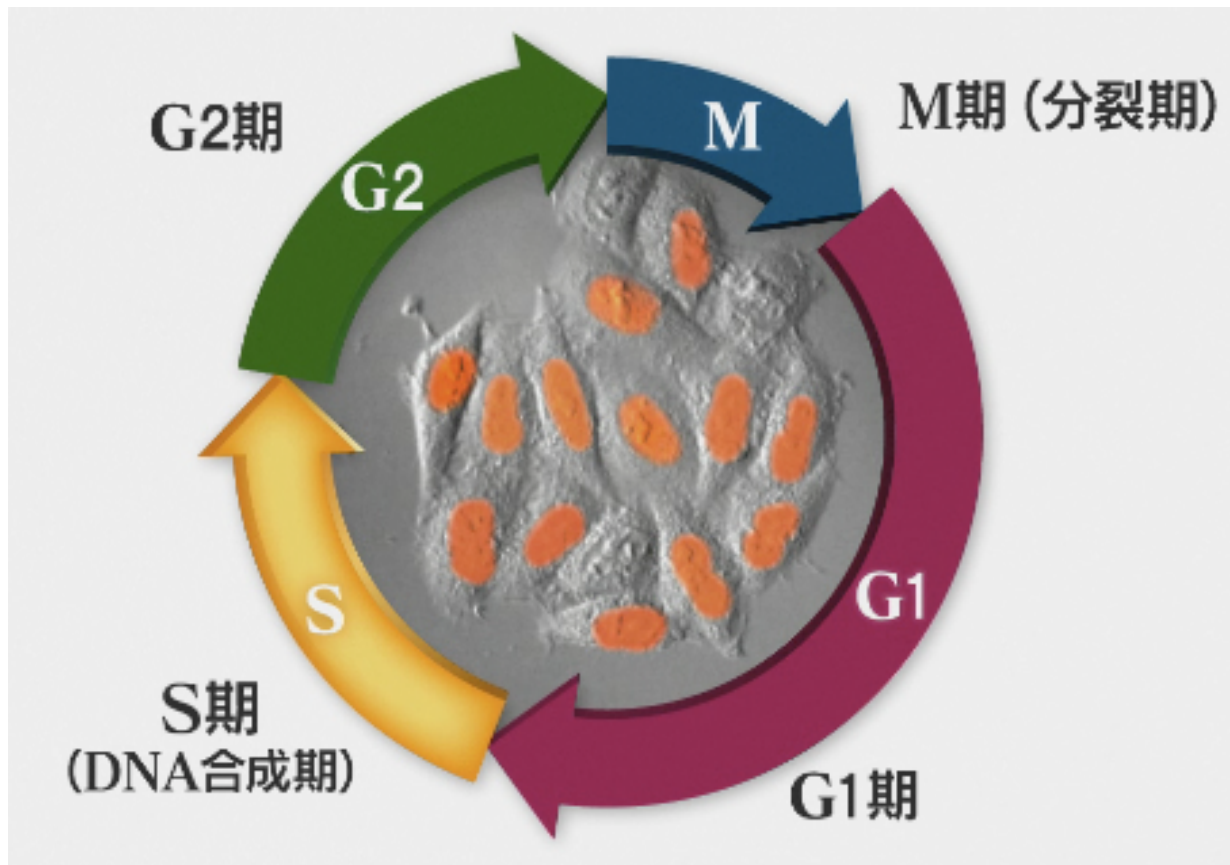
- 放射線による直接電離、および水のイオン化で生じるラジカルはたしかに DNA に損傷を与える（おそらく線量に比例）。なかでも二本鎖切断が特に問題となる（高LETを与える α 線、中性子線は生物学的効果大きい）。
- しかしそもそも DNA 損傷は化学物質など放射線以外の要因によっても、また普段の DNA 複製の際の複製エラーでも生じている。
- ヒトを含む生物の細胞には、DNA 損傷に対する多種多様な修復機能が備わっている。
- それら DNA 修復遺伝子自体が損傷を受けると修復機能が低下するが、DNA 損傷が残ってもすぐガンになるのではなく、細胞がガン化するのは多段階のガン遺伝子（アポトーシス(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）

