

学習会「放射線被曝とはなにか？」

報告 2

「電離放射線の種類と特徴」

話題提供・報告 網崎 健太（原告）

1. 自然放射線と人工放射線

私たちが問題とするのは電離放射線であることをみてきました。電離放射線にも自然放射線と人工放射線があります。

自然放射線の例

- 宇宙線
 - 地上に噴出するラドン
 - 海の中で生成されるトリチウム
- など

人工放射線の例

- 核爆発で生じる放射線
 - 原子炉内で核分裂するときに生じる放射線
 - 医療で用いる放射線
- など

- 自然の放射線と共に人類は進化してきました。自然の放射線よりも**私たちが問題にしなければならないのは人工放射線です。**
- 自然に働きかけて地表面に取り出した核分裂物質などは自然の放射線でしょうか、人工放射線でしょうか？
→これを「**人造放射線**」と呼ぶことがあります。

2. 電離放射線の種類

主なもの

α 線 … α 線ヘリウム4の原子核
(陽子2個と中性子2個)

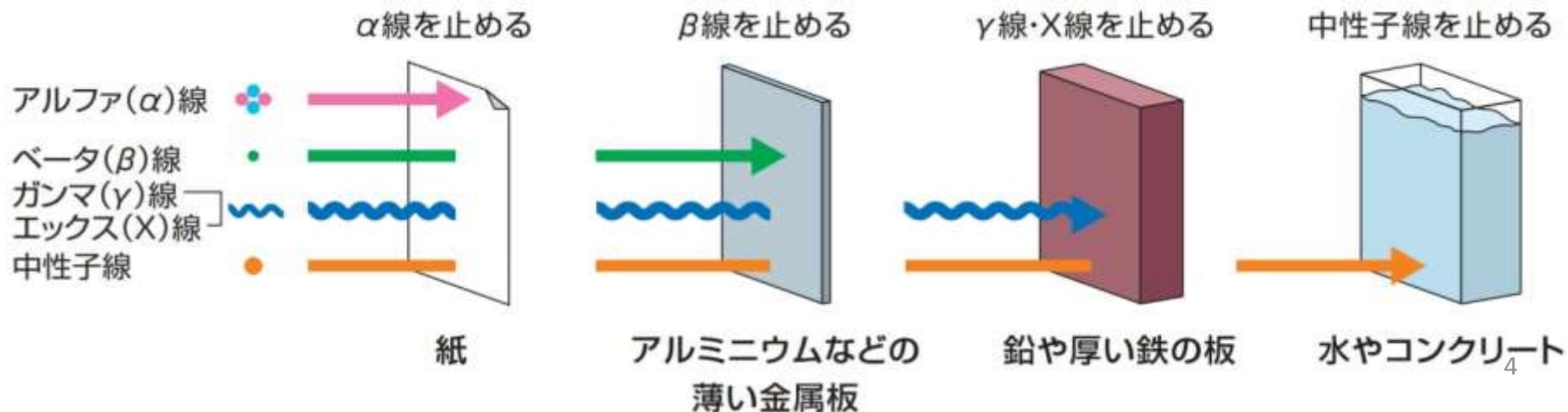
β 線 … 電子の流れ

X線・ γ 線 … 光子の流れ
(光子は質量・電荷を持たない)

中性子線 … 中性子線の流れ
(中性子線は粒子で電荷を持たない)

3. 電離放射線の透過力

- **透過力とは…**電離放射線が物質を突き抜けてより遠くへ飛ぶ力のことをいいます。飛程力ともいいます。
- **α 線…**空気中では2~3cmしか飛びません。空気に比べて密度の大きい紙1枚で止まります
- **β 線…**空気中では核種により数~10m飛びます。アルミ板やプラスチック1枚で止まります。

