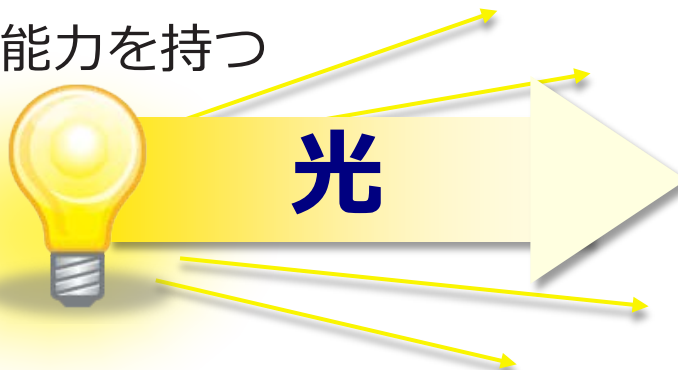


放射線・放射能・放射性物質とは

- 電球 = 光を出す能力を持つ

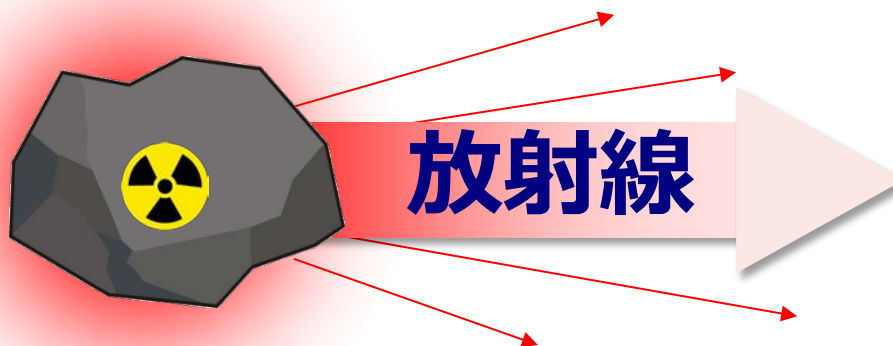
ワット (W)
▶ 光の強さの単位



ルクス (lx)
▶ 明るさの単位

- 放射性物質 = 放射線を出す能力（放射能）を持つ

ベクレル (Bq)
▶ 放射能の単位

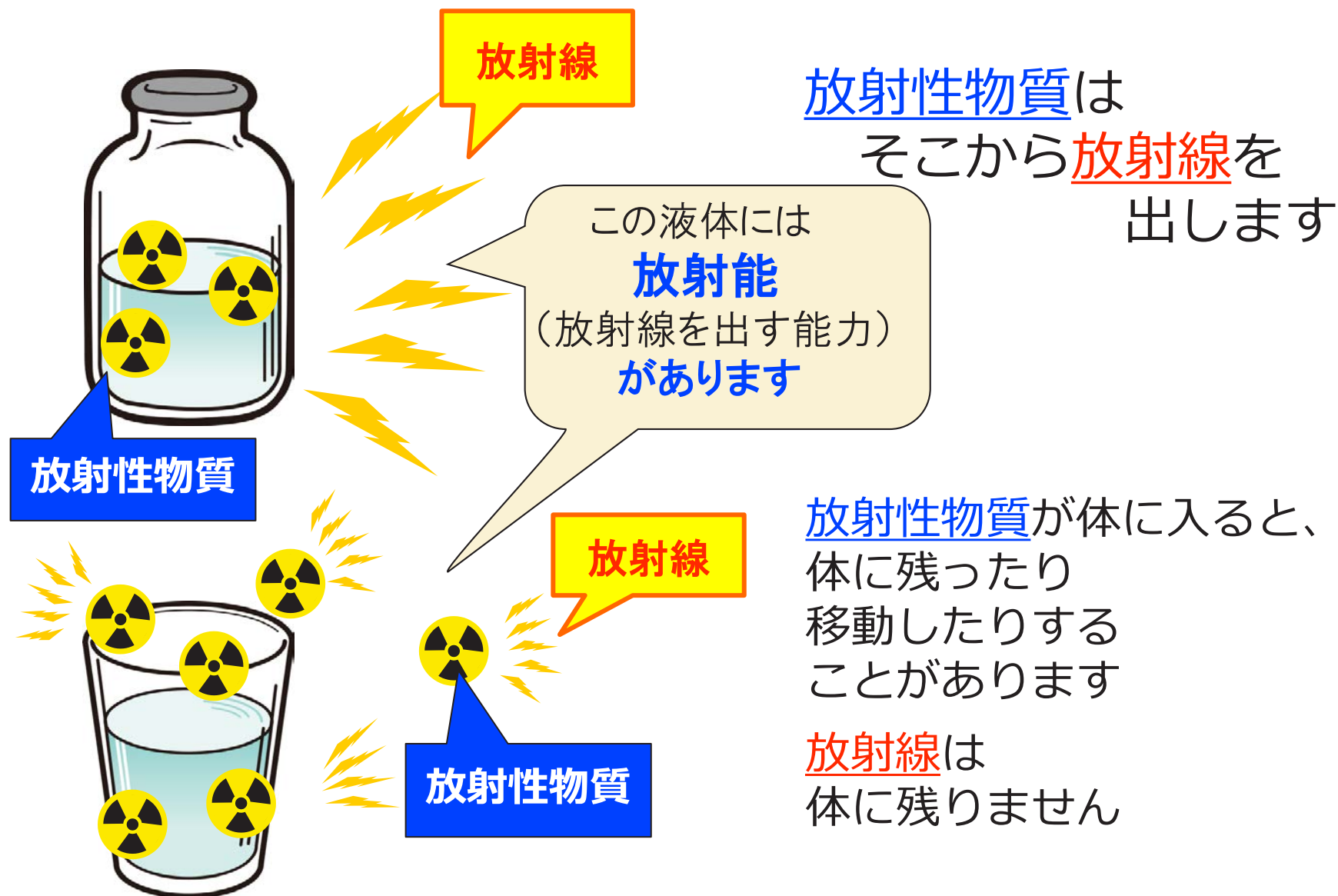


シーベルト (Sv)
▶ 人が受ける放射線
被ばく線量の単位

換算係数

※ シーベルトは放射線影響に関係付けられる。

放射線と放射性物質の違い



放射線と放射能の単位



ベクレル (Bq)

放射能の強さの単位：
1 秒間に 1 個の割合で原子核が変化する(壊変する) = 1 ベクレル

シーベルト (Sv)

