

基調講演

そこが知りたい、放射線と放射能

2012.12.11

大塚 徳勝(おおつか のりかつ)

元 日本原子力研究所・副主任研究員

元 東海大学教授

【略歴】

1960年	熊本大学 理学部 物理学科 卒業
1960年～'80年	科学技術庁入庁の後、日本原子力研究所入所
1975年	副主任研究員，理学博士（広島大学）
1980年～'99年	東海大学教授
1981年～'04年	熊本大学非常勤講師

【研究・教育分野】 放射線物理，原子力工学，エネルギー・環境科学

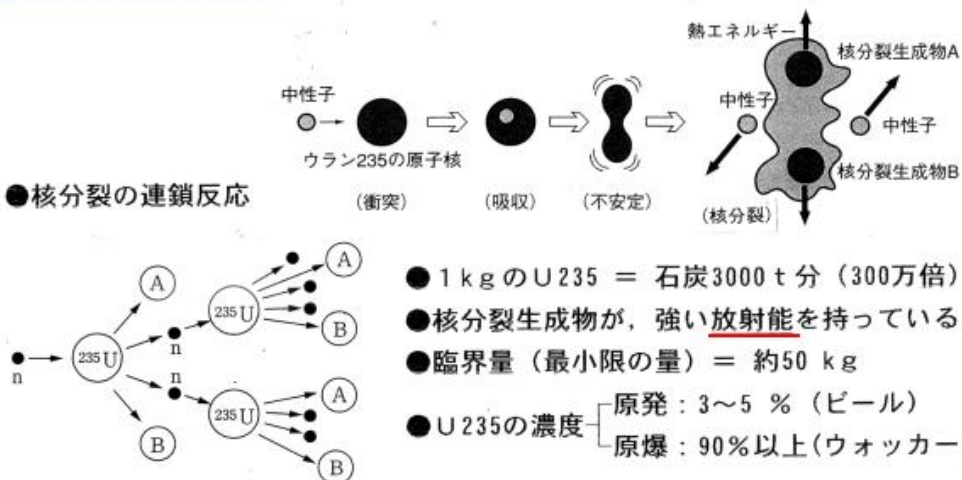
【学外活動】

[財]原子力安全技術センター・非常勤検査員
[財]日本原子力文化振興財団・派遣講師
[社]九州エネルギー問題懇話会・研究委員・顧問
[財]エネルギー環境教育情報センター・派遣講師
九州プラスネット代表幹事

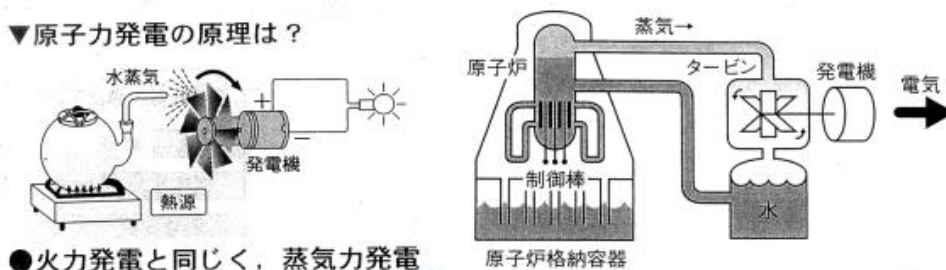
【著書】 単著 『Q & A 放射線物理』 共立出版，1995，2007改
『そこが知りたい物理学』 共立出版，1999
『知っておきたい環境問題』 共立出版，2005
『知らないと怖い環境問題』 共立出版，2010
『これならわかる物理学』 共立出版，2012
共著 『ミクロ科学とエネルギー』 コロナ社，1999 など5冊

【1】原子力とは？：ウランが核分裂する際に発生する熱エネのこと

●核分裂の連鎖反応



▼原子力発電の原理は？



【2】放射線とは？：モノではなく、エネルギーの一種！

●目には見えないが、強力なエネルギーをもった光のようなもの

電 波	赤外線	光	紫外線	X 線	γ 線
長, 中, 短波, VHF, UHF		10^{15}			10^{20} ヘルツ

▼放射線の種類は？ { 電磁放射線：X線, γ線
 粒子放射線：α線, β線, 電子線, 中性子線など

●落雷の際にも、強いγ線が放射される。

▼何から出るのか？ { 放射性物質 (Ra, I-131, Cs-137) …… α, β, γ線
 宇宙の彼方 (恒星) …………… 宇宙線
 人工発生源 (レントゲン, 管テレビ) …… X線, 電子線

●恒星は原子核反応をしている。

●宇宙線は 600個/秒も身体を貫通。

【3】放射能とは？：放射線を出す能力・性質のこと

●しかし、『放射性物質』の意味に使われ、また『放射線』と混同されている。

●放射能漏れ ≠ 放射線漏れ

社会的混乱！

	ラジウム	蛍
物質	放射性物質	発光性昆虫
性質	放射能	発光能
エネルギー	放射線	光

▼種類と場所は？

- 自然放射能：Ra, Rn, U, K-40 …
- 地殻, 海, 川, 地下水, 大気, 体内に分布
- 人工放射能：I-131, Cs-137, F-18 …