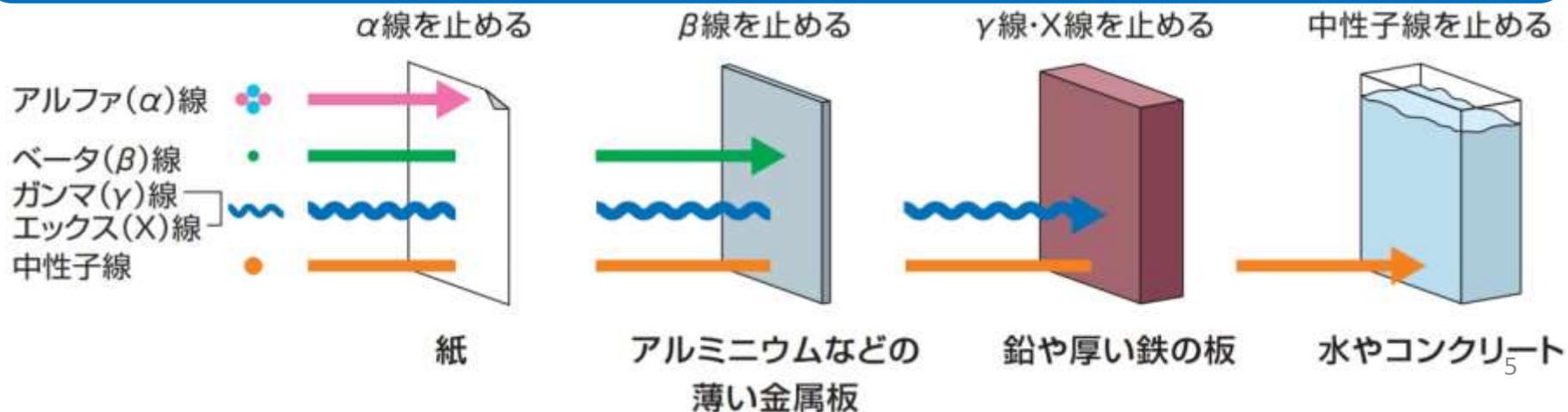


4. 電離放射線の透過力

- **X線・γ線**…空気中では100m～200mで半減します。鉛や厚い鉄の板で止まります。
- **中性子線**…空気中では200m～300mで飛びます。X線やγ線、中性子線が飛ぶ距離は線源のエネルギーが大きいほど遠くへ飛びます。

【参考】実際の透過力・飛程は核種・電離エネルギーの大きさによって様々です。

- 空気中の飛程は4.01MeVの ^{232}Th の α 粒子に対し25mm、7.68MeVの ^{212}Po の α 粒子に対して86mmである。
- もし、空気中での飛程が50mmの場合、殆どが水と考えるとよい紙や生体中での飛程は50 μm となり、厚さ0.1mmの紙で十分止めることができる。



5. 透過力が大きいとはどういうことか？

- 透過力が大きいとは電離放射線が物質に衝突したとき、放出する電離エネルギーが小さいということでもあります。

→エネルギーの放出が小さいので遠くへ飛ぶ

- 透過力小さいということは、逆に物質と衝突したときに放射する電離エネルギーが大きいということでもあります。

→エネルギーの放出が大きいので早く減衰して遠くへ飛ばない

6. 線エネルギー付与 (LET) とは何か？

ここでみなさんにやっかいな述語を理解してもらわなければなりません。
さほど難しいことではありません。

線エネルギー付与 (LET=Linear Energy Transfer) です

LETとは…電離エネルギーが物質と衝突した時にその物質に与える電離エネルギーのことをいいます。
透過力の大きい順にLETが小さい、ということになります。

透過力

X線
γ線
中性子線

> β線 > α線

線エネルギー付与 (LET)