人が受ける放射線被ばく線量の単位：
放射線影響に関係付けられる

被ばくの種類

外部被ばく

体の外側からの被ばく

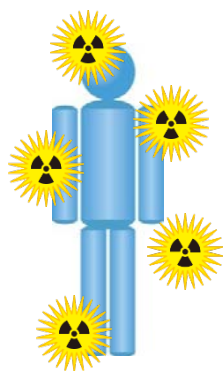
放射性物質
等の線源



局所被ばく



全身被ばく



体表面汚染

汚染された本人、
及び周囲の人々が
被ばくする可能性が
あります

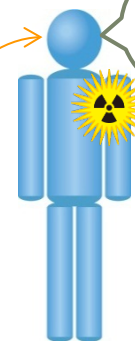
傷口



内部被ばく

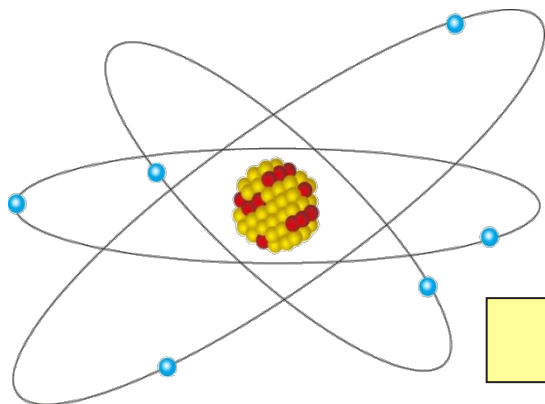
体の内側からの被ばく

放射性物質



吸入
飲食

原子の構造と周期律



原子	原子核	陽子	電荷
		中性子	
	電子		
			+
			0
			-

陽子の数（原子番号）で化学的性質が決まります

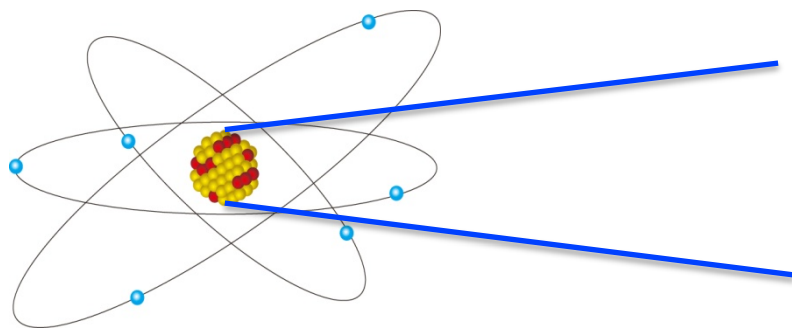
元素の周期律表

		族																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
周期	1	1 H 1.008																	2 He 4.003
	2	3 Li 6.941	4 Be 9.012	原子番号 元素記号 原子量 典型非金属元素 典型金属元素 遷移金属元素										5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
	3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
	4	19 K 39.1	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.95	35 Br 79.9	36 Kr 83.8
	5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)※	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
	6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71 ランタノイド	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
	7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 アクチノイド	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (264)	108 Hs (265)	109 Mt (268)	110 Ds (269)	111 Rg (272)	112 Cn (277)	113 Uut (278)					
		57-71 ランタノイド 57 La 138.9 58 Ce 140.1 59 Pr 140.9 60 Nd 144.2 61 Pm (145) 62 Sm 150.4 63 Eu 152.0 64 Gd 157.3 65 Tb 158.9 66 Dy 162.5 67 Ho 164.9 68 Er 167.3 69 Tm 168.9 70 Yb 173.0 71 Lu 175.0 89-103 アクチノイド 89 Ac (227) 90 Th 232.0 91 Pa 231.0 92 U 238.0 93 Np (237) 94 Pu (239) 95 Am (243) 96 Cm (247) 97 Bk (247) 98 Cf (252) 99 Es (252) 100 Fm (257) 101 Md (256) 102 No (259) 103 Lr (260)																	

() をつけた値は、その元素の代表的な放射性同位体の質量数である (IUPAC)

文部科学省 「一家に一枚周期表第6版」

原子核の安定・不安定



原子核

陽子と中性子の数のバランスにより、
不安定な原子核が存在します
＝放射性の原子核

		炭素11	炭素12	炭素13	炭素14	セシウム 133	セシウム 134	セシウム 137
原子核	陽子数	6	6	6	6	55	55	55
	中性子数	5	6	7	8	78	79	82
性質		放射性	安定	安定	放射性	安定	放射性	放射性
記載法		^{11}C	^{12}C	^{13}C	^{14}C	^{133}Cs	^{134}Cs	^{137}Cs
		$^{11}_{6}\text{C}$	$^{12}_{6}\text{C}$	$^{13}_{6}\text{C}$	$^{14}_{6}\text{C}$	$^{133}_{55}\text{Cs}$	$^{134}_{55}\text{Cs}$	$^{137}_{55}\text{Cs}$
		C-11	C-12	C-13	C-14	Cs-133	Cs-134	Cs-137

様々な原子核

陽子数（原子番号）は同じで中性子数の異なる原子核（同位体）

元素	記号	陽子数	安定	放射性
水素	H	1	H-1, H-2※	H-3※
炭素	C	6	C-12, C-13	C-11, C-14, ..
カリウム	K	19	K-39, K-41	K-40, K-42, ..
ストロンチウム	Sr	38	Sr-88	Sr-89, Sr-90, ..
ヨウ素	I	53	I-127	I-125, I-131, ..
セシウム	Cs	55	Cs-133	Cs-134, Cs-137, ..
ウラン	U	92	なし	U-235, U-238, ..
プルトニウム	Pu	94	なし	Pu-238, Pu-239, ..

※：H-2は重水素、H-3は三重水素又は、トリチウムと呼ばれます。

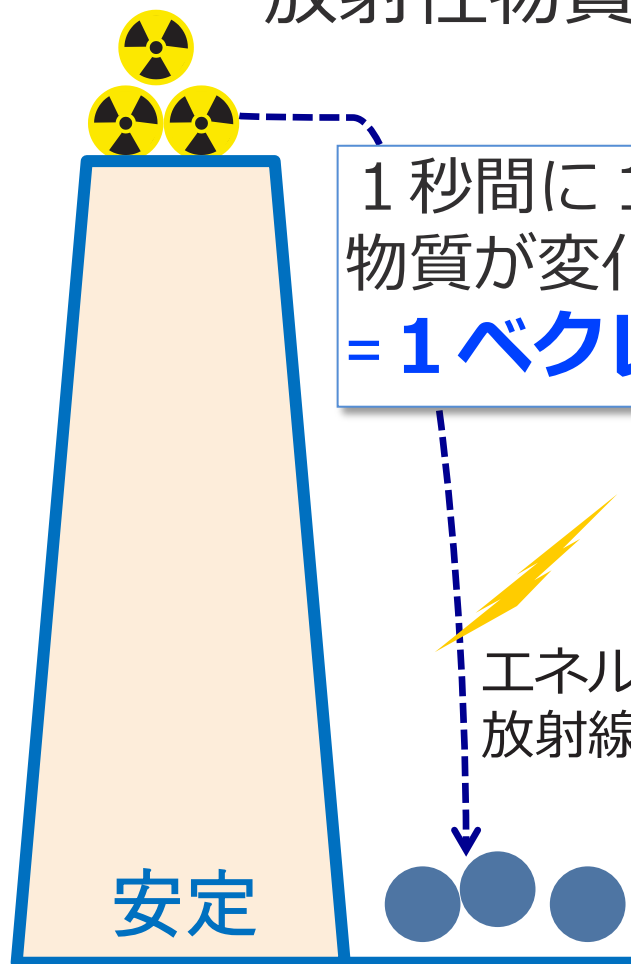
・・は、そのほかにも放射性物質があることを意味する。青字は自然に存在する放射性物質

放射性物質	放出される放射線	半減期
トリウム232 (Th-232)	α, γ	141億年
ウラン238 (U-238)	α, γ	45億年
カリウム40 (K-40)	β, γ	13億年
プルトニウム239 (Pu-239)	α, γ	24,000年
炭素14 (C-14)	β	5,730年
セシウム137 (Cs-137)	β, γ	30年
ストロンチウム90 (Sr-90)	β	29年
セシウム134 (Cs-134)	β, γ	2.1年
ヨウ素131 (I-131)	β, γ	8日
ラドン222 (Rn-222)	α, γ	3.8日

