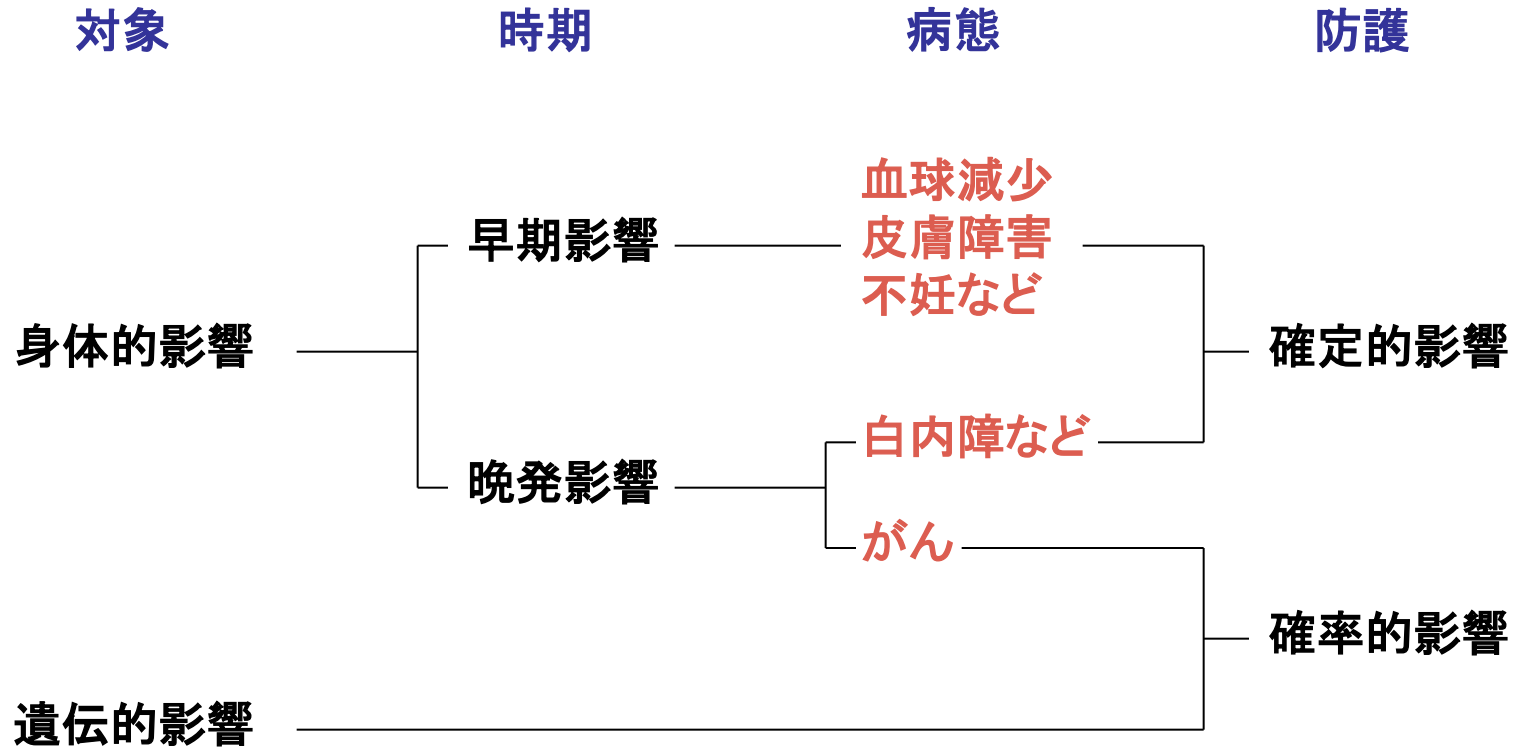
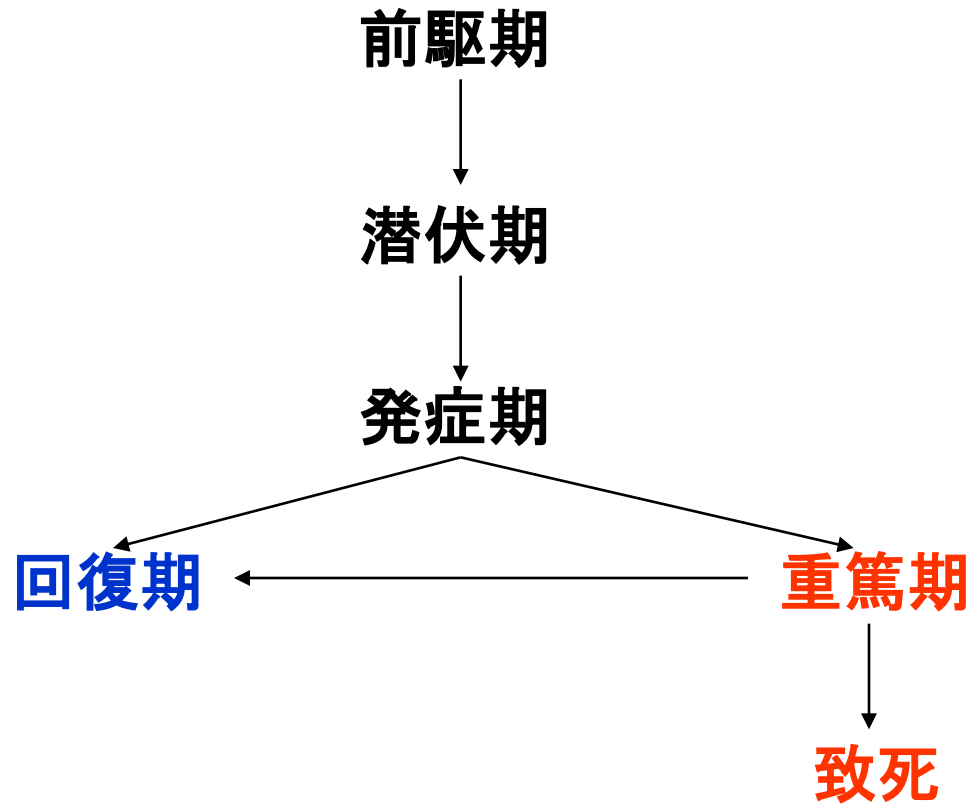