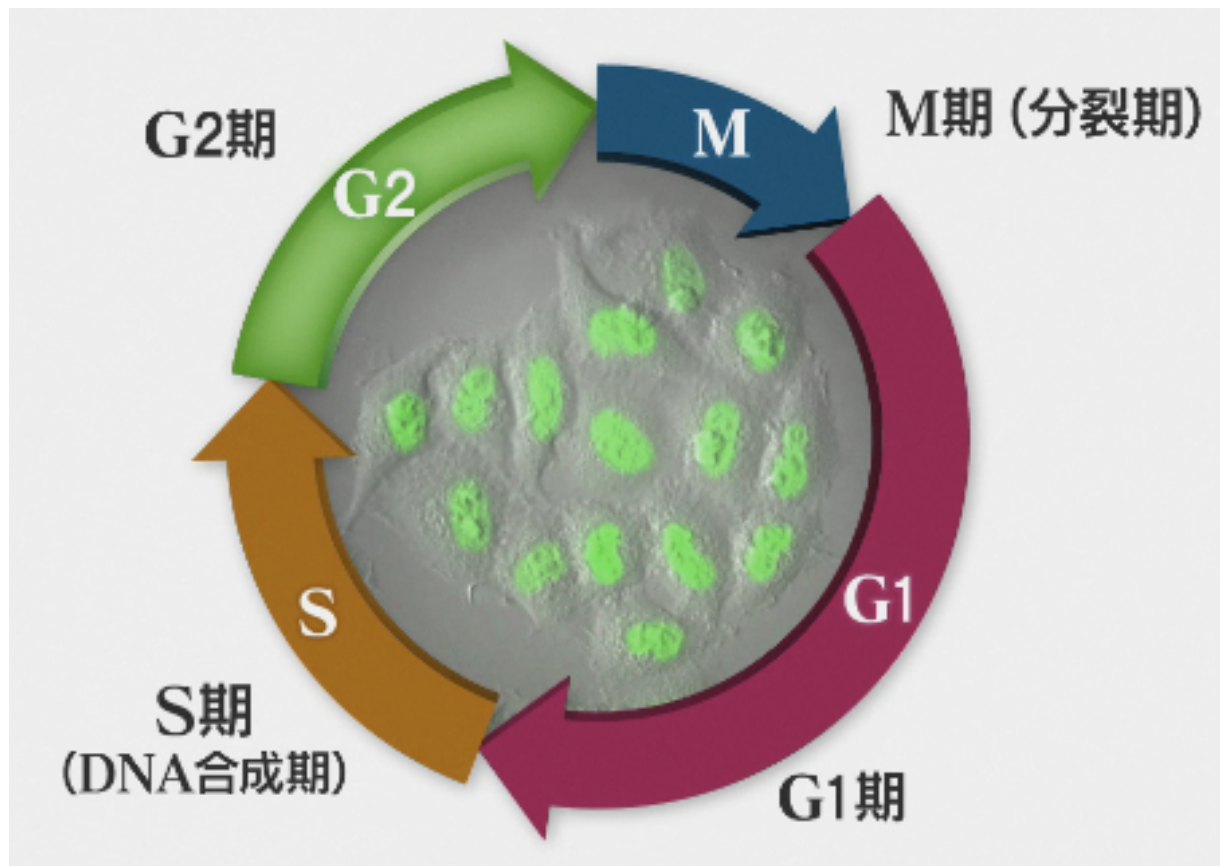
細胞周期とは

- 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。

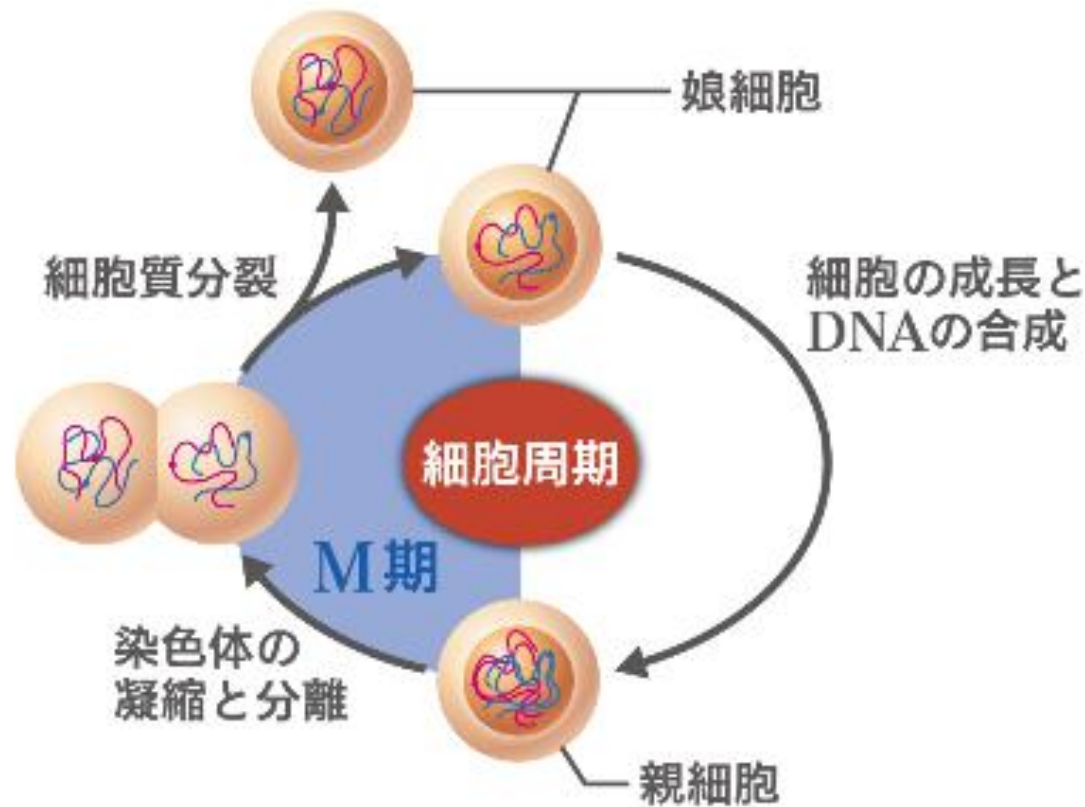


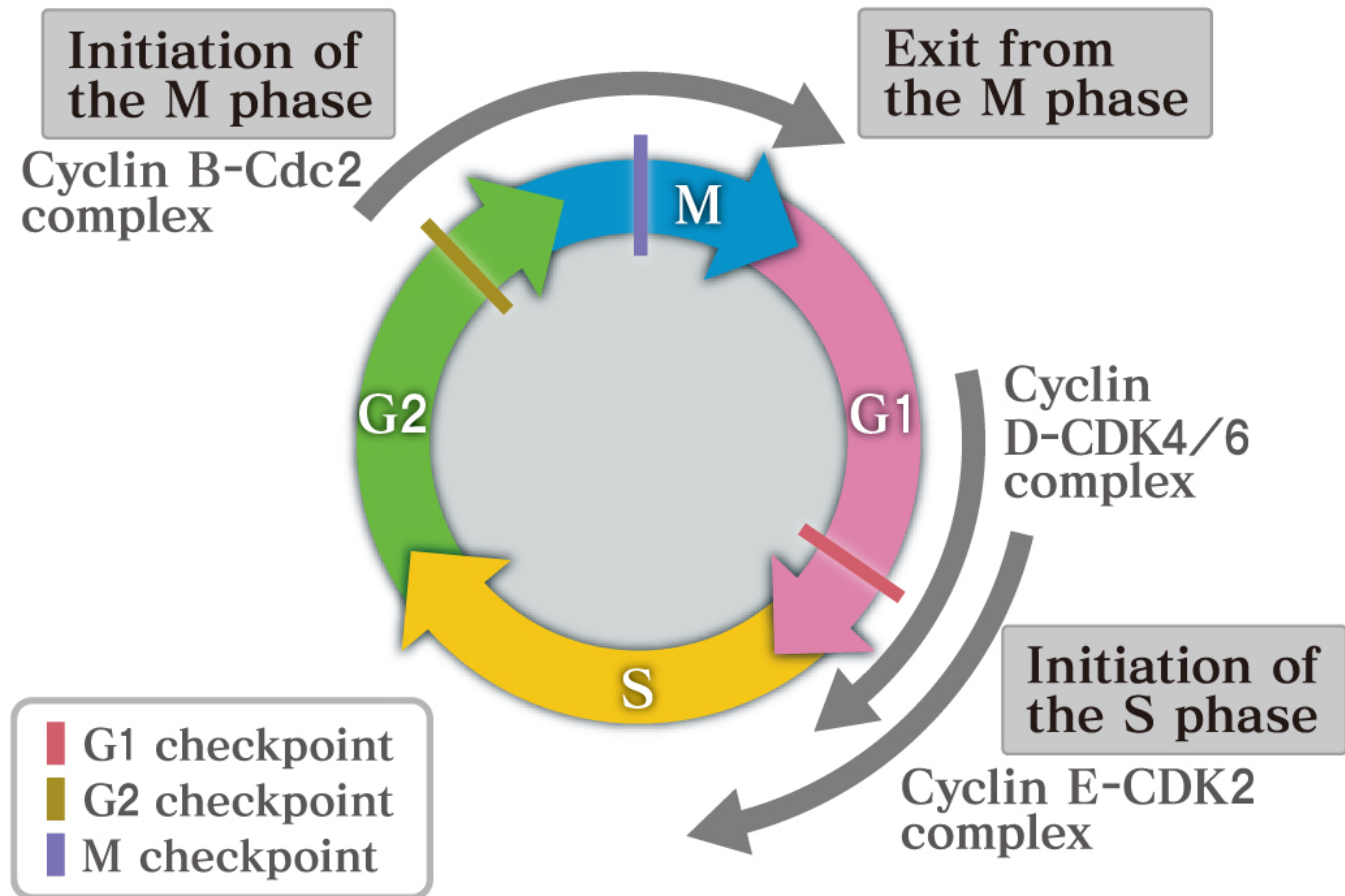