赤字は人工放射性物質 α : α (アルファ) 線、 β : β (ベータ) 線、 γ : γ (ガンマ) 線

壊変と放射線

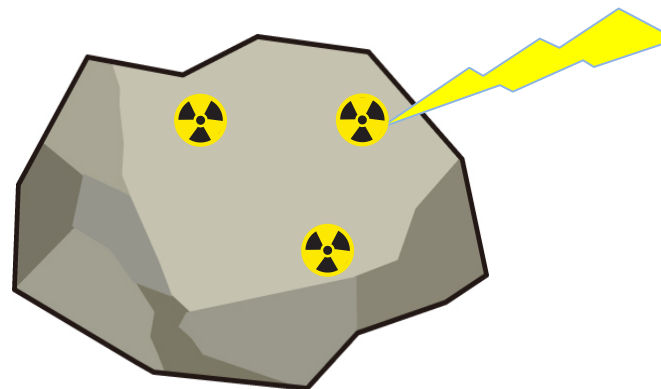
放射性物質は不安定



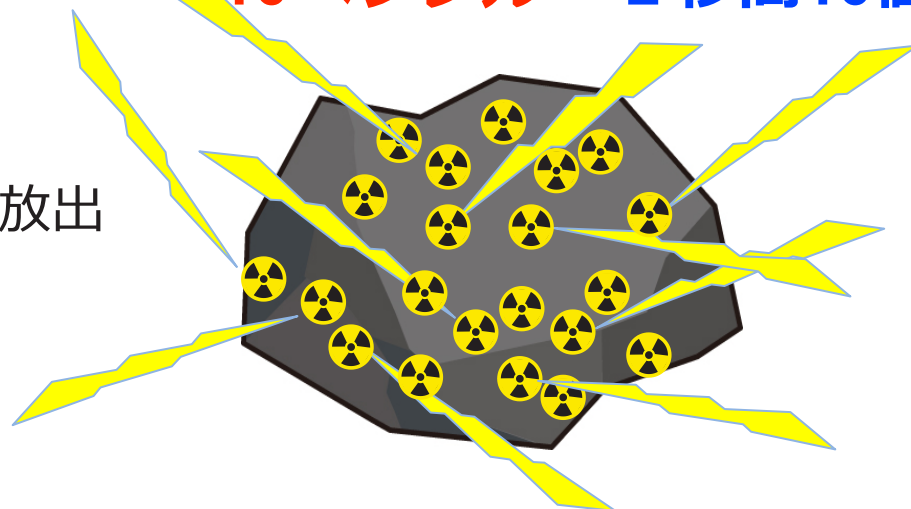
1 秒間に 1 個
物質が変化（壊変）
= **1 ベクレル (Bq)**

エネルギーを
放射線として放出

1 ベクレル **1 秒間 1 個**壊変



10 ベクレル **1 秒間 10 個**壊変



半減期

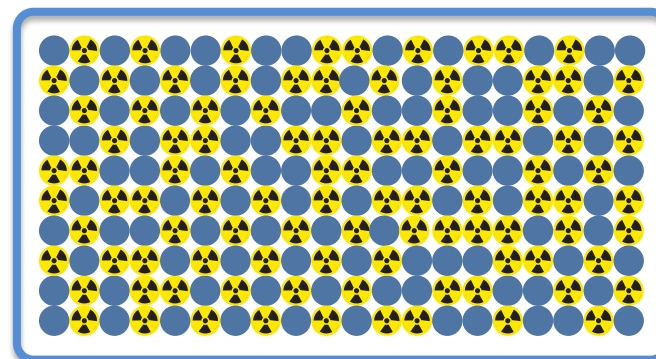
放射線を出す能力（放射能）の減り方

最初の状態
(不安定な原子核が並んでいる)



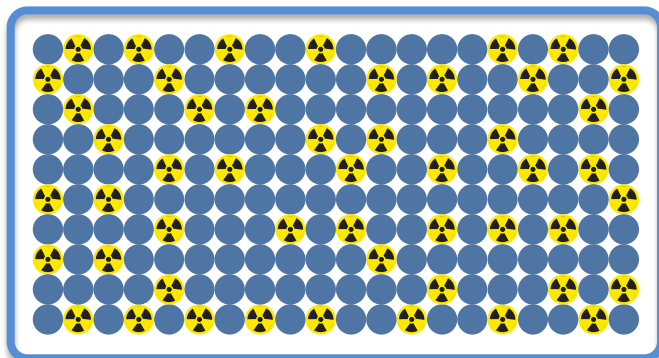
● は200個

半減期分の時間が経過



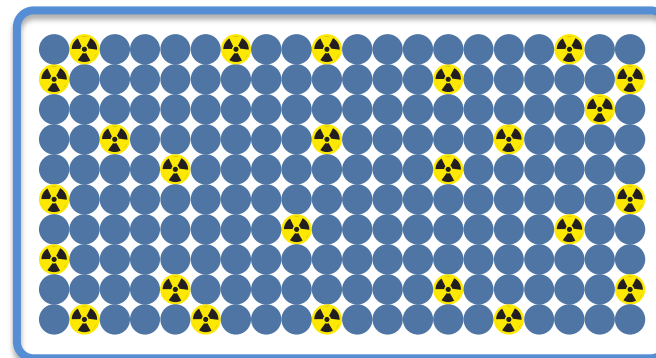
● は100個（最初の半分）

半減期の2倍の時間が経過



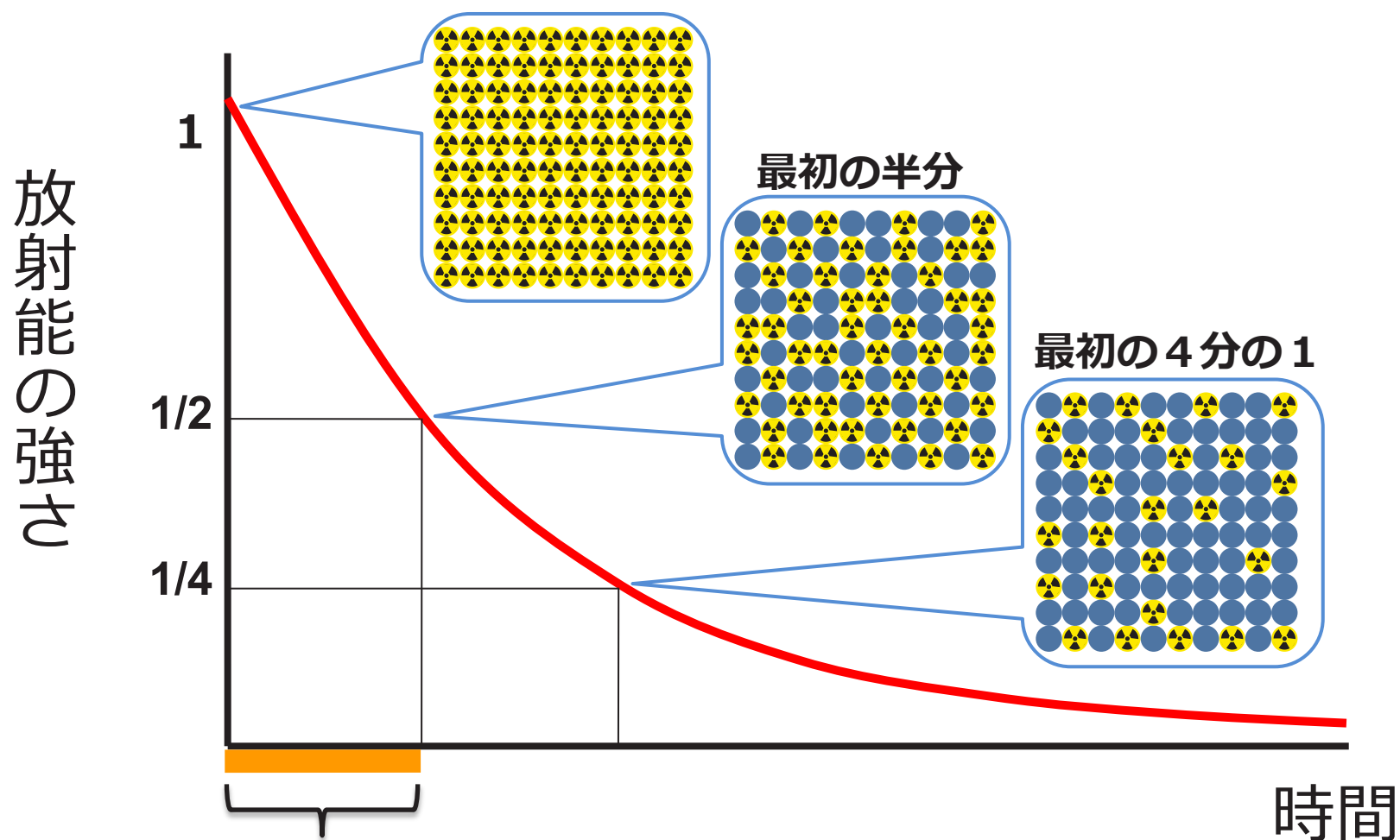
● は50個(最初 4 分の 1)