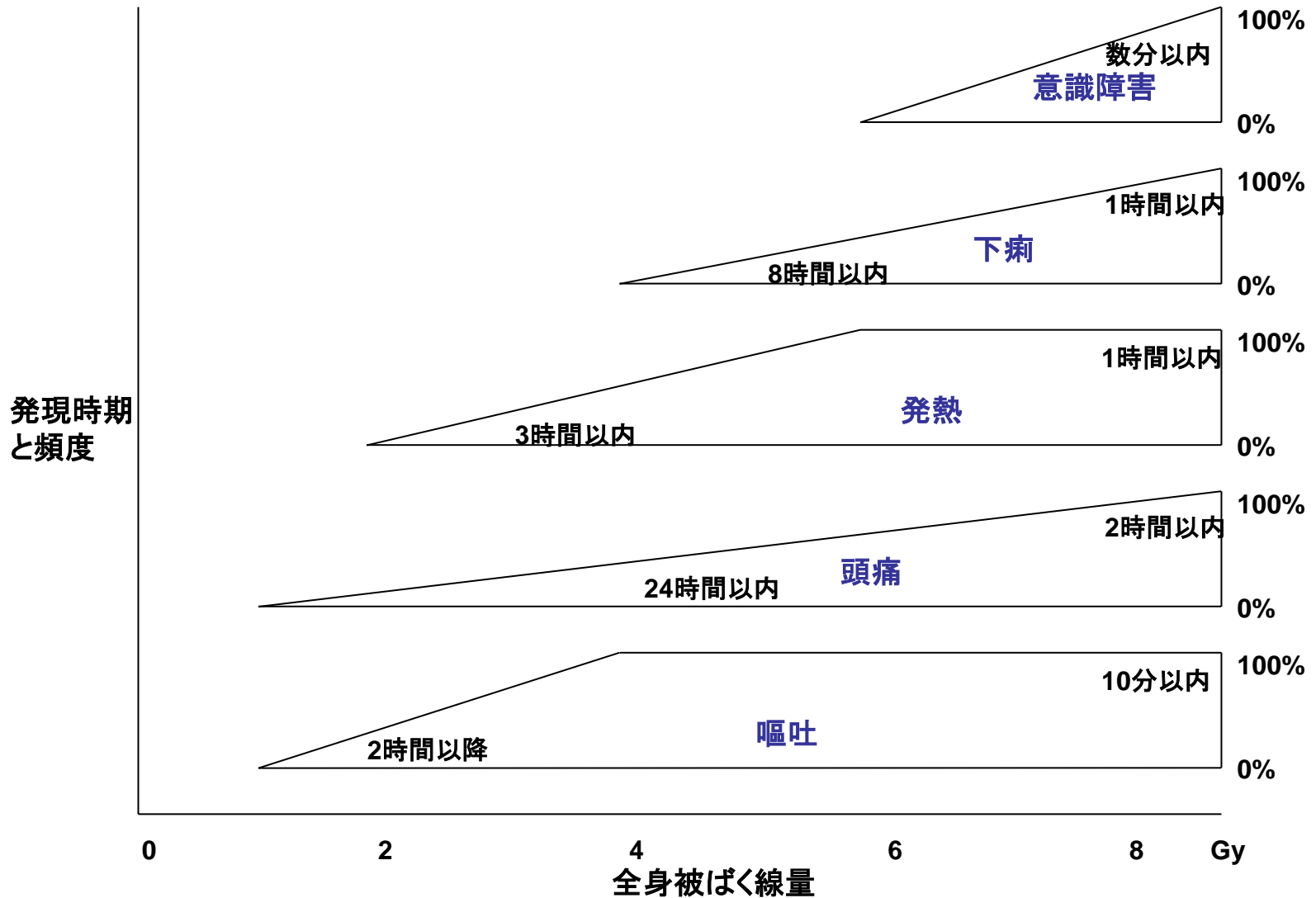
# 放射線影響の分類



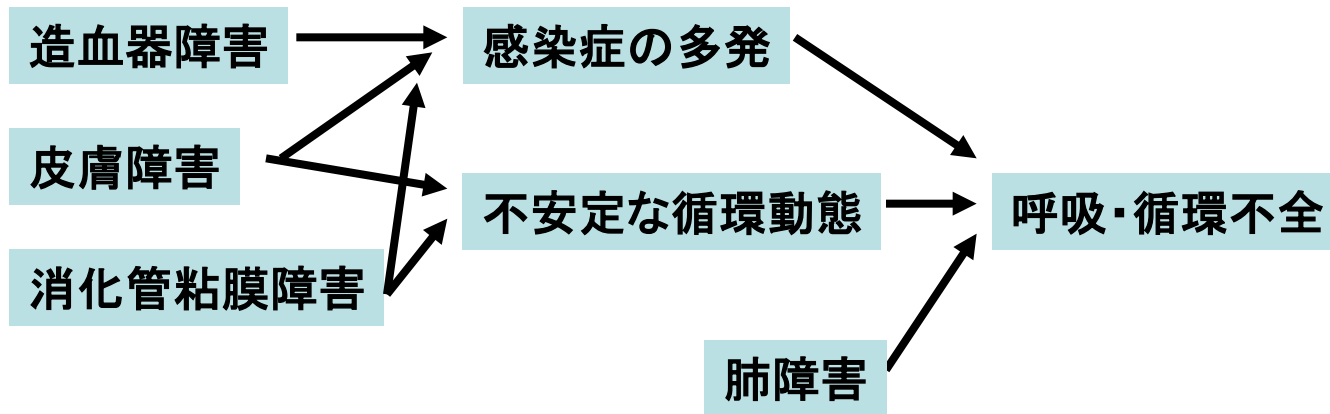
# 早期影響の病期と経過



# 前駆期症状の発現

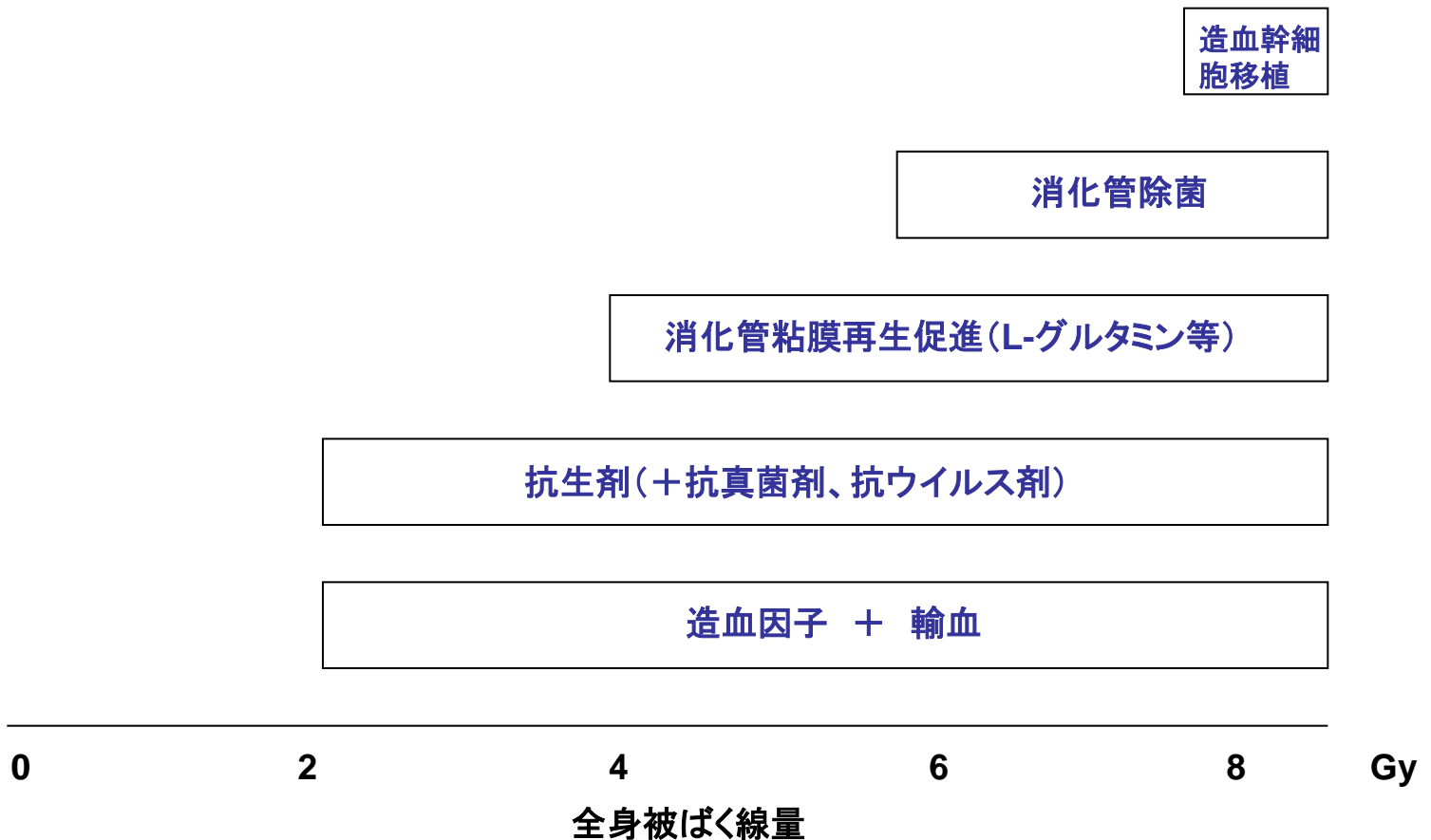