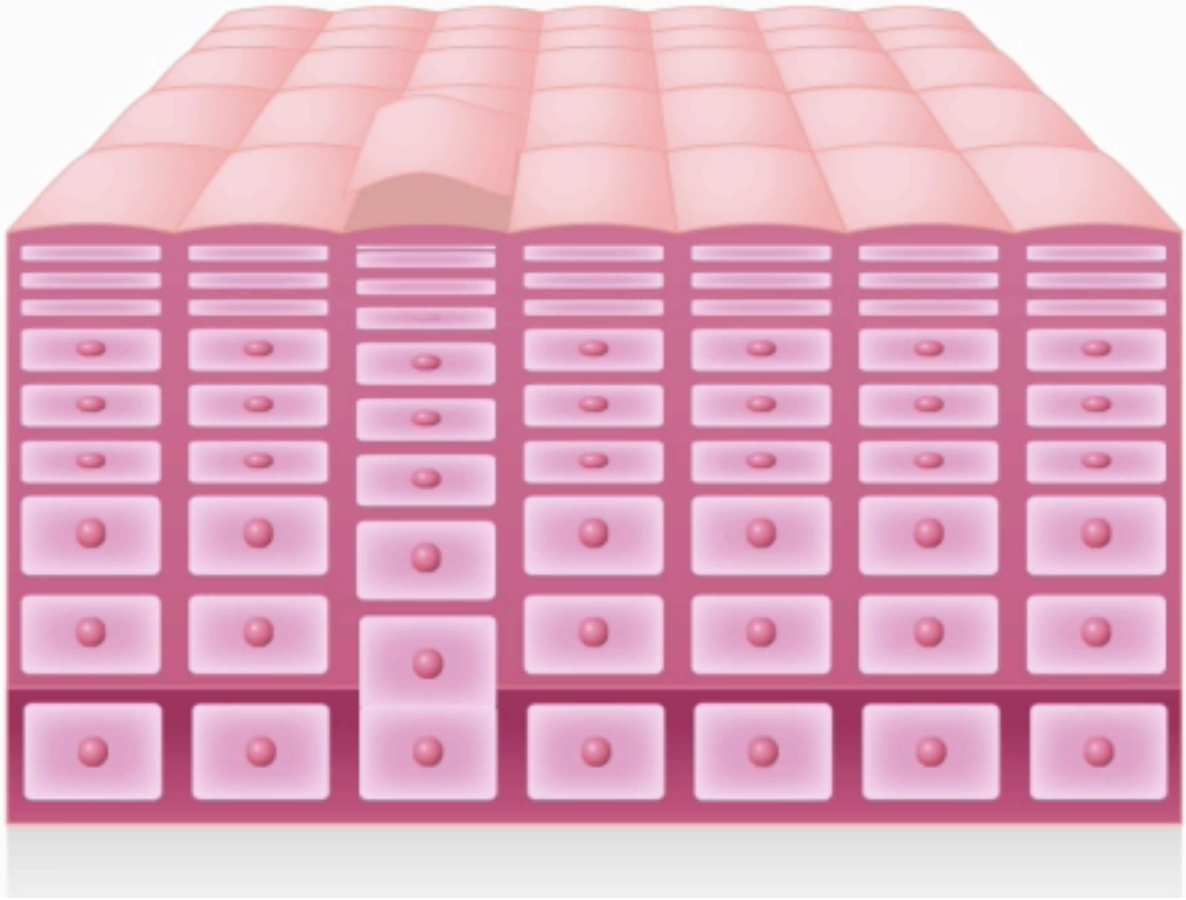
DNA複製が正常に行われないと、 細胞分裂自体が進行しない





© University of Tokyo

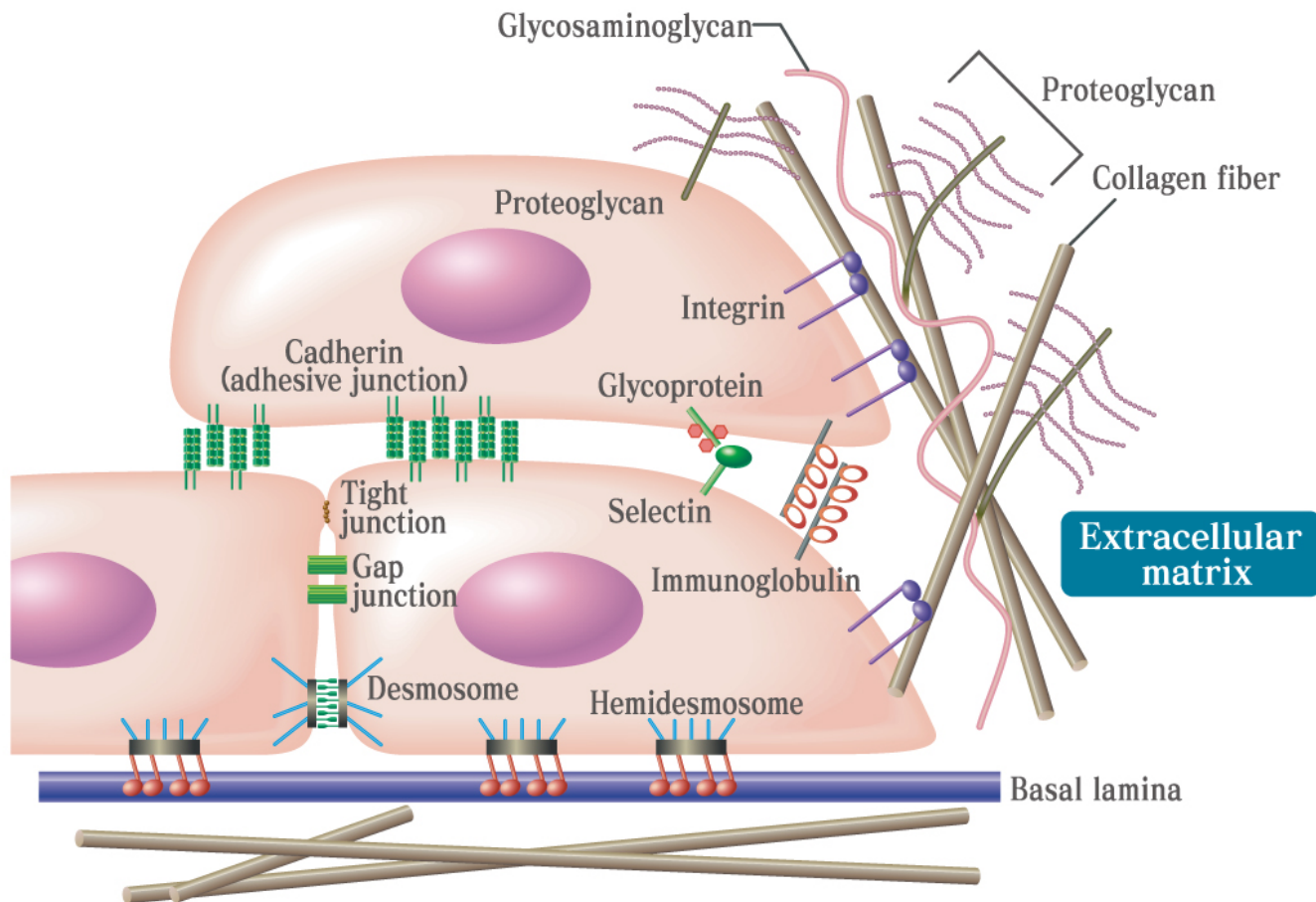
多くの素材が以下のサイトにあります
<http://csls-db.c.u-tokyo.ac.jp/index.html>

