

環境放射能と化学

尚絅学院大学 齊藤敬



自己紹介

身の回りの放射線

放射性元素・放射性核種

放射能をもつ元素・核種

例 ウラン・ラジウム
 炭素-14・水素-3

人工放射性核種

人為的に作られた、放射性核種

例： ^{32}P ・ ^{18}F ・ ^{241}Am ・ ^{45}Ca ・ ^{137}Cs

天然放射性核種

地球誕生時から存在する、

または自然界で生成する放射性核種

例： ^{238}U ・ ^{40}K ・ ^{14}C ・ ^3H ・ ^7Be ・ ^{226}Ra



人工放射性核種

人為的に作られた、放射性核種

例： ^{32}P ・ ^{18}F ・ ^{241}Am ・ ^{45}Ca ・ ^{137}Cs

天然放射性核種

地球誕生時から存在する、

または自然界で生成する放射性核種

例： ^{238}U ・ ^{40}K ・ ^{14}C ・ ^3H ・ ^7Be ・ ^{226}Ra



酸化トリウム
(ThO_2)

Q: 放射線はどんな所にあるの？

A: どこにでもあります

放射性物質と化学

1																	18						
1 H																	2 He						
MetalsMetalloidsNonmetals																							
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne						
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar						
19 K	20 Ca																	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr																	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba																	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra																	113	114	115	116	117	118

Lanthanide series

Actinide series

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No

普通の化学

例えば...

炭素(C)は他の元素と結合してCO₂のように分子等になるが、炭素(C)自体は炭素のまま

放射化学



炭素が違う元素に変化!!

物理：崩壊
化学：壊変

元素の周りにはある数字



価数



Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- ...

H_2O , O_2 , H_2SO_4 ...

○ Ra ○

○ ○

↑
原子の数

${}^1\text{H}$, ${}^{11}\text{Na}$, ${}^{55}\text{Cs}$, ${}^{92}\text{U}$...