# 全身被ばくによる急性放射線症候群



臓器障害症状への対応に加えて、全身管理が重要

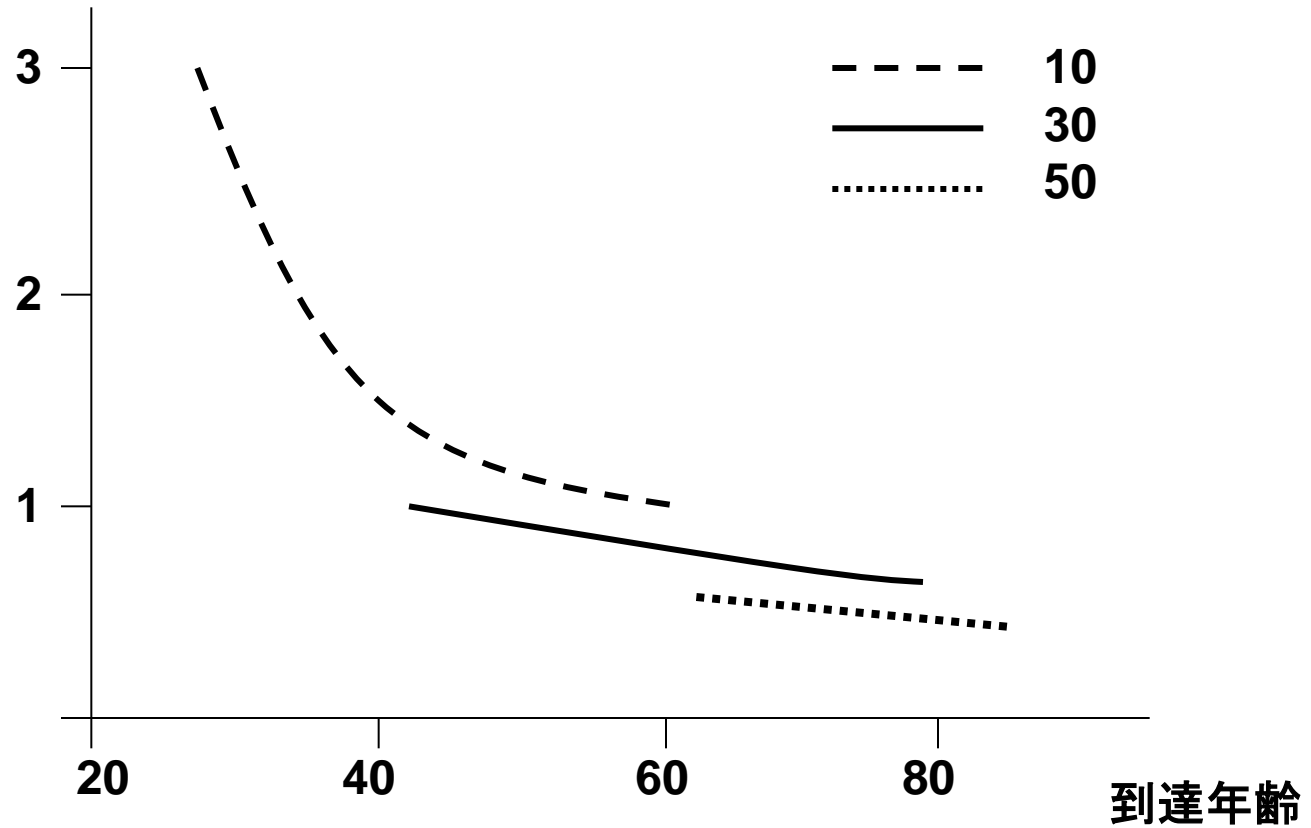
# 急性放射線症候群に対する治療



# 原爆被ばく者の固形がん発症リスク

過剰相対リスク(1 Gy)

