

原子力・放射能基礎論  
No. 3 「放射線の健康影響と防護」

講師：谷田貝 文夫

<講義概要>

放射線のエネルギーが原子・分子に吸収されると水分子や生体分子にも化学変化が起きる。細胞は DNA に生じた化学変化である DNA 損傷の多くを修復できるが、この修復に失敗しても身体には組織レベルで守る仕組みが働く。このような防御機構が働かないと、組織・器官に障害が発生したり、がんになってしまうことを最初に述べた。次に、放射線障害は確率的影響と確定的影響による障害に分類されることを障害の例を挙げて説明した。最後に、放射線防護のために設定された、線量制限（公衆限度）1 mSv についてもふれた。

<主な内容>

1. 放射線とそのエネルギーの受け渡し

- ① 自然放射線と人工放射線
- ② 放射線と放射能の違い
- ③ LET (Linear Energy Transfer): 放射線のエネルギーの受け渡し
- ④ 直接作用と間接作用
- ⑤  $\cdot\text{OH}$  ラジカル (活性酸素)

2. DNA 損傷の生成と修復

- ① DNA 損傷の種類
- ② DNA 塩基損傷の除去と修復
- ③ DNA 2 本鎖切断 (DSB) の修復
- ④ 修復遺伝子の欠損と遺伝的疾患
- ⑤ 突然変異と生物の進化

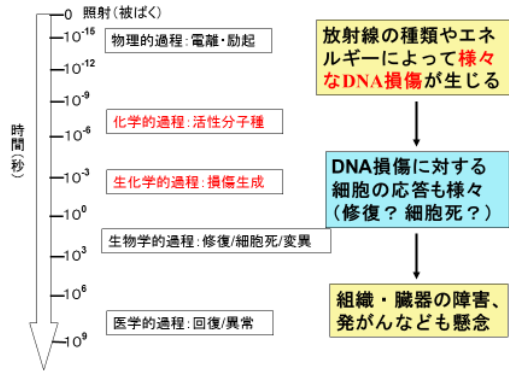
3. 障害の発生と生体防御

- ① 確率的影響と確定的影響
- ② 放射線障害と致死線量の関係
- ③ 各組織で起こる障害のしきい線量
- ④ 胎内被ばく

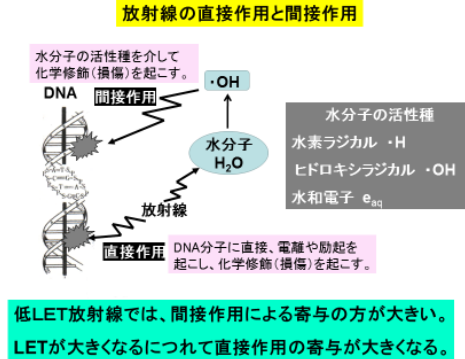
4. 放射線防護の原則と対策

- ① 外部被ばくと内部被ばく (化学形態と集積部位)
- ② 物理的半減期、生物学的半減期、有効半減期
- ③ ICRP (国際放射線防護委員会)、UNSCEAR (国連科学技術委員会)
- ④ 一般市民に対する線量限度 (1 mSv)
- ⑤ 計画被ばく状況における線量限度値 (ICRP2007 年勧告)

**放射線が分子から人体に影響を及ぼすまでの過程**

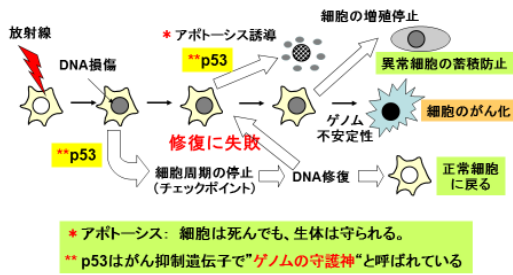


**2. 化学反応過程 (DNA損傷の生成)**



低LET放射線では、間接作用による寄与の方が大きい。  
LETが大きくなるにつれて直接作用の寄与が大きくなる。

**3. 障害の発生と生体防御**



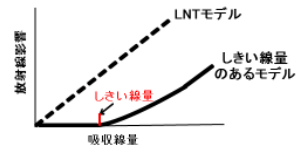
\* アポトーシス: 細胞は死んでも、生体は守られる。  
\*\* p53はがん抑制遺伝子で“ゲノムの守護神”と呼ばれている

このイラストに示していないが、生体を守る仕組みとしては、  
修復と同様に免疫力(異常な自己細胞を殺す免疫細胞)も重要

**3. (2) “障害の発生と生体防御”を放射線防護の観点で考えてみる**

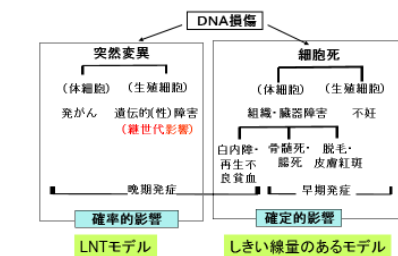
放射線障害は確定的影響と確率的影響に分類される。

それぞれの影響を見積もるために2つの理論モデルがある。



LNT: Linear No Threshold

**放射線障害の分類**



体細胞の細胞死が原因となる放射線急性障害に、骨髄死、腸死、中枢神経死等がある。  
晩期発症の白血病(血液のがん)や固形がんの発生は低線量被ばくと関係が深い。

**線量当量の変遷**

年	目的	制限値
1931	皮膚の防護	0.2 R (2 mGy) / 日
1936	白血病の防護	0.1 R (1 mGy) / 日
1940年代	白血病の防護	0.02 R (0.2 mGy) / 日
1950年代	遺伝的影響の防護	5 rem (50 mSv) / 年
1977	がんの防護	50 mSv / 年
1990	がんの防護	50 mSv / 年 (100 mSv / 5年)

一般市民に対する線量限度(線量制限)

1950年代: 放射線作業員よりはるかに人数の多い一般市民に対して一般の人と放射線作業員の遺伝線量が公平になるように、放射線作業員の10分の1に当たる線量限度5mSv/年設定

1985年: 現在の1mSv/年に設定

「放射線・放射能がよくわかる本」(多田純一郎著)より引用