※元素記号がわかれば,原子番号はわかる



原子番号

質量数（陽子＋中性子の数）



^{12}C , ^{14}C , ^{137}Cs , ^{238}U

元素でも質量数が違う場合がある→同位体

^{12}C , ^{14}C , ^{137}Cs , ^{238}U

ちなみに読み方は
炭素 1 2、セシウム 1 3 7
と読みます。

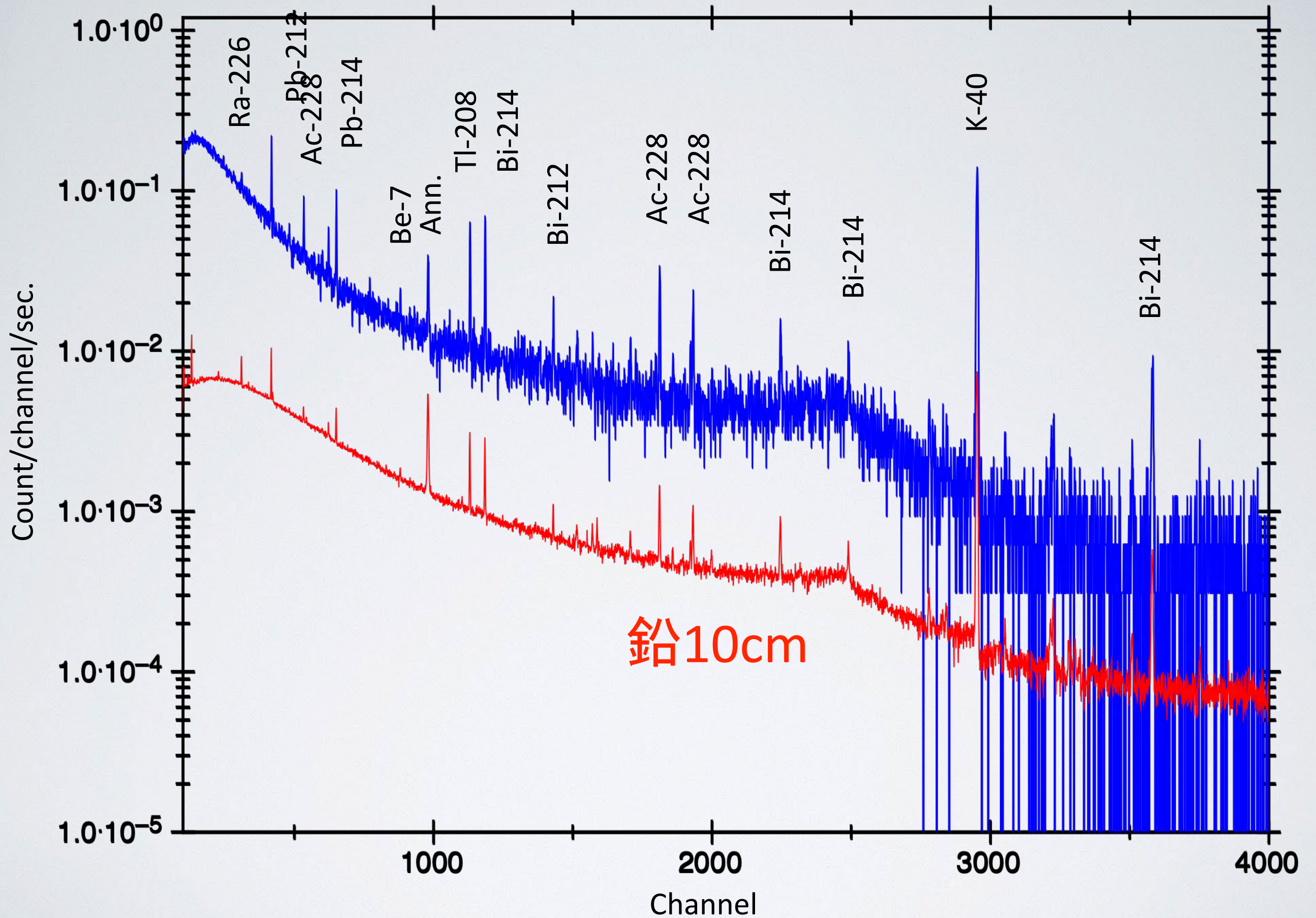
環境中の放射性物質と 化学的な性質

天然放射性核種

地球誕生時から存在する、
または自然界で生成する放射性核種

例： ^{238}U ・ ^{40}K ・ ^{14}C ・ ^3H ・ ^7Be ・ ^{226}Ra

私たちの環境中のいたるところに
放射性物質は存在している!!



身のまわりの放射線のガンマ線スペクトロメトリ

福島第一原子力発電所の事故で放
出された放射性核種

福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性核種

核種	半減期	壊変形式
^{89}Sr	50.5 d	β^-
^{90}Sr	28.7 y	β^-
^{99}Tc	2.11×10^5 y	β^-
^{129}I	1.57×10^7 y	β^-
^{131}I	8.07 d	β^-
^{134}Cs	2.06 y	β^-
^{136}Cs	13.2 d	β^-
^{137}Cs	30.2 y	β^-
$^{129\text{m}}\text{Te}$	33.6 d	β^-
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	250 d	β^-

カウント

10^4

10^3

10^2

10^1

10^0

500

1000

1500

エネルギー (keV)