被ばく時年齢



# 心臓・血管への影響

原爆被ばく者を対象とした成人健康調査によって  
明らかにされた被ばくと関連する疾患

高血圧

心筋梗塞

大動脈瘤

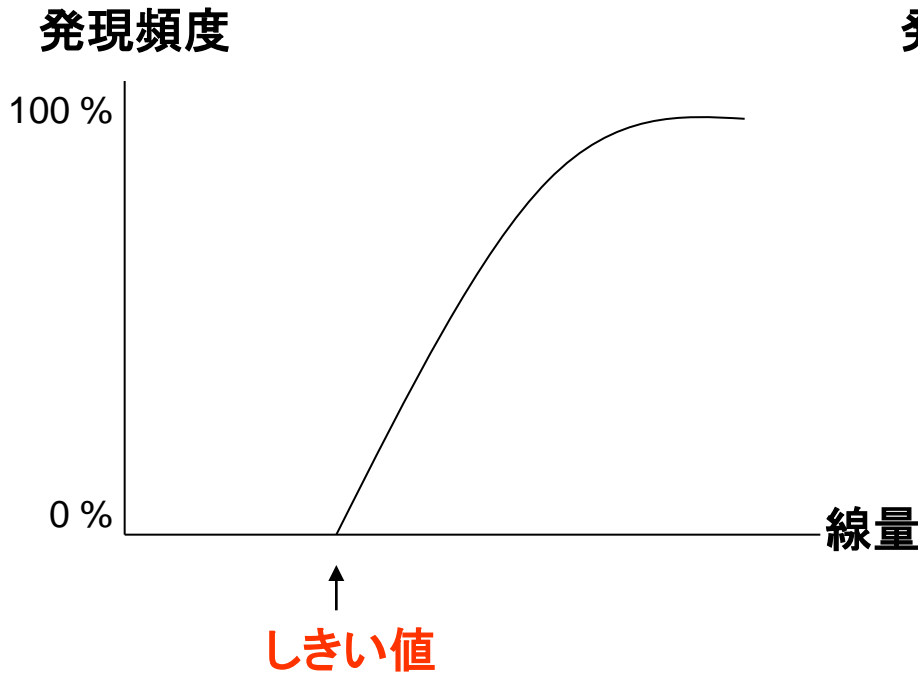
高血圧性心疾患