半減期の3倍の時間が経過



● は25個（最初の 8 分の 1）

半減期と放射能の減衰



放射性物質の量が半分になる時間
= (物理学的) 半減期

長い半減期の原子核

例 宇宙の誕生と共に放射性物質が存在し、地球が生まれたときに取り込まれた放射性物質

地球誕生から
46億年



系列 放射性の原子核から安定な原子核になるまで、次々に核種が変化しながら壊変する

・ ウラン238

半減期：45億年

・ トリウム232

・ ウラン235

非系列 放射性の原子核から直接安定な原子核に壊変する

・ カリウム40

半減期：13億年

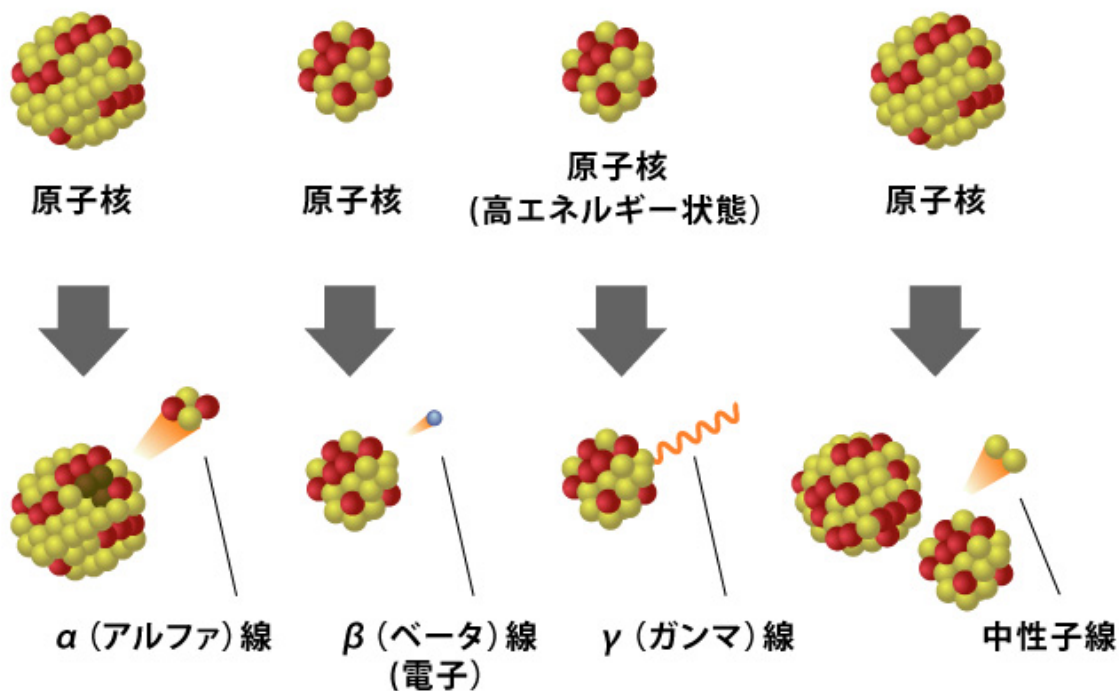
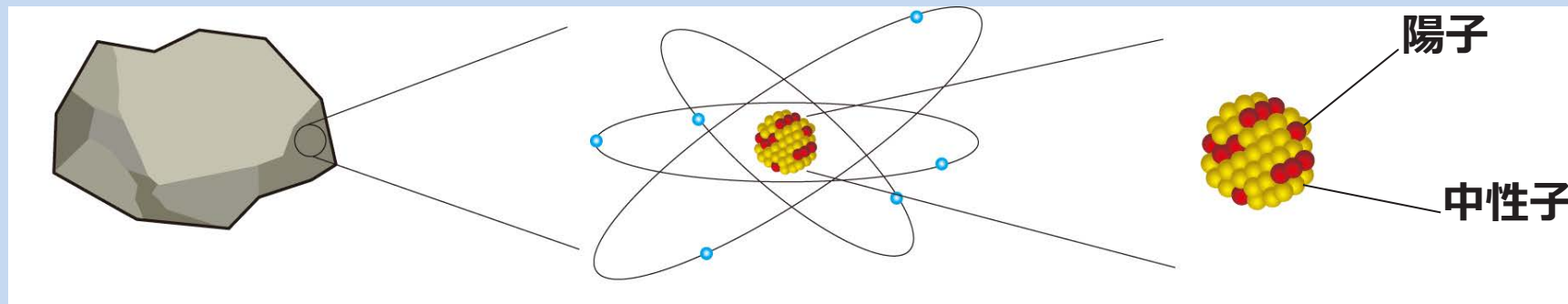
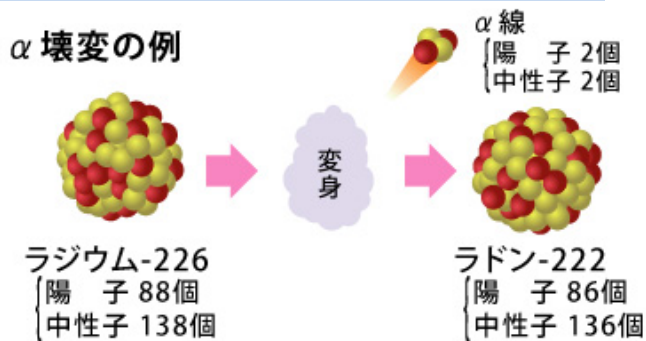
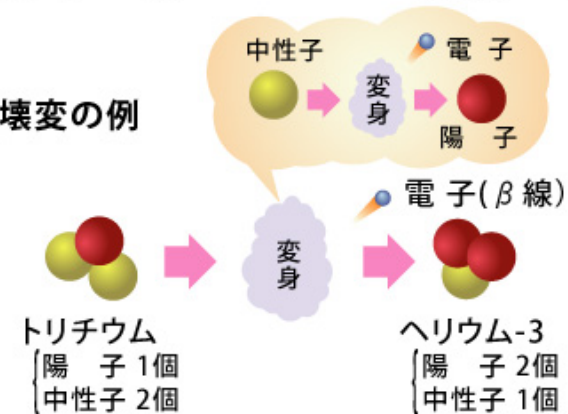
・ ルビジウム87 等