I-131

Te-129

Cs-134, Be-7

Cs-134

Cs-134

Cs-137

I-131

Te-129m

Bi-214

Cs-134

Cs-136

Ac-228

Cs-134

Cs-136

Cs-134

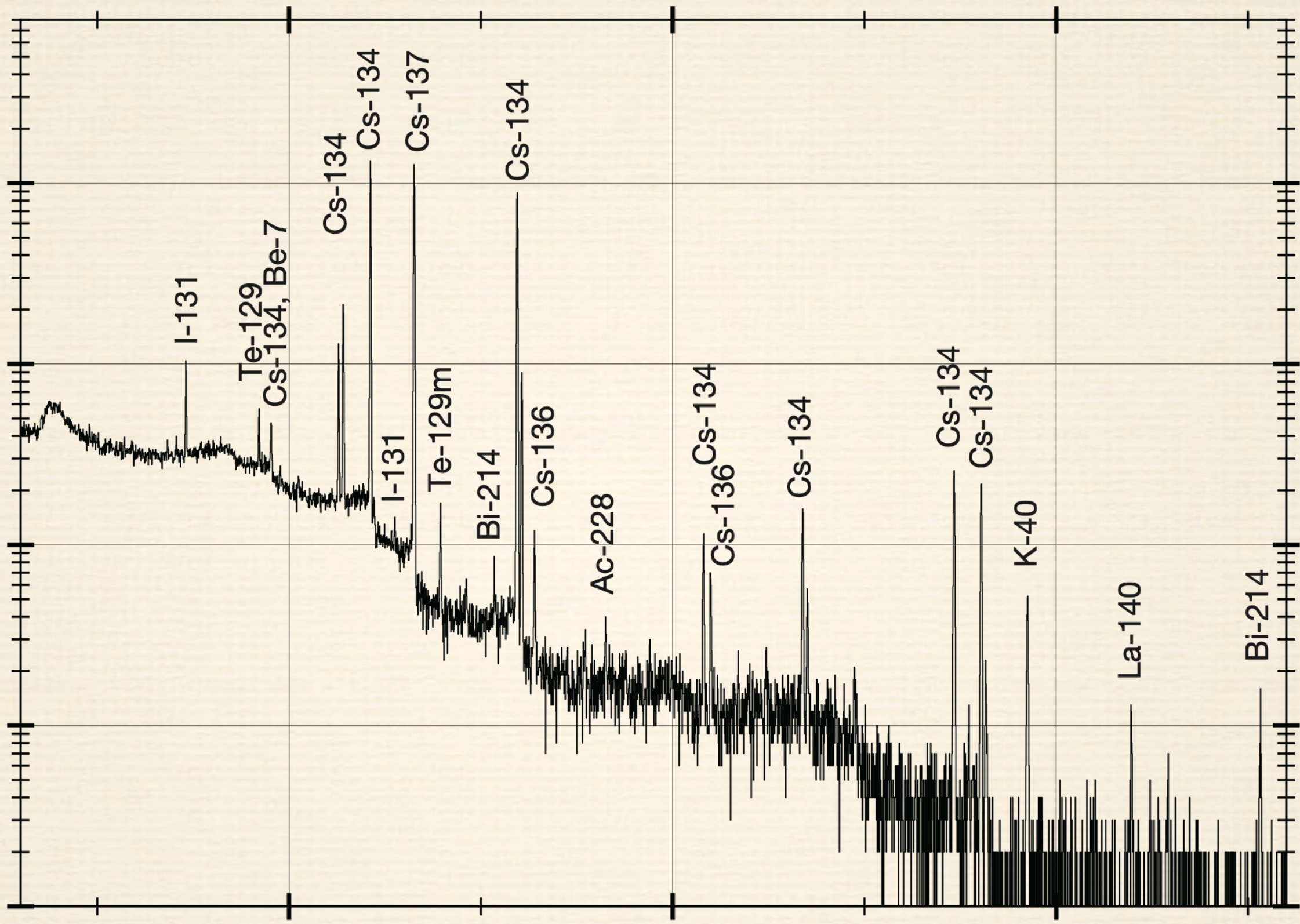
Cs-134

Cs-134

K-40

La-140

Bi-214



カウント

10^4
 10^3
 10^2
 10^1
 10^0

500

1000

1500

エネルギー (keV)