# 放射線の胎児への影響

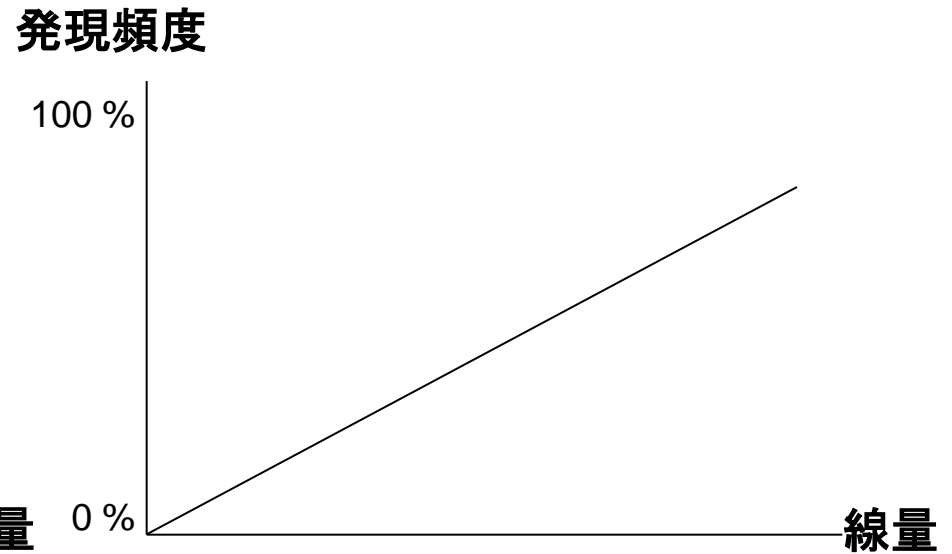
影響	感受性が高い時期	しきい線量(mGy)
死亡	着床前期(受精～9日)	100
奇形	器官形成期(2～8週)	100
精神発達遅滞	胎児期(8～15あるいは25週)	300
がん	全期間	はっきりせず