放射線はどこで生まれる？

物質

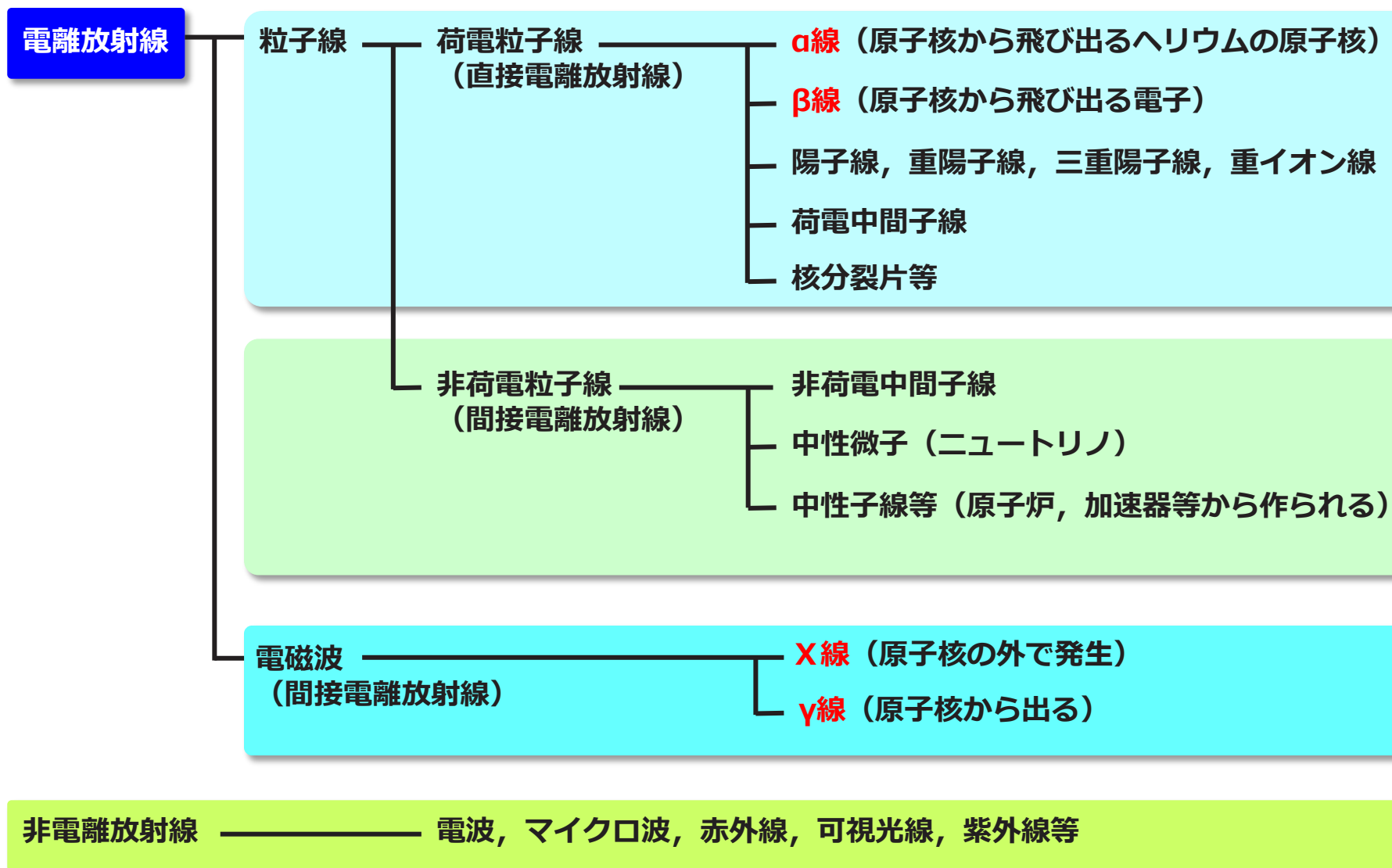
原子

原子核

 α 壊変の例 β 壊変の例

放射線

放射線の種類



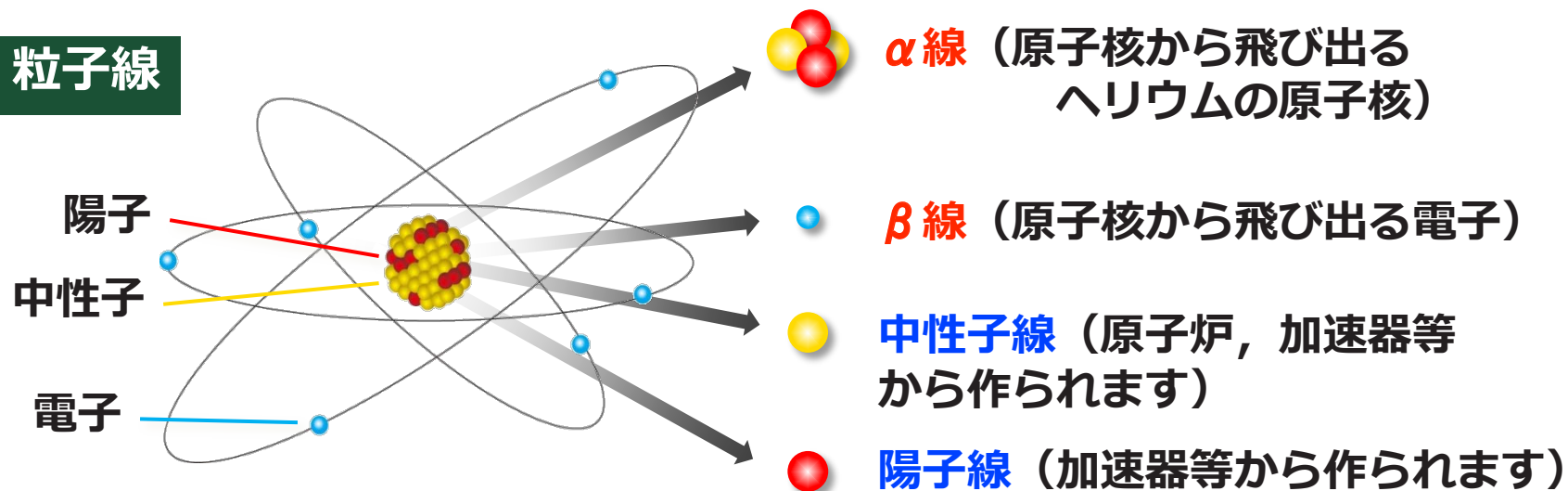
放射線には電離放射線と非電離放射線がありますが、通常放射線といった場合は、電離放射線のことをいいます。