Cs-134

Cs-134

Cs-134

Cs-137

Cs-134

Cs-134

Cs-134

Cs-134

Cs-134

**福島第一原子力発電所の事故で放出された
放射性核種はどのような所にあるのか？**



大気中 現在は殆どなし



水中

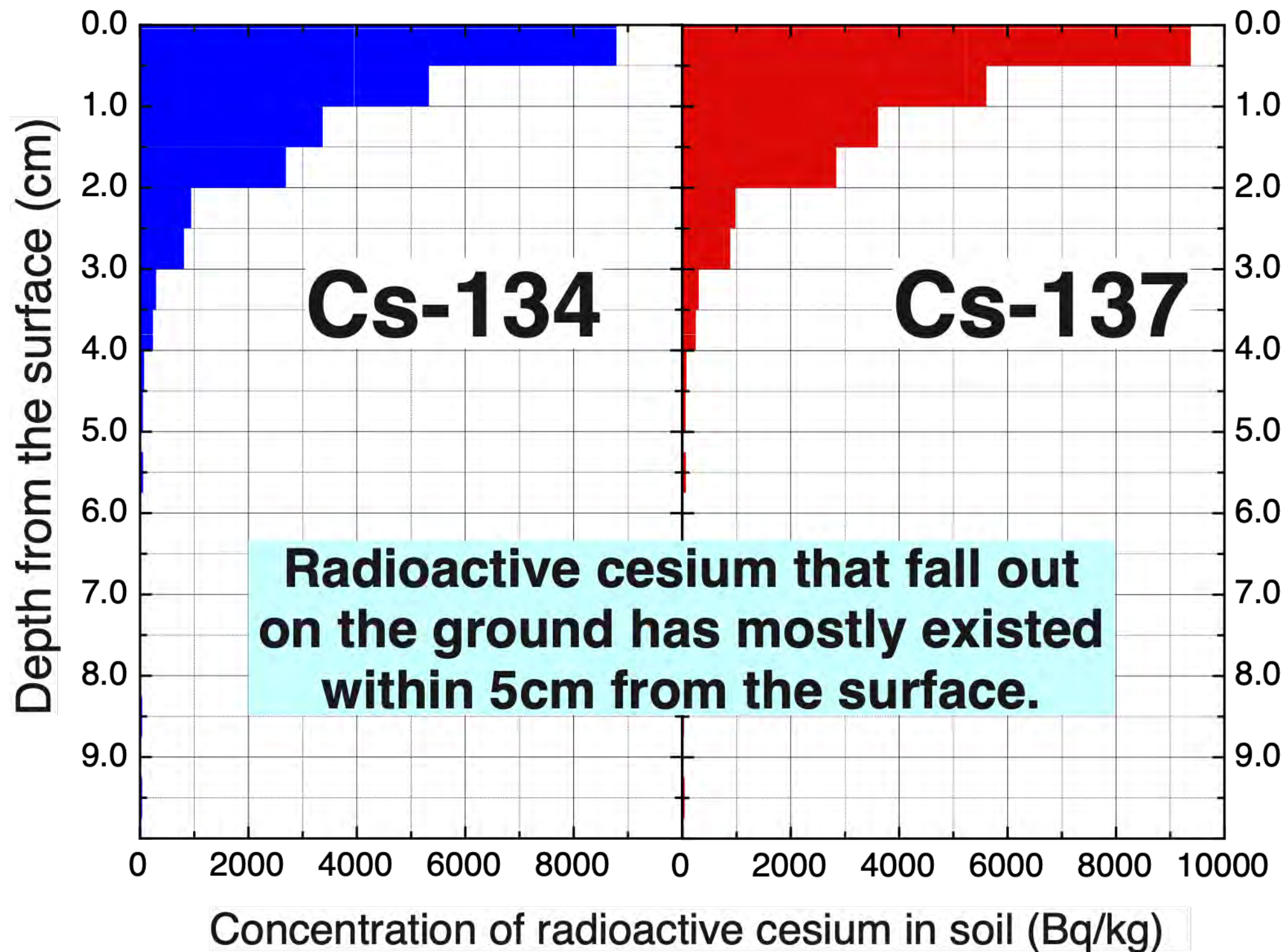