# 確定的影響と確率的影響



確定的影響



確率的影響

# 放射線の早期作用過程

物理的過程  
10<sup>-18</sup> ~ 10<sup>-15</sup> 秒

生体高分子による  
エネルギー吸収

水分子による  
エネルギー吸収

↓  
生体高分子の電離・励起

↓  
水分子の電離・励起

化学的過程  
10<sup>-12</sup> ~ 1 秒

↓  
フリーラジカル形成

↓  
生体高分子との反応

生化学的過程  
数秒 ~ 数分

←  
生体高分子の損傷

生化学的過程  
数分 ~ 数時間

↓  
代謝過程による拡大

生物学的過程  
数時間以降

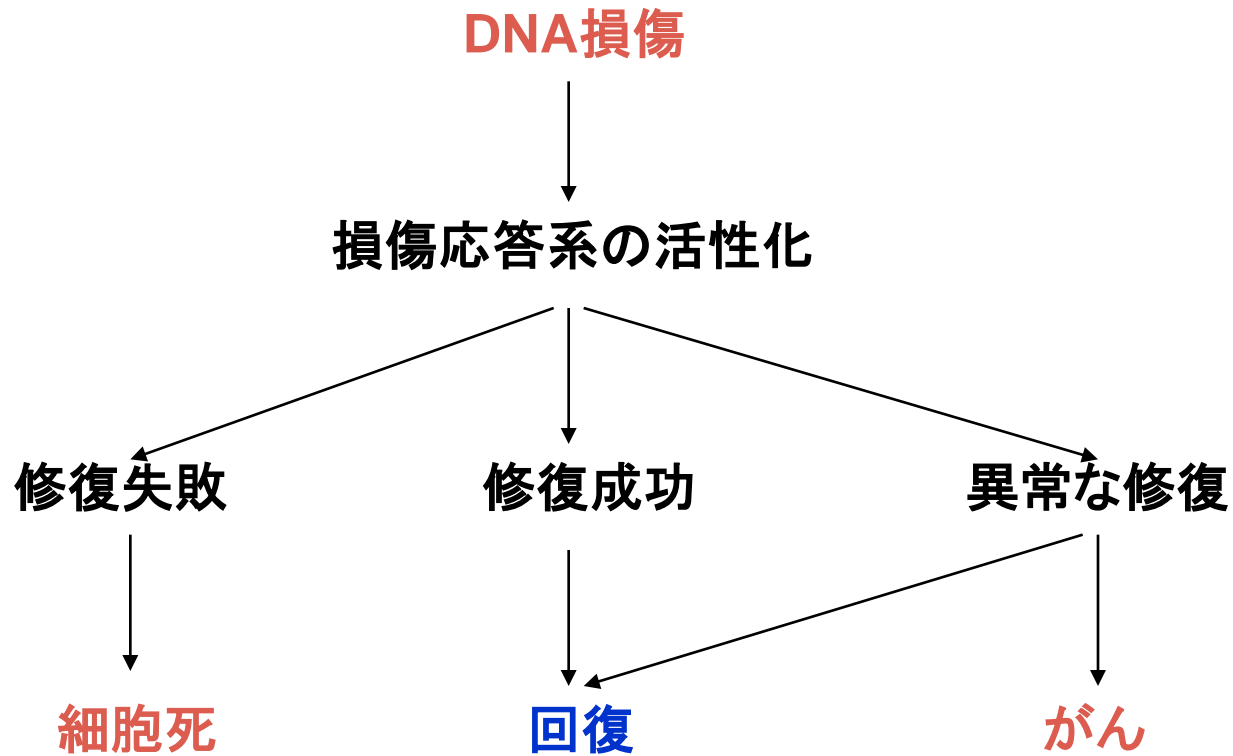
↓  
細胞障害

# DNA損傷の頻度

X線1Gy照射によるヒト細胞1個あたり