電離放射線の種類

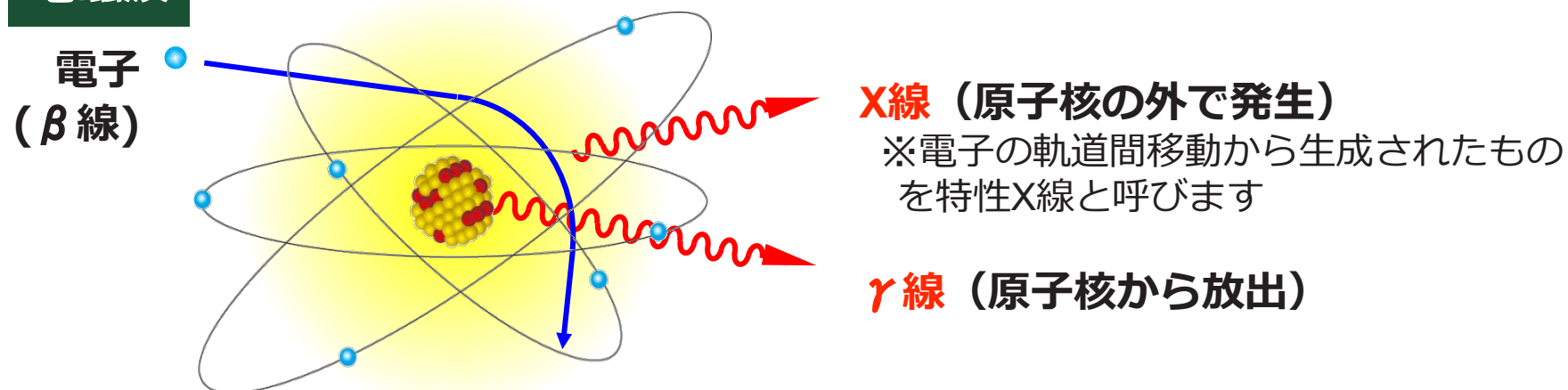
電離放射線

電離作用を有する放射線

粒子線

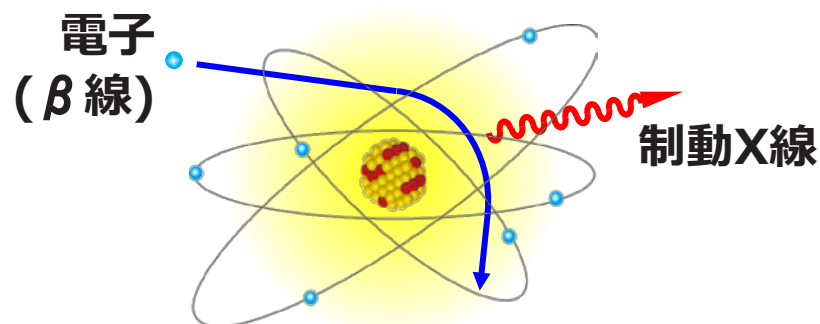


電磁波

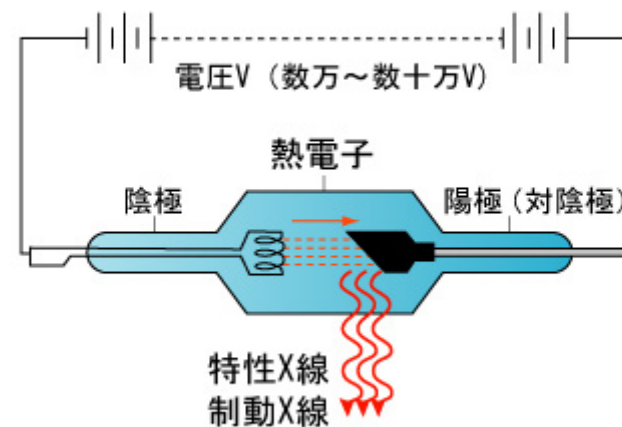


医療で使われるエックス線と発生装置

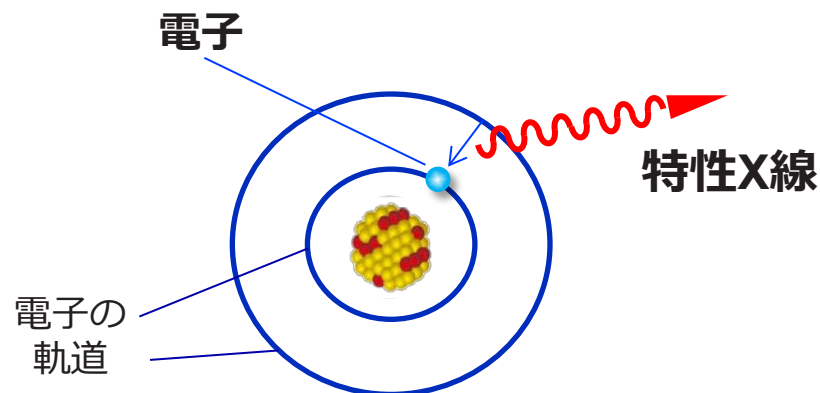
制動X線



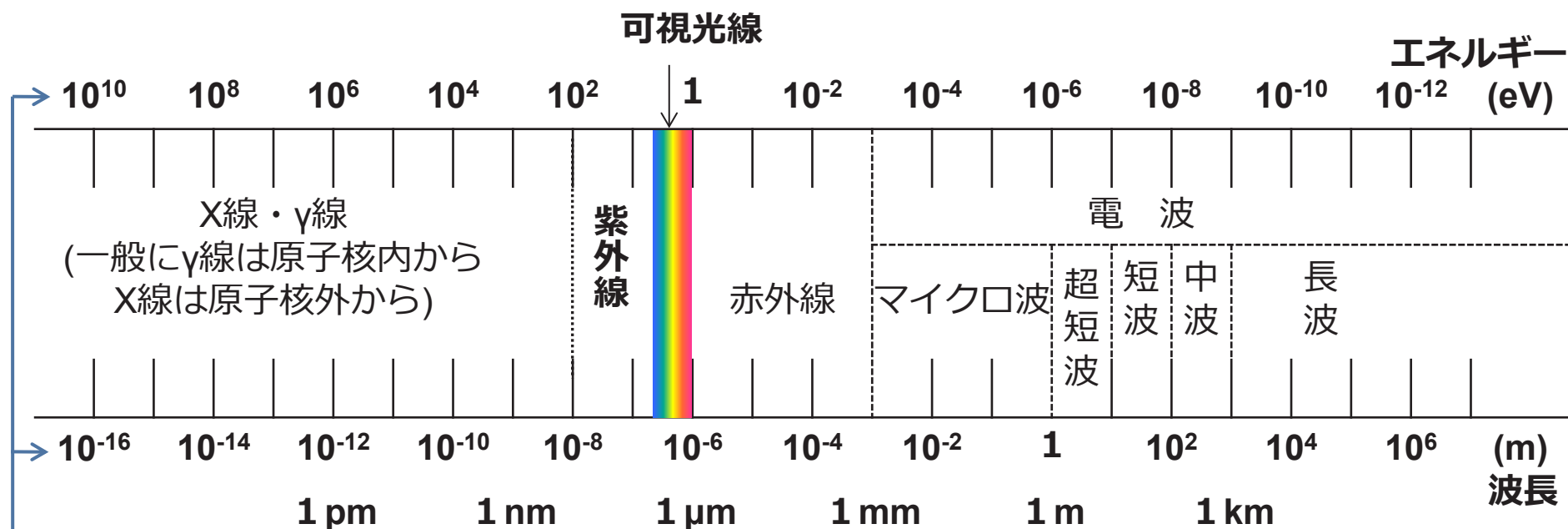
X線発生装置の構造図



特性X線

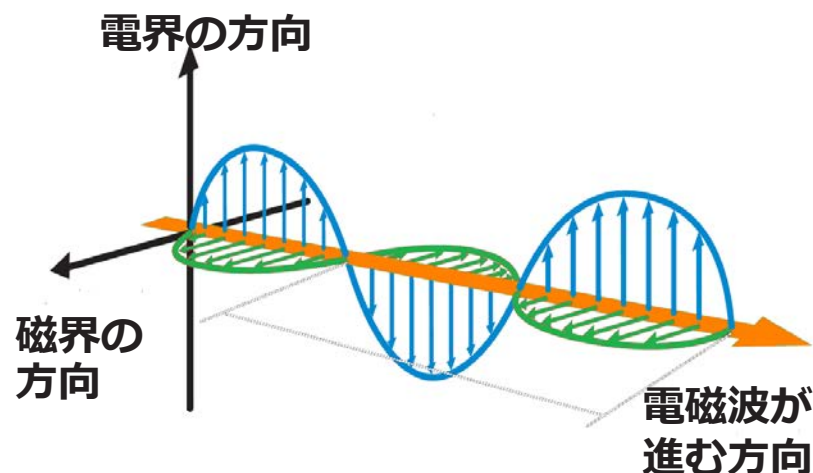


電磁波の仲間



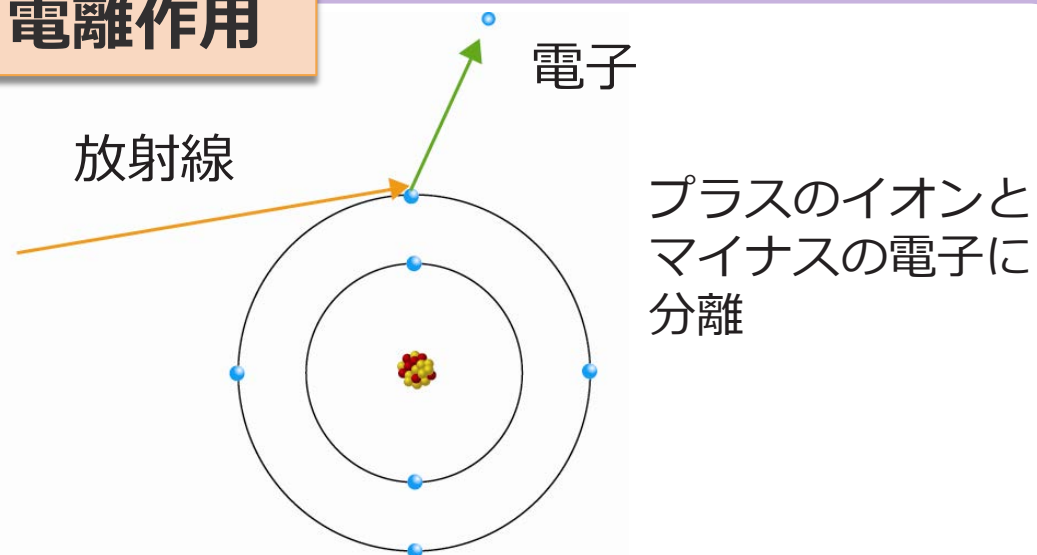
- ・ 光は波としての性質のほかに粒子としての性質を持ちます
 - ・ 電磁波を粒子と捉えたときに「光子」と呼びます
- 上の数字は光子のエネルギー(eV)、
下の数字は波動としての波長(m)を示します

pm : ピコメートル μm : マイクロメートル