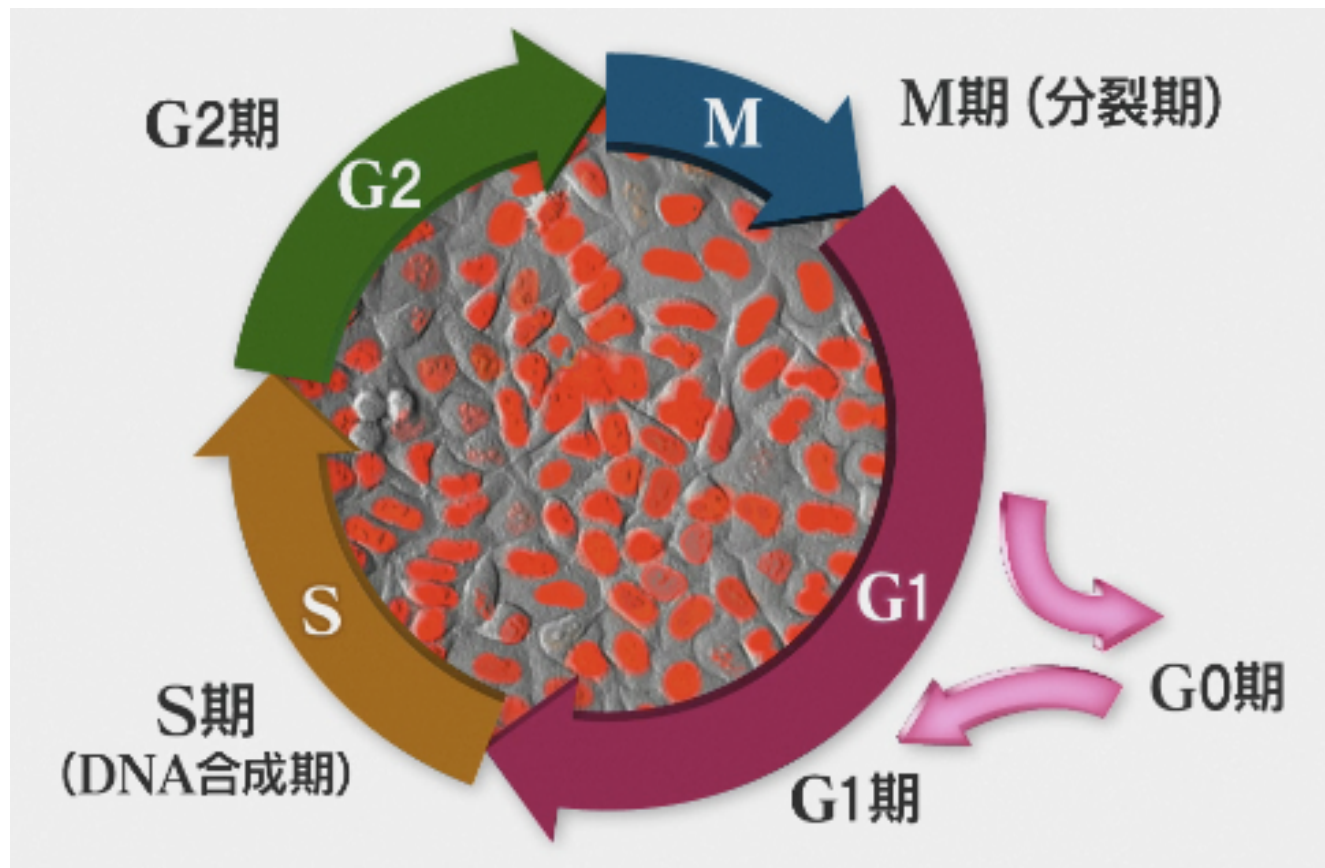


組織内の細胞は

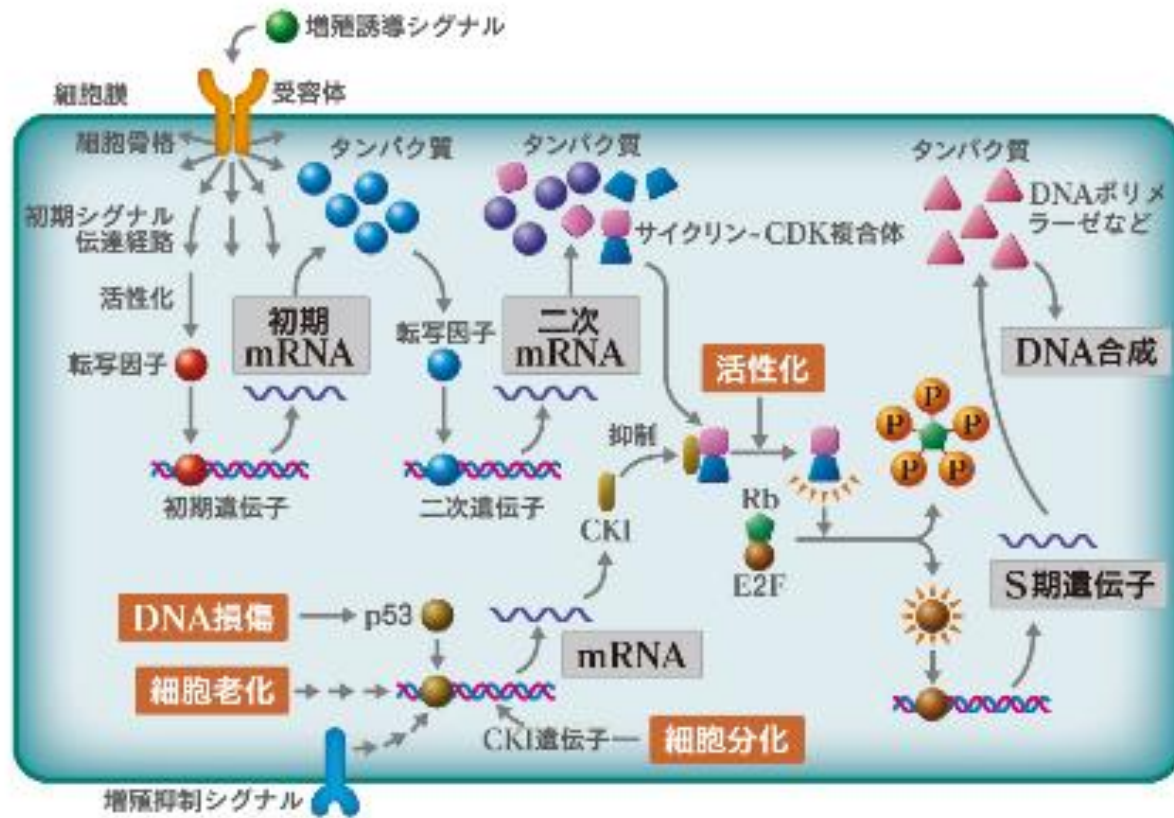
- 細胞は
- 周囲の環境状況を把握、協調して
- 周囲の組織、器官と仲良く納まっている。