塩基損傷	約6,400個
一本鎖切断	600~1,000個
二本鎖切断	16~40個
DNA-蛋白質間架橋	約150個

# 生体におけるDNA損傷の処理方法



# 放射線影響の修飾因子

## 放射線要因

### 分割被ばく

同じ線量でも分割により生物学的影響は低下

### 線量率

同じ線量でも単位時間当たりの線量が低下すると生物学的影響は低下

## 生体要因

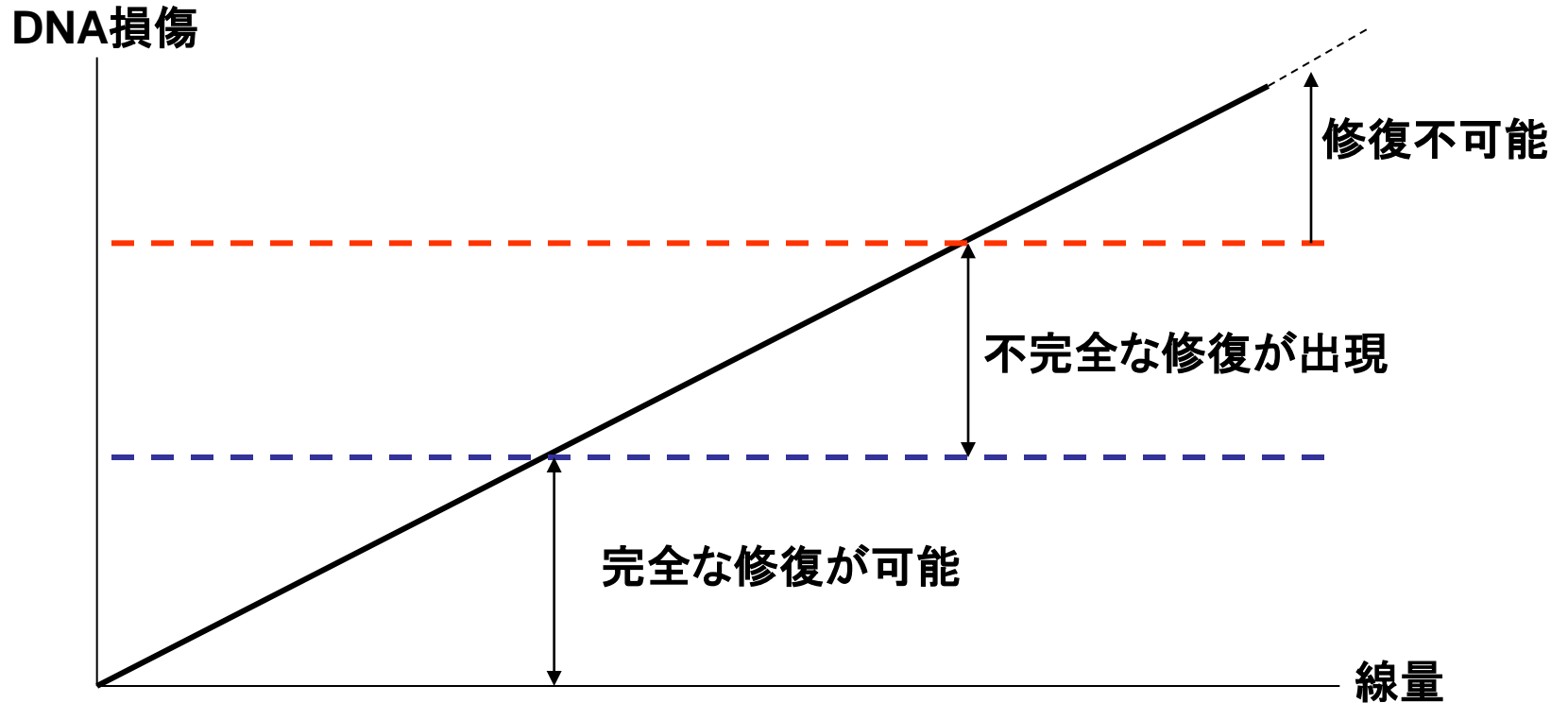
### 酸素効果

低酸素組織では放射線抵抗性

### DNA損傷応答

DNA損傷応答経路を制御する遺伝子の個人差が放射線感受性を規定

# DNA損傷とDNA修復



# DNA損傷応答系の異常による病態

## 遺伝性放射線高感受性症候群

血管拡張性小脳失調症

ファンconi貧血  
(DNA架橋剤感受性 > 放射線感受性)