nm : ナノメートル eV : 電子ボルト

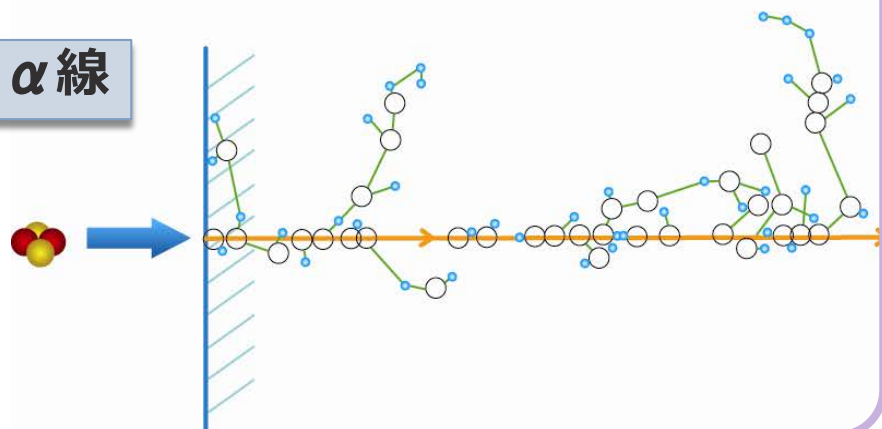


放射線の電離作用 – 電離放射線の性質

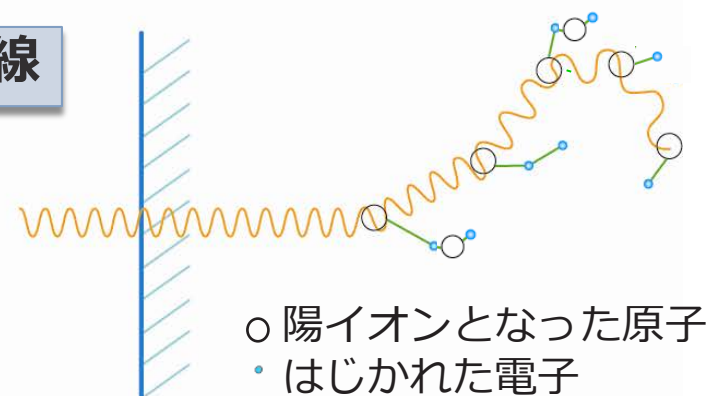
電離作用



α 線



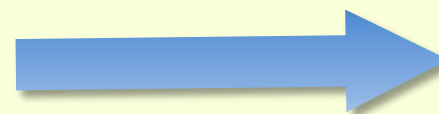
γ 線



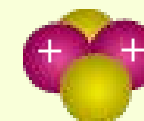
放射線の種類と生物への影響力

• α 線

- 陽子 2 個 + 中性子 2 個
- ヘリウム (He) の原子核
- 荷電粒子 (2+)

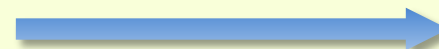


電離密度高

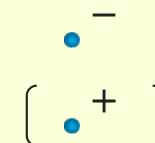


• β 線

- 電子 (あるいは陽電子)
- 荷電粒子 (-あるいは+)



電離密度低



• γ 線・X線

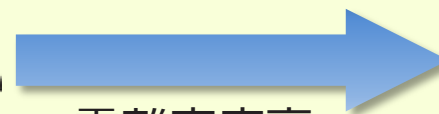
- 電磁波 (光子)