正常細胞は周囲の仲間と コミュニケーションしている

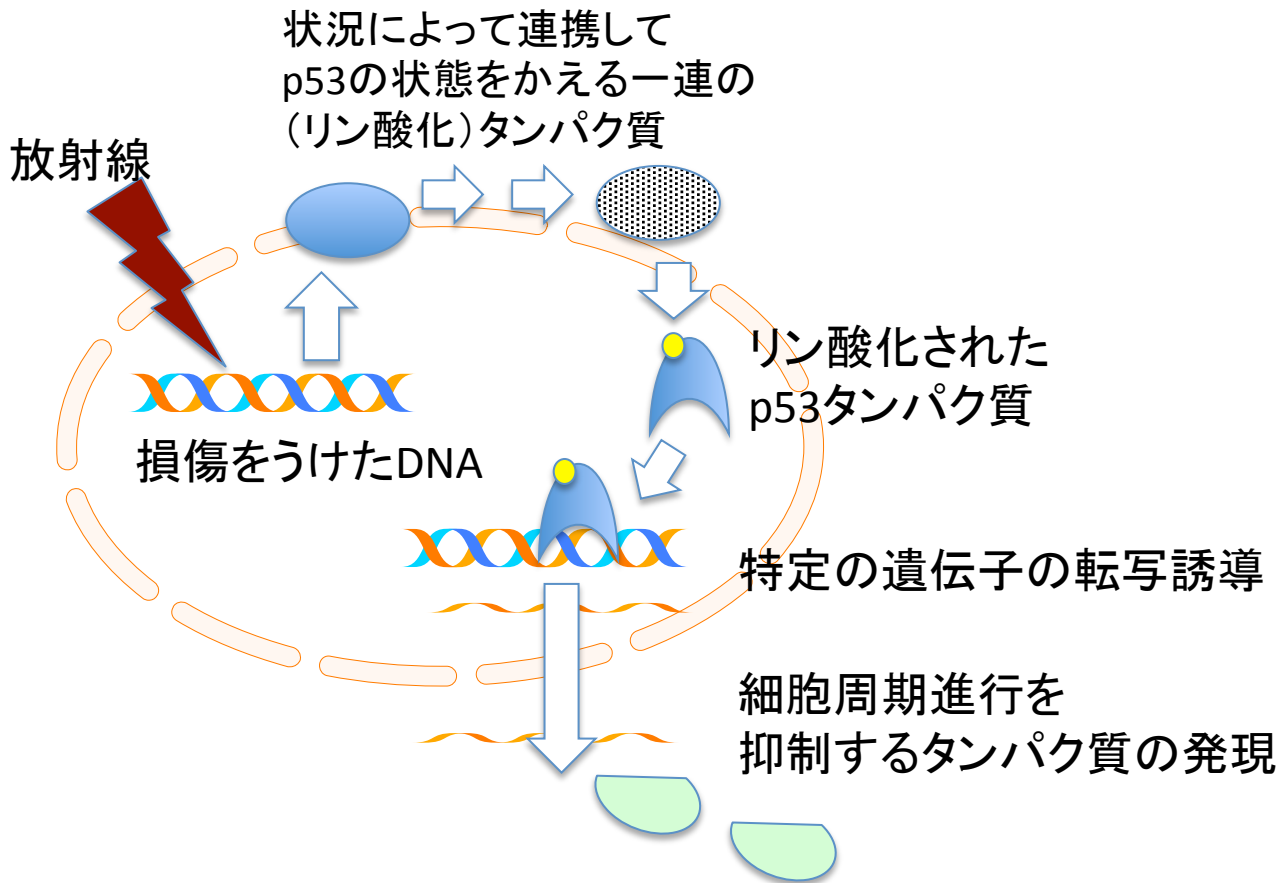


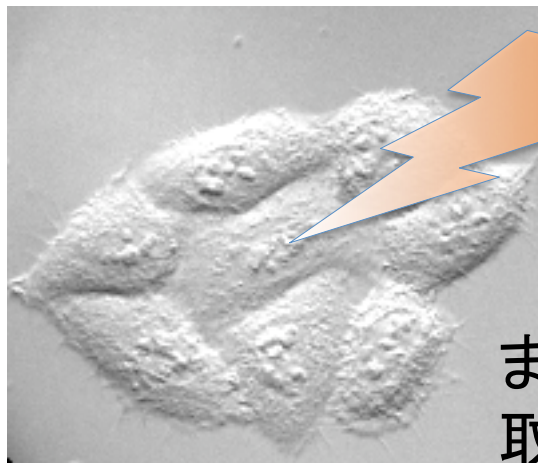


DNA損傷→P53がみつける 細胞周期の進行を調節する



細胞周期の進行を調節する



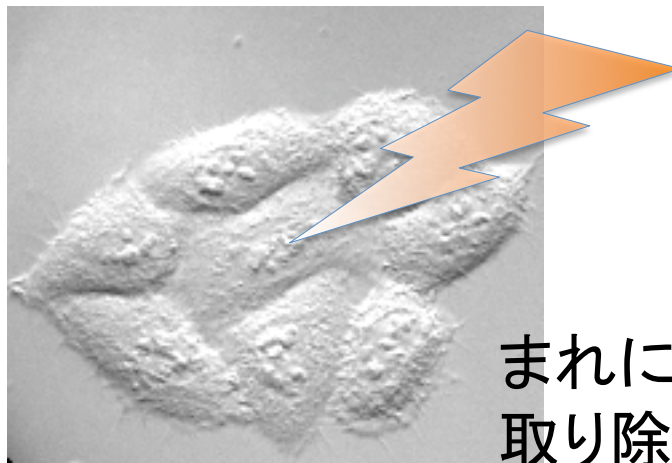


まれにDNA分子の傷が
取り除けずに残ってしまう



修復の失敗

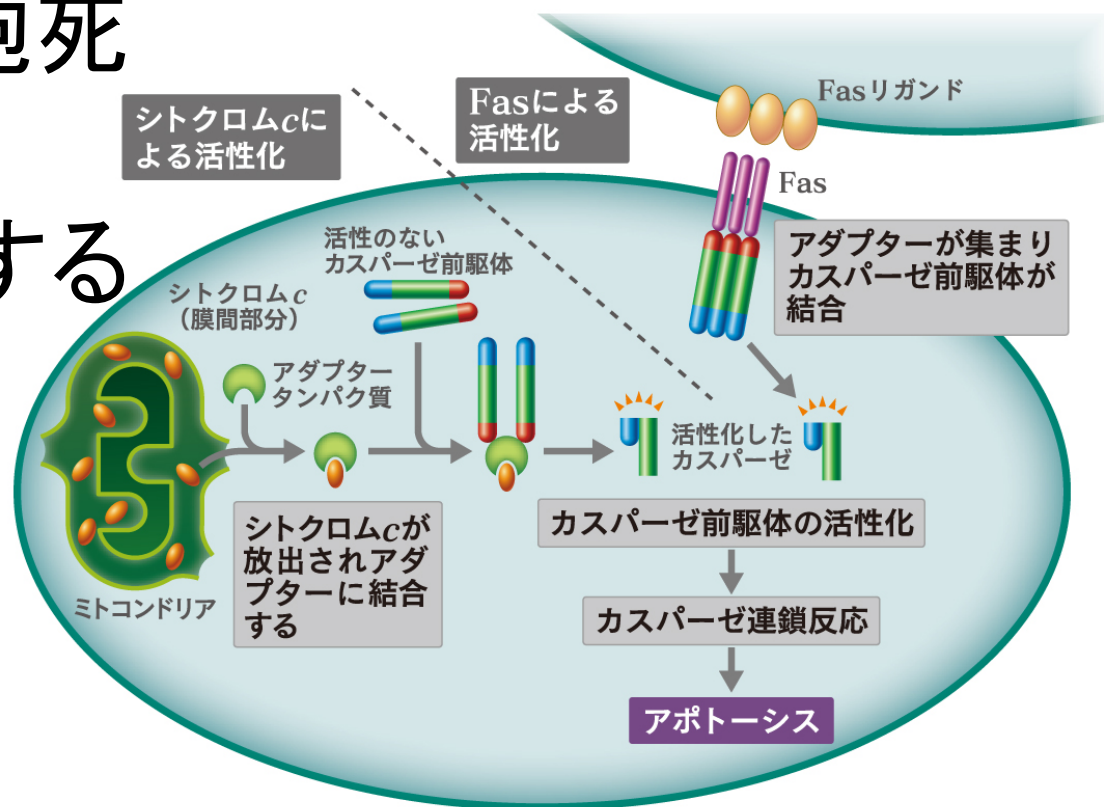
どうなる？



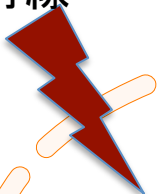
まれにDNA分子の傷が
取り除けずに残ってしまう

プログラム細胞死

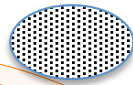
細胞が自爆する



放射線

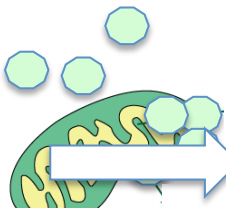
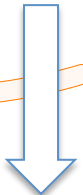