## 遺伝性腫瘍

リ・フラウメニ症候群

BRCA変異がん

# 血管拡張性小脳失調症

**原因** ATM遺伝子のホモ接合性遺伝性変異

神経変性

免疫不全

**病態**

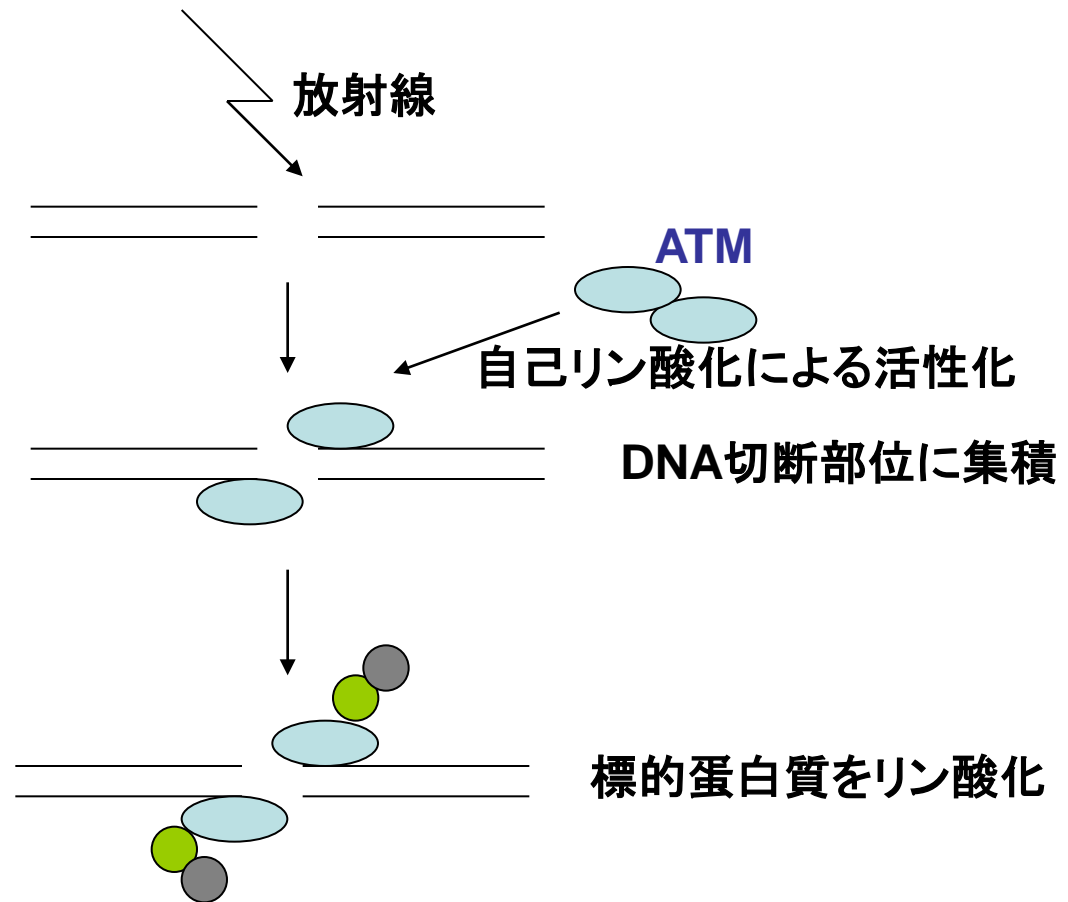
放射線高感受性

発がんリスク増加

毛細血管拡張



# ATMのDNA損傷応答系における役割



# 血管拡張性小脳失調症のキャリアー

ATM遺伝子のヘテロ接合性遺伝性変異を有する

正常人と血管拡張性小脳失調症の中間の放射線高感受性

乳がんのリスク増加

(相対リスク:2.2~3.9, 50歳以下 5程度)

Fernet et al. Br J Cancer, 2004

Thompson et al. J Natl Cancer Inst, 2005

# リ・フラウメニ症候群

若年期にがん発症のリスクが高い家系

p53変異を有するため、放射線などのDNA損傷により、発症が促進されたり予後不良となる可能性

臨床的にリ・フラウメニ症候群が予測できるか？

30歳までの乳癌症例において、2親等以内に肉腫、副腎皮質癌、脳腫瘍の1症例がある場合



ほぼ100%遺伝性p53変異あり

Gonzalez et al. J Clin Oncol, 2009

# 被ばく災害医学の確立をめざして

学生教育

臨床医学の立場から放射線影響に関する卒前教育



大規模災害に対する対策

診療体制

放射線影響に精通した  
専門職協働チームの育成

研

被ばくによる病態の診断と治療に  
資する先端的研究