- 深さ1mの60坪の土壌：1kgのUが埋蔵
- 海水：45億トンのUが溶解

▼なぜ、特定の元素だけが放射能を有するのか？

- エネルギーの高い原子核は、放射線を放出して、安定な原子核に変わる。
(不安定) ・電圧の高い雷雲に似ている。

∴不安定な原子核が『放射能』を持っている。

- 放射性原子核の崩壊(壊変)



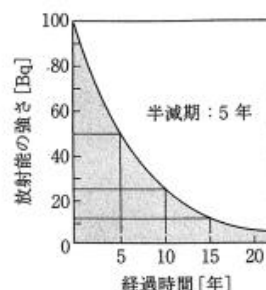
▼半減期とは？：放射能が1/2になるまでの時間

- 放射能の強さは、風呂の温度のように徐々に低下
- 不安定な原子核ほど、半減期は短い＝放射能は強い

- Ra(1600年)の放射能>U(45億年)の300万倍強!

- 温泉は有料の被曝施設! 周囲は放射能汚染(?)

- 放射能は正しく怖がろう



▼Bq(ベクレル)とは？：放射能の強さ(量)の単位, 1 Bq=1個壊変/秒

地殻 500兆 ト	4.3×10^{25} Bq	ホウレン草	89~222 Bq/kg
福島原発残存量	1.1×10^{18} "	サラダ油	181 "
チェルノブイリ 放出量	5.2×10^{18} "	玄米	74 "
福島原発放出量	4.8×10^{17} "	牛乳	52 "
広島 原爆	2.7×10^{17} "	尿	111 Bq/ℓ
山梨の増富温泉	11,100 Bq/ℓ	海水	11 "
人体 (60 kg)	7,600 Bq	河川水	3.7 "
一般食品規制値	100 Bq/kg	水道水	0.74 "
土壌	155~1025 "	大気	0.4~5.6 Bq/m³

【4】放射能汚染の実態：北西地域が汚染, 7~8割は海洋に放出

飯館村の土壌	16.3万 Bq/kg = 362万 Bq/m² (Cs-137)
" 飲料水	965 Bq/ℓ (I-131で一時期汚染)
東京の "	210 " (")

▼生物学的半減期とは？

(代謝機構の違い)

放射性元素	物理学的半減期	生物学的半減期
Cs-137	30 年	70 日
I-131	8 日	120 日

●食品中の放射性物質の規制値 [Bq/kg]

品 目	Cs-137	I-131
一般食品	100	2000
牛乳, 乳製品	50	300
乳児用食品	50	100
飲料水	10	300

●風評被害の例

- ・ ペットボトルの買い占め
- ・ 鮮度より放射能濃度を重視
- ・ M社の粉ミルクへの対応
30.8 Bq/kg (Cs-137)
40万缶 廃棄

●放射性カリウム-40の濃度

干し昆布	2000 Bq/kg
干し椎茸	700
お茶	600
粉ミルク	200
ホウレン草	200
牛肉, 魚	100
牛乳	50

●体内の放射性物質の量

K-40	3,956 Bq
炭素14	3,599
鉛210	15
.....	
ウラン	1
合 計	7,600 Bq

【5】海水中の放射性物質の生物濃縮（食物連鎖）

- 生物濃縮は、放射能の有無とは関係なし。一般の化学物質と同じ。
- 化学物質の濃縮係数 = 生物体内の濃度 / 海水中の濃度

●放射性Csの濃縮係数 ⇔

[例] 海水中の放射性Csの濃度 = 9 Bq/l

●魚介類の濃縮係数

放射性Cs	10~100
有機水銀 [水俣病]	360~600
殺虫剤のDDT	12,000

イカ, タコ	9
植物プランクトン	20
動物 "	40
藻類	50
エビ, カニ	50
貝類	60
魚	100
イルカ	300

【6】『放射能の強さ』と『放射線の強さ』の関係は？ … 距離が関係

光源の強さ …… 照度
マグニチュード …… 震度

- 放射線の量（線量）= [放射線の強さ] × [時間] …… 日光浴と同じ
- 線量の単位：mSv（ミリシーベルト），μSv（マイクロミリシーベルト）
- 被曝 ≠ 被爆 ●被曝しても、放射能や放射線は残らず。感染はしない。

- 自然放射線による年間被曝線量
= 2.4 mSv
- 医療被曝線量 = 3.8 mSv

宇宙	0.38 mSv
大地	0.48 "
食物	0.29 "
ラドン	1.25 "

… 内部被曝

●人類は太古の昔から、自然放射線を受けながら、突然変異を繰り返して進化。

神奈川	熊本	長崎	広島	福岡	岐阜	広東	ケラ(インド)	ラムサル(イラン)
0.81	0.98	1.00	1.07	1.10	1.19	3.0	17	71mSv/年