損傷を受けたDNA



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

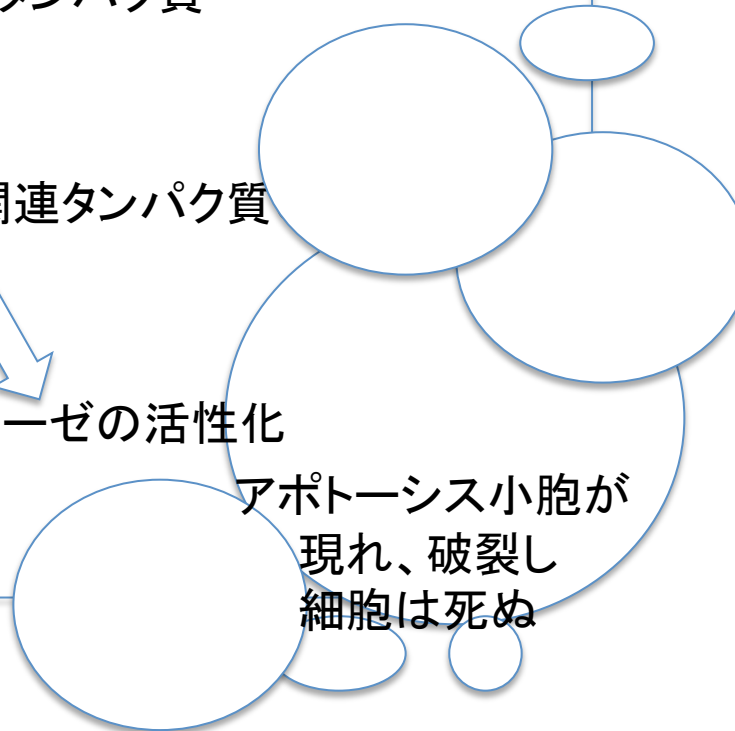


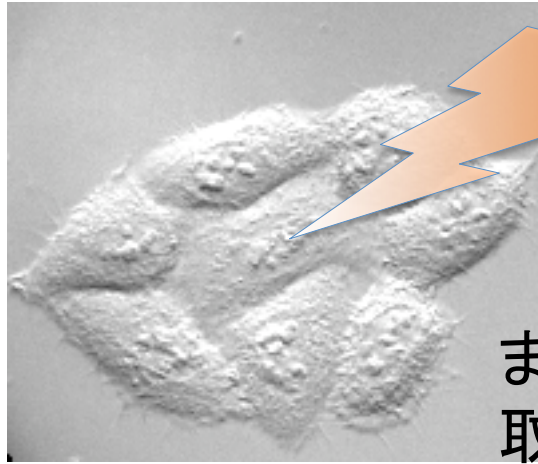
ミトコンドリア

カスパーゼの活性化

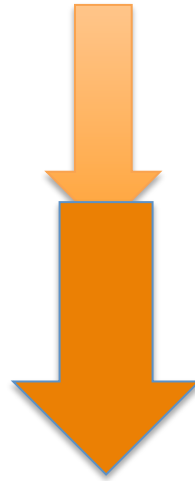


アポトーシス小胞が
現れ、破裂し
細胞は死ぬ





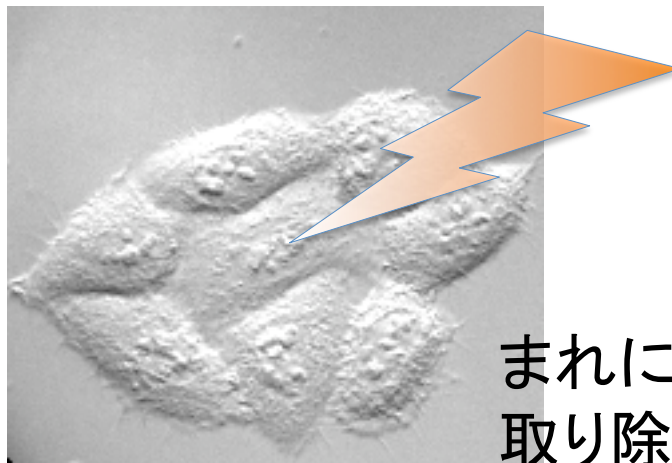
まれにDNA分子の傷が
取り除けずに残ってしまう



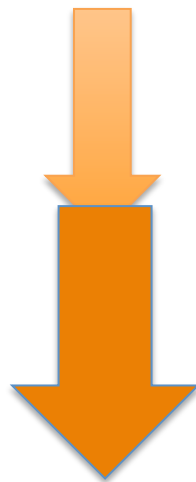
修復の失敗

細胞死も起こらない場合

どうなる？



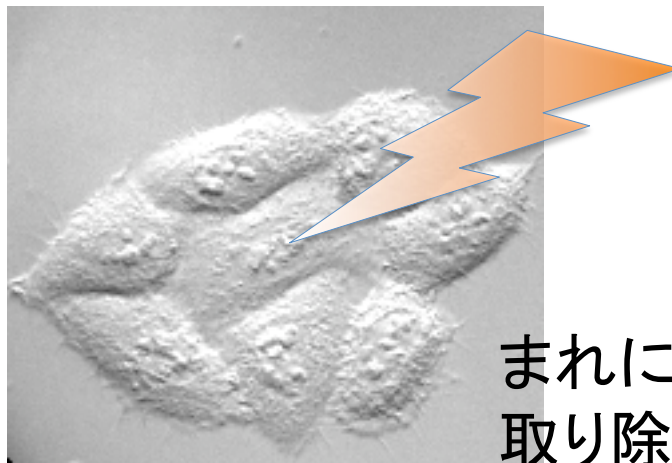
まれにDNA分子の傷が
取り除けずに残ってしまう



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

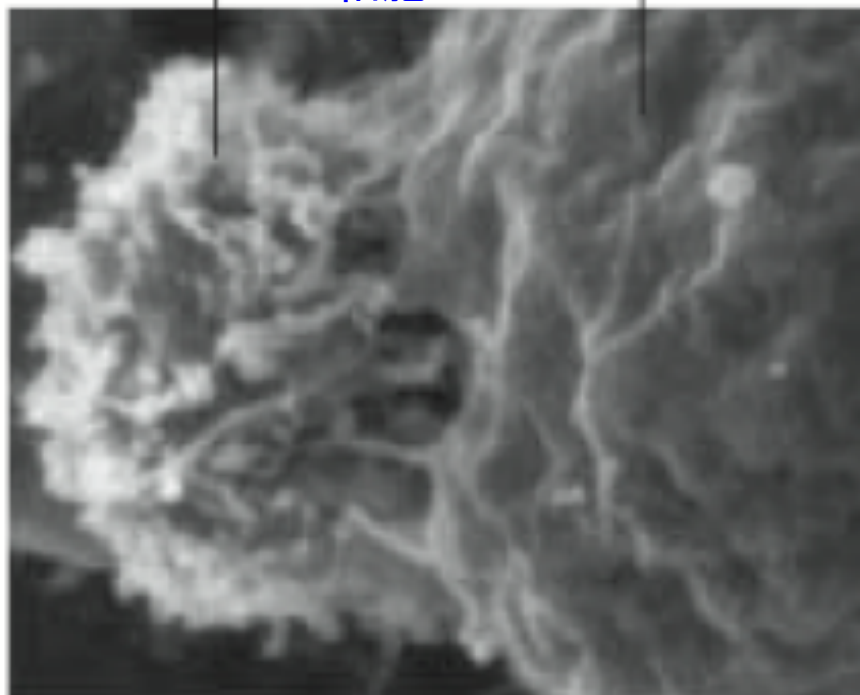


まれにDNA分子の傷が
取り除けずに残ってしまう

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

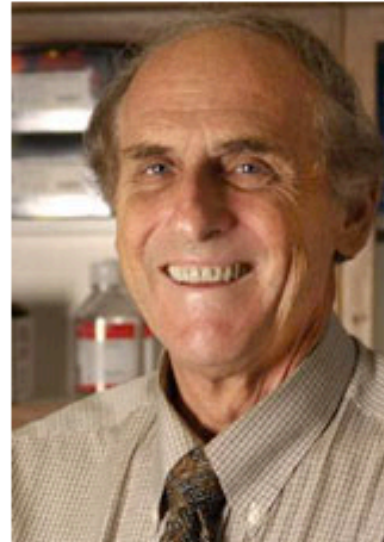
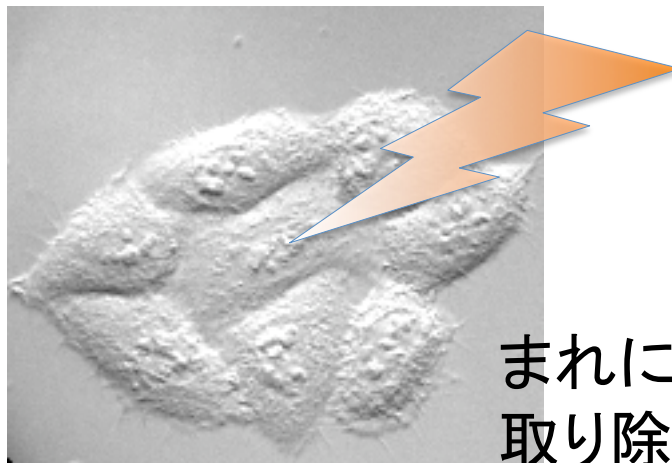