電離密度低・透過力大

• 中性子線

- 中性子
- 非荷電粒子

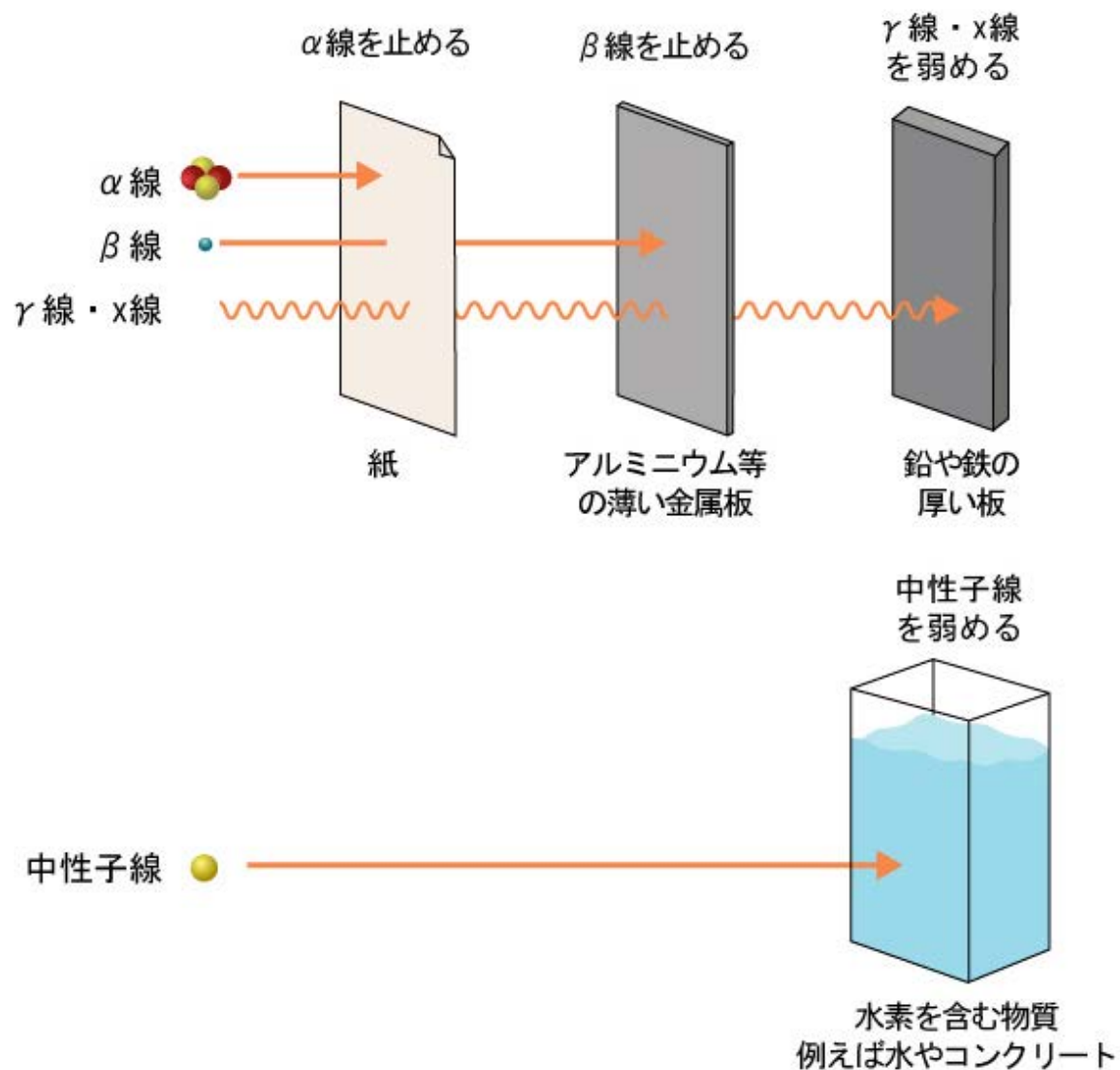


電離密度高



放射線の透過力

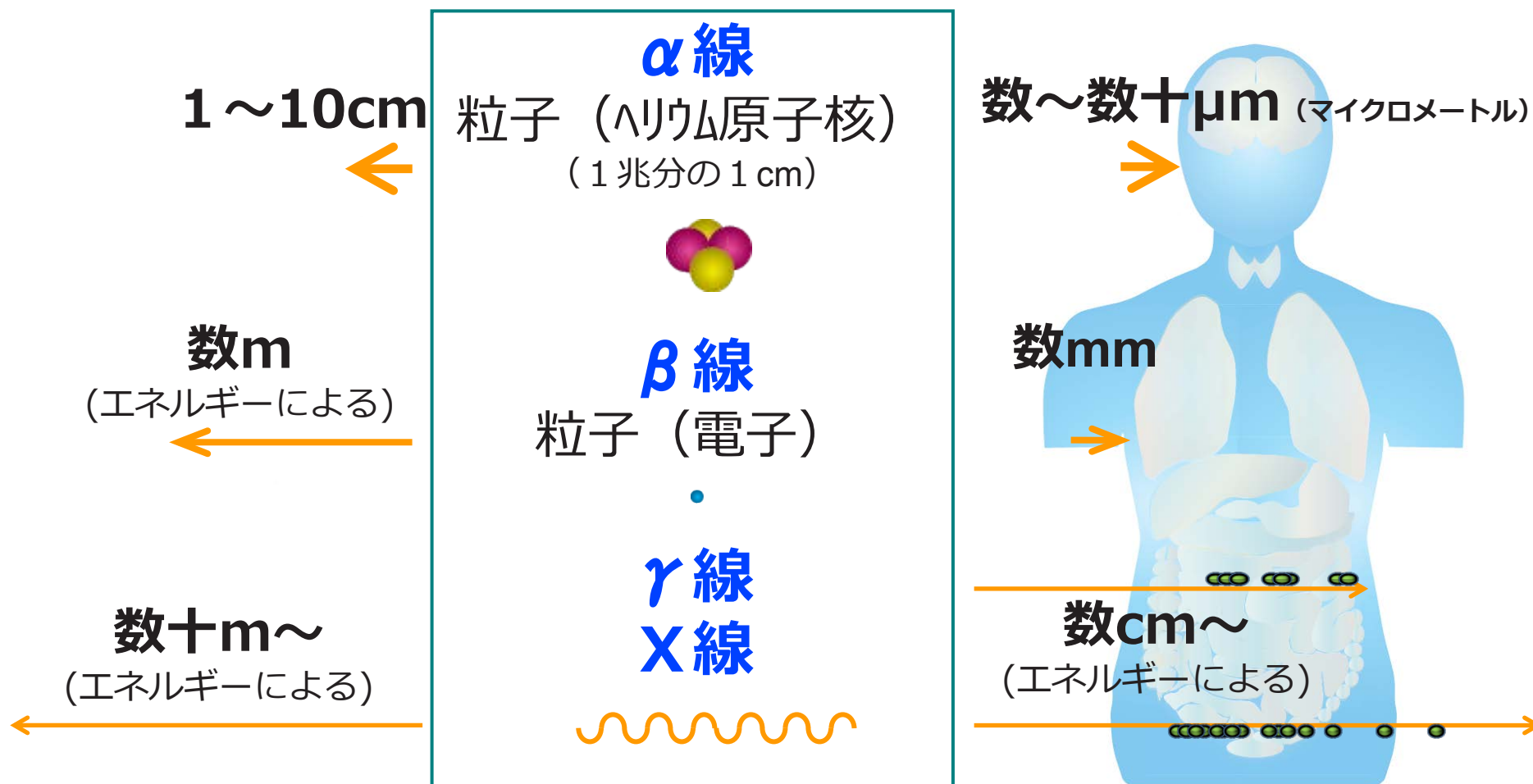
放射線は、いろいろな物質で遮ることができます



放射線の体内での透過力

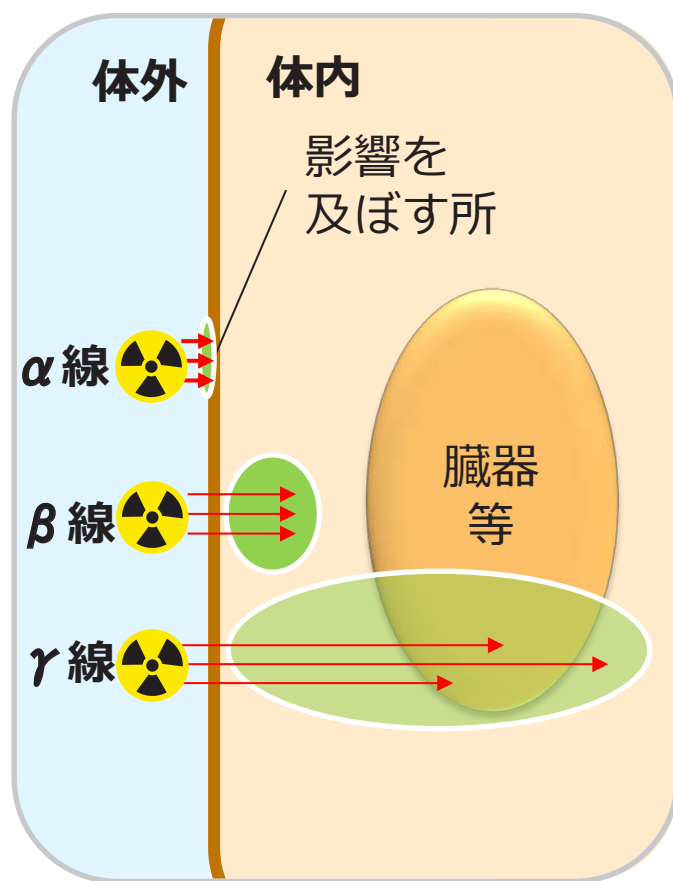
空気中で飛ぶ距離

体に当たると



透過力と人体での影響範囲

放射性物質が体外にある場合



放射性物質が体内にある場合