●発癌や遺伝的影響：地域差なし

●放射線も正しく怖がろう

●身の回りの放射線の強さと線量

平常時の原発周辺	0.001 mSv/年	避難区域	20 mSv 以上/年
ブラウン管型テレビ	0.001 mSv/時	宇宙飛行士	100～150 mSv/回
原子力船むつ	0.002 "	<u>臨床的症候なし</u>	<u>250 mSv以下</u>
飛行機（日米間往復）	0.19 mSv/回	白血球の減少	250～500 mSv
胃部X線写真	0.6 "	致死線量	7,000 "
ラドン温泉（中津川）	2.8 mSv/年	原爆初期放射線	100,000 "
胸部X線CTスキャン	6.9 mSv/回	ガン治療	2,000 " × 30回

●私は30歳のとき、被曝（36 mSv）事故に遇っている。

▼フクシマとヒロシマの違いは？

放射能の放出量だけでは決まらず、

●原爆は、初期放射線（ピカドンのピカ）による急性外部被曝【イッキ飲み】

原爆死の原因 ⇔ 焼死と圧死：95 %，被曝死：5 %

●黒い雨に含まれていた短半減期の放射能による、外部・内部（慢性）被曝

●放射線ホルムシス：微量放射線の効能 …… イッキ飲みと晩酌の違い！

●現地での実測値（2012.9.7）

飯館村役場前	1.7 μ Sv/時
福島駅前	0.37 "
相馬市の草むら	2.5 "
国道・県道	0.2～0.8 "
コンビニ店内	0.07 "

⇔ 15 mSv/年

●自宅での実測値 = 0.07 μ Sv/時

庭石（花崗岩） = 0.11 "

●放射性Csの規制値 = 100 Bq/kg：普通に食べて、年間線量が1 mSv以下

●食品中の放射性Csによる年間被曝線量

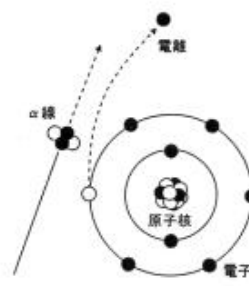
福島	0.0193 mSv
宮城	0.0178 "
東京	0.0026 "

【7】放射線の性質は？

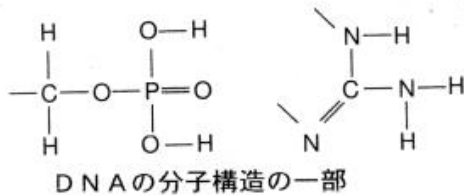
- ①強い透過力
- ②電離（イオン化）作用

●水（H-O-H）に放射線が当たると、HとOに分解する。

●物質に放射線が当たると、化学反応が起こる。



- 生体では、DNAの分子が切断され、配列が狂う ⇒ 突然変異



●突然変異の原因

発癌物質
熱処理
紫外線
放射線
ウイルス
ストレス

- 『たばこ』1本の突然変異力 = 0.04 mSvに相当 (副流煙 > 年間100 mSv)

【8】放射線の人体への影響

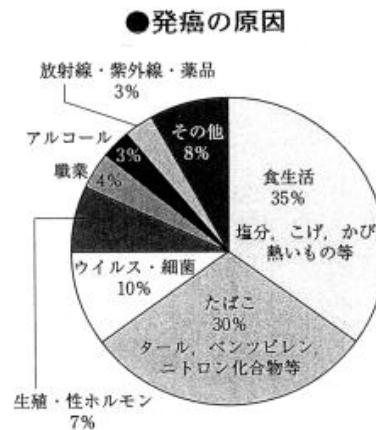
- 線量の他に、
 ①全身か局部か
 ②急性か慢性か
 ③外部か内部か
 に関係

▼放射線によって癌になりやすくなるが、
逆に癌が治るのは何故か？

発癌の確率	200 mSvで1%増大
自然発生率	30%

100 mSv以下では、識別不可能。

- 遺伝子
 - 体細胞の遺伝子 ⇒ 癌
 - 生殖細胞の遺伝子 ⇒ 遺伝



▼遺伝的影響は？：動物実験では顕著。しかし、人では幸いにも認められず。

【9】被曝による健康被害の予測

- 作業員：6名が250 mSv以上 ⇒ 発癌率が1.25%増加の可能性
- 福島県民：99%が10 mSv以下，2名が23 mSv ⇒ 不安！
- 子供の45%に甲状腺の内部被曝：毎時 0.01~0.1 μ Sv ∴ 問題なし

【10】こんなところに役立つ放射線

- ①透過力の違いを利用：透過力は、物質の厚さや密度で違う。

- 医療：X線診断（レントゲン検査，X線CT）
- 工業：非破壊検査（空港の手荷物検査，溶接部のX線検査），厚み計

- ②電離作用を利用：生じたイオンによって，化学反応が起こる。

- 医療：ガン細胞の破壊，医療器具（注射器など）の滅菌
- 工業：タイヤ用ゴムの強化，耐熱性電線や発泡ポリエチレンの製造
- 農業：ジャガイモの発芽防止，害虫の不妊化，品種改良，食品の滅菌

- ③その他：PET検査，グロー放電管，夜光塗料，微量分析，考古学的年代測定