Photo: Rockefeller University Press

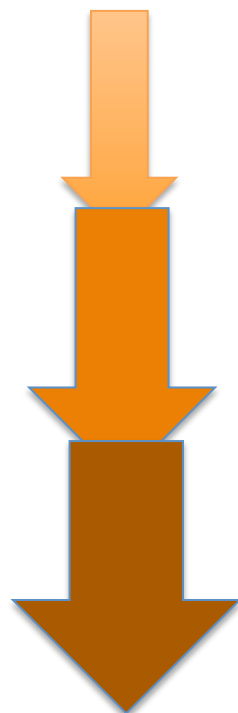
Ralph M. Steinman

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

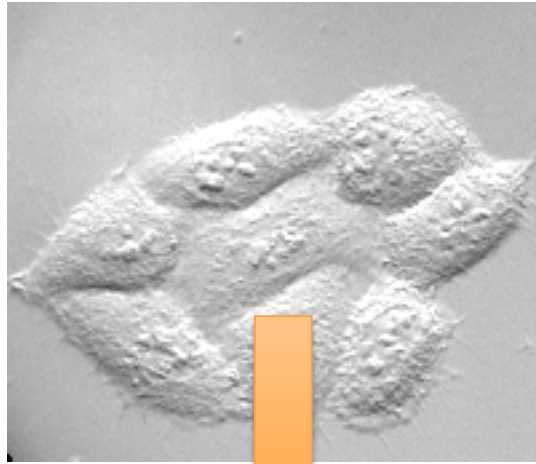
発がん率

いろいろとデータはあるが、一例

+ 0.5 % / 100 mSv

平成24年(2012)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)