原発付近の地下水・海水以外には殆どなし



土壌

日本の土壌表面に広く薄く分布



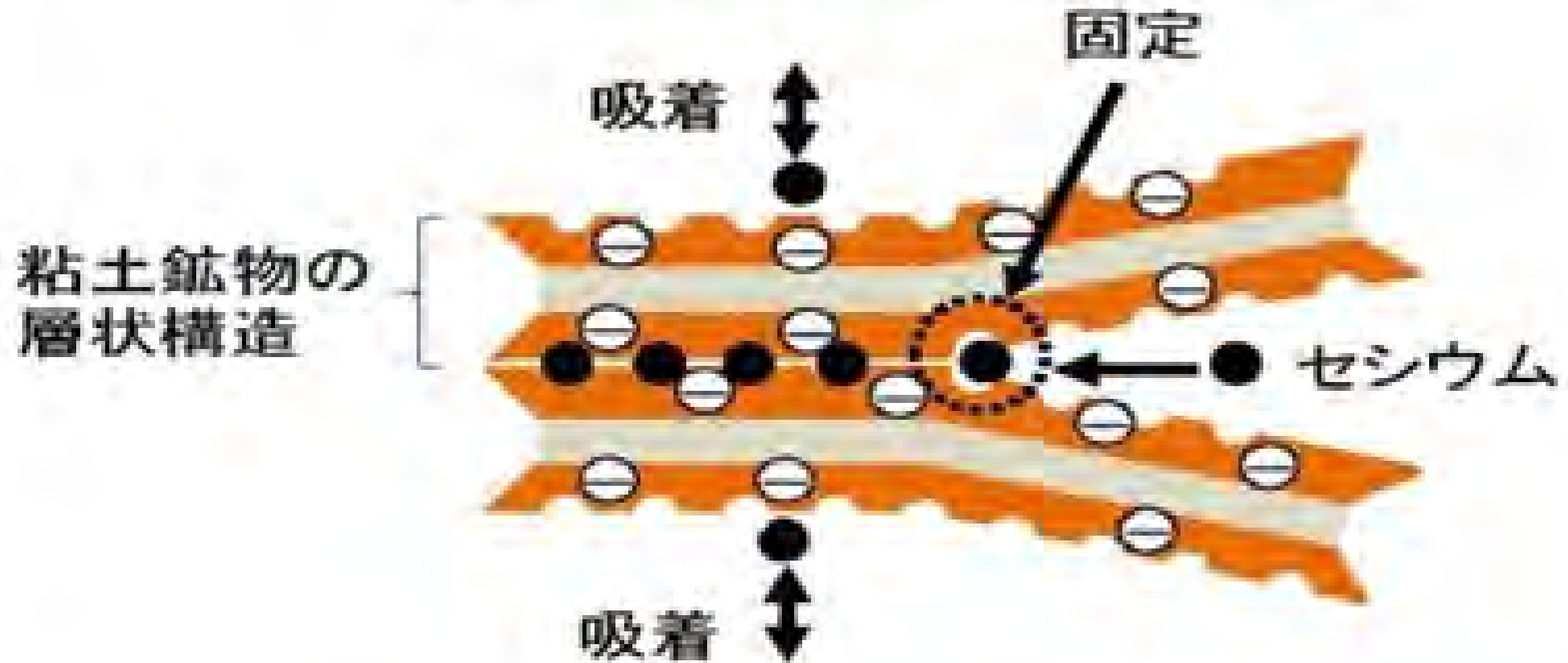


Depth distribution of radioactive cesium concentration in Fukushima soil