X線
γ線
中性子線

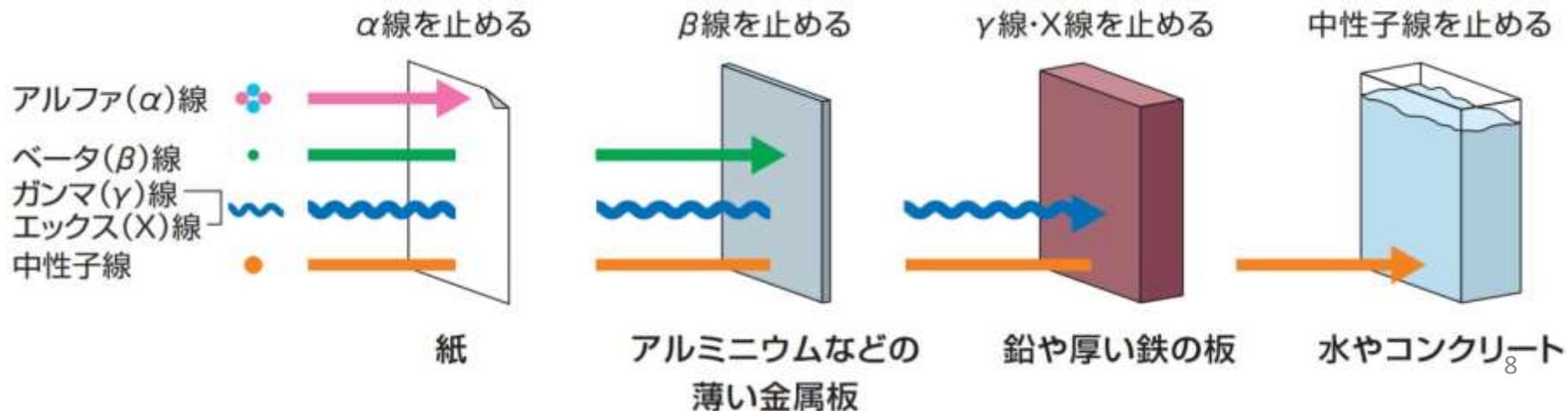
< β線 < α線

7. ヒトにとって危険な電離放射線は何か

下図は中学生向け放射線副読本から抜粋したものです。これで見ると、透過力の大きい順にヒトにとって危険な放射線のようにみえます。しかし、これは物事の半分しか説明していません。

放射線源が体外にある場合には透過力の大きい（飛程力の大きい）線種ほど危険です。アルファ線やベータ線は線源から少し離れれば、電離エネルギーを空気中で使い果たして身体に届きません（エネルギーの大きさは距離の二乗に反比例する）

- つまり外部被曝ではこの図の順通りに危険な放射線ということになります

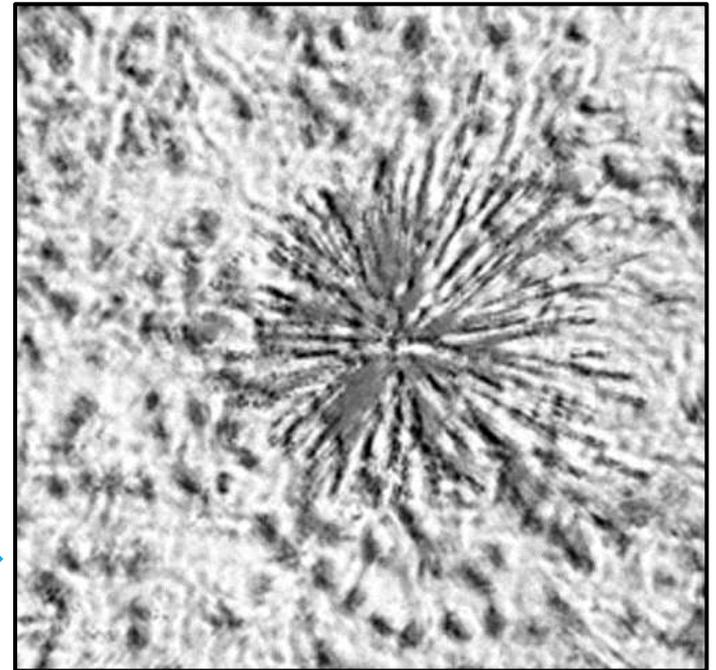


8. 内部被曝では危険度は逆転する

放射線源が体内に入った場合（内部被曝）ではどうなるのでしょうか？

- アルファ線は、原子密度が小さい空気中では2～3 cm飛びます。人体は密度が高いため（人体の約70%は水）せいぜい1mmしか飛びません。しかし細胞というミクロの世界で1mmは途方もない長さになります。

豚の肺臓に付着した酸化プルトニウムから発するアルファ線の飛跡を撮影したもの。（出典：ECRR2003勧告）



9. 内部被曝では危険度は逆転する

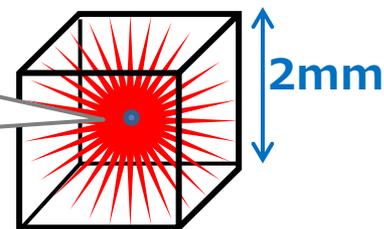
放射線源が体内に入った場合（内部被曝）ではどうなるのでしょうか？

- ヒトの細胞の大きさは平均約8ミクロン。
2ミリ（2000ミクロン）の立方体の中に含まれる細胞は約1562.5万個です。

($2000 \div 8 = 250$)

細胞の数 $250^3 = 15,625,000$ 個)

放射線は球形
なので被曝箇
所は本来球形



こうして内部被曝ではLETの大きいアルファ線やベータ線の順で細胞の損傷の度合いが大きくなります。内部被曝では、放射線種の危険度は外部被曝とちょうど逆転するのです。

内部被曝ではLET（線エネルギー付与）の大きい線種ほど危険です