28.7 % この値に上乘せ 29.2 %



修復の失敗

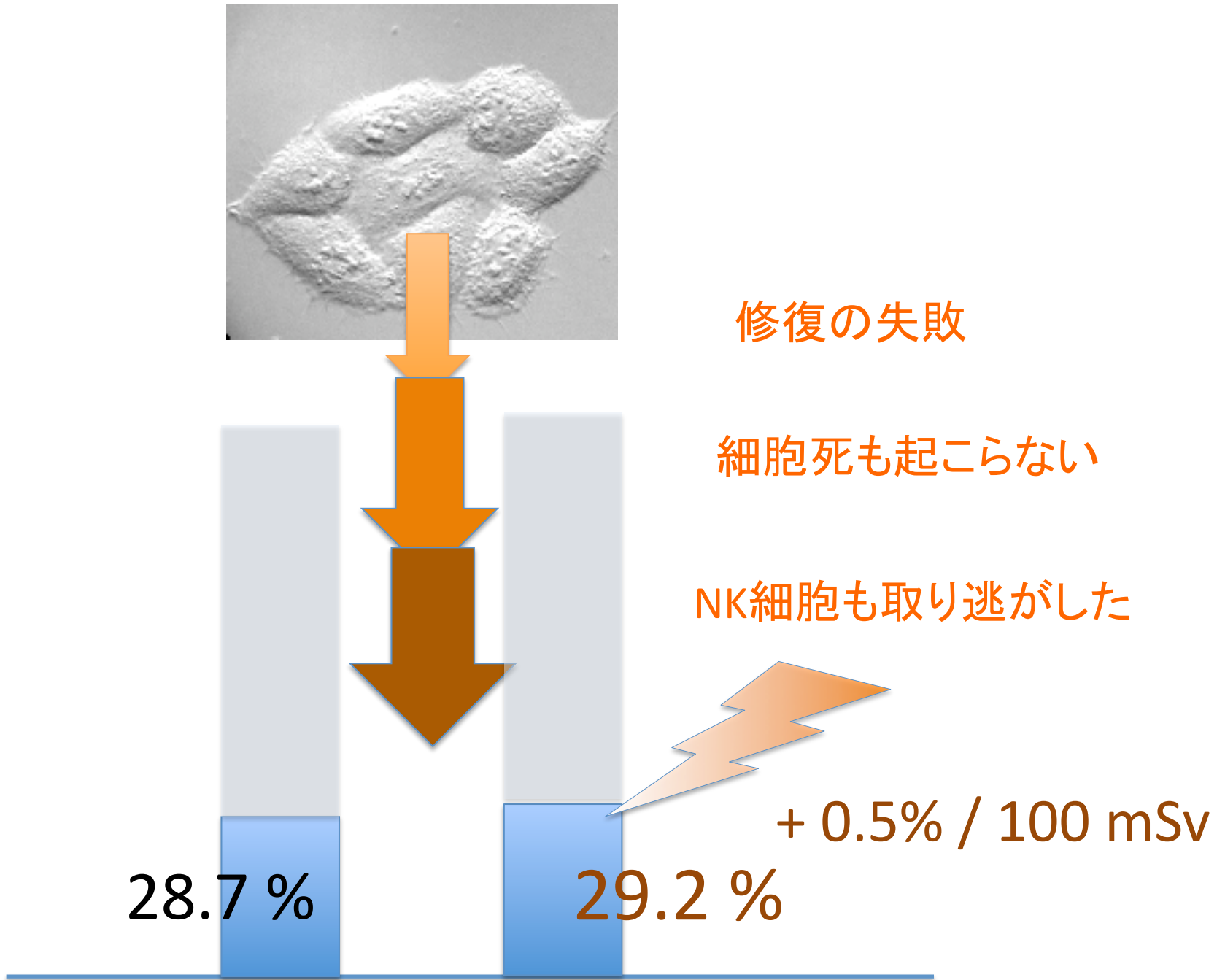
細胞死も起こらない

NK細胞も取り逃がした

28.7 %

29.2 %

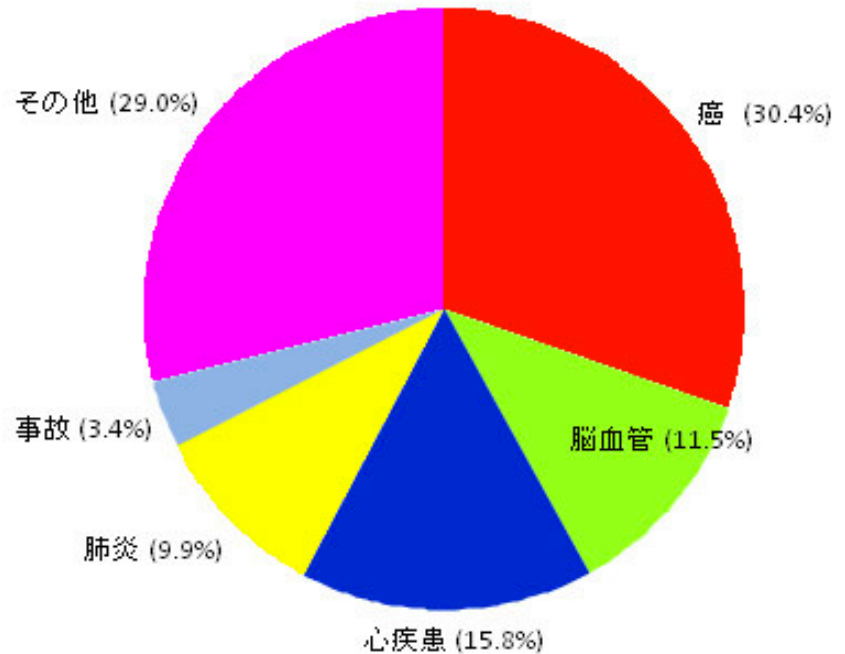
+ 0.5% / 100 mSv



可能性はゼロではない

自分がその不運にあたらないうことを確認したい という欲望

日本人の死因
癌が一位

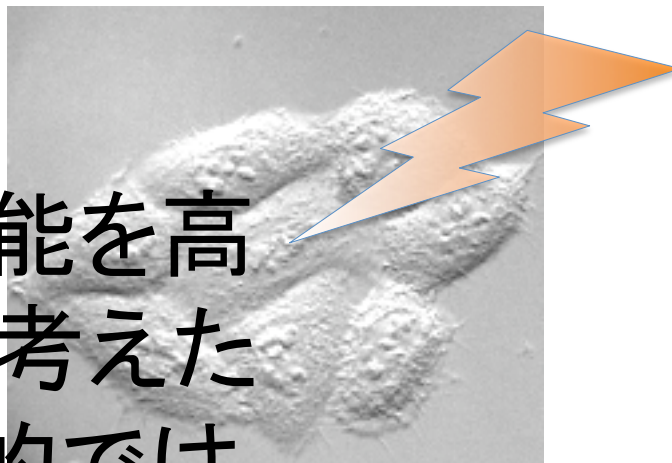


運命をしろということとは、
7割の方にとっては
心疾患、脳血管疾患、肺炎、
で xxx 歳で死ぬということを
告知すること。

事故、感染症は外的要素が高いので
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

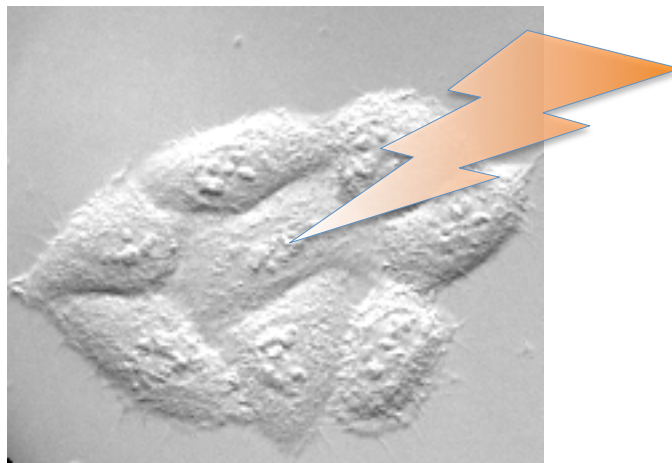


修復の失敗

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

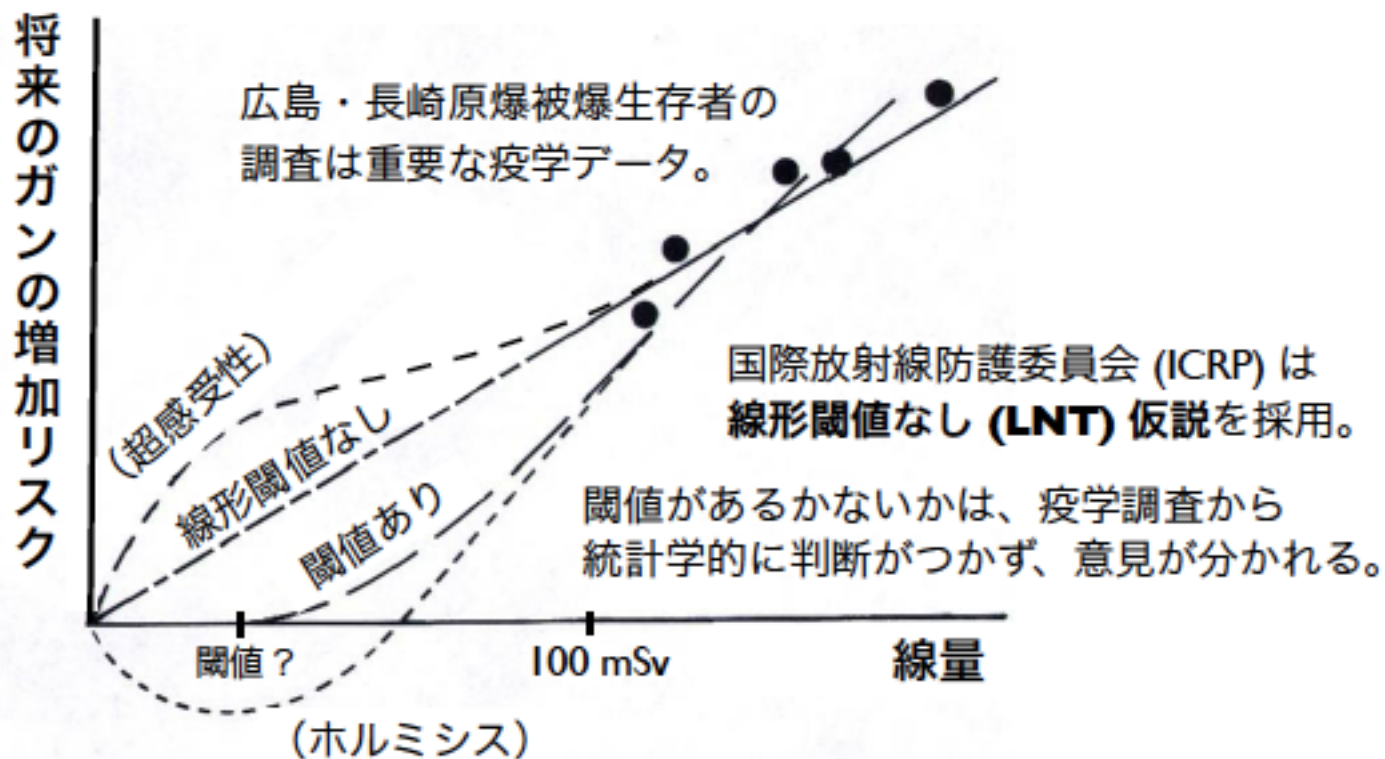
たばこ	1.6倍
酒(2-3合/日)	1.4倍
やせすぎ	1.29倍
肥満	1.22倍
運動不足	1.15-1.19倍
高塩分食品	1.11-1.15倍
野菜不足	1.06倍

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に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: ¹³¹ 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	

生物分野からの課題 (#1)

福島第一原発の事故後、ある産地で生産された野菜を購入した後、自主的に放射線測定を依頼してみたところ、基準値の8割ほどの値 79 Bq/kg という報告を受けた。この野菜を食べることに関して、あなたはどのような判断をしますか。

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	120

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}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

◆◆◆ 食品安全エクスプレス
 ◆◆◆ 平成25年11月6日発
 ◆◆◆ 農林水産省

本日のトピックス

食品中の放射性物質の検査結果の
http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jout
 (厚生労働省)

ダイジェスト版

食品中の放射性物質の新たな基準値を設定しました

～より一層の食品の安全と安心のために～

東京電力福島第一原子力発電所の事故後、厚生労働省では、食品中の放射性物質の暫定規制値を設定し、原子力災害対策本部の決定に基づき、暫定規制値を超える食品が市場に流通しないよう出荷制限などの措置をとってきました。暫定規制値を下回っている食品は、健康への影響はないと一般的に評価され、安全性は確保されています。しかし、**より一層、食品の安全と安心を確保するために、事故後の緊急的な対応としてではなく、長期的な観点から新たな基準値を設定しました（平成24年4月1日から施行）。**

新たな基準値の概要

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

●食品の区分を変更
●年間線量の上限を引き下げ

※ 放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

※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

シーベルト：放射線による人体への影響の大きさを表す単位 ベクレル：放射性物質が放射線を出す能力の強さを表す単位

新たな基準値設定の考え方

年間の線量の上限値1ミリシーベルトから、飲料水による線量(約0.1ミリシーベルト)を引き、残りの線量を一般食品(乳児用食品、牛乳を含む)に割り当てます。

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、それぞれの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。



環境省による除染基準は $0.23\mu\text{Sv}/\text{h}$

- ▶ この場合の測定高さは $0.5 - 1.0\text{ m}$
 - 0.5m は小学校以下及び特別支援学校の場合
 - 1.0m はその他の場合(実際には自治体側の判断による)
- ▶ 正直、この基準を越える/越えないことに興味関心はない。
 - 追加外部被曝 $1\text{ mSv}/\text{年}$ が基準
 - 追加 $1\text{ mSv}/\text{年} = [0.19\ \mu\text{Sv}/\text{h} \times (8\text{時間} + 0.4 \times 16\text{時間})] \times 365\text{日}$
 - 自然放射能は $0.04\ \mu\text{Sv}/\text{h}$ と一律に計算。なので、線量計では 0.23 が基準
 - 実測値とのズレで現在問題になっている。
- ▶ 計算上 0.5m で測ろうが 1.0m で測ろうが大差はない(面線源なので)
 - ただ、実際に $0.5-1.0\text{m}$ で測定していたら空間分解能が悪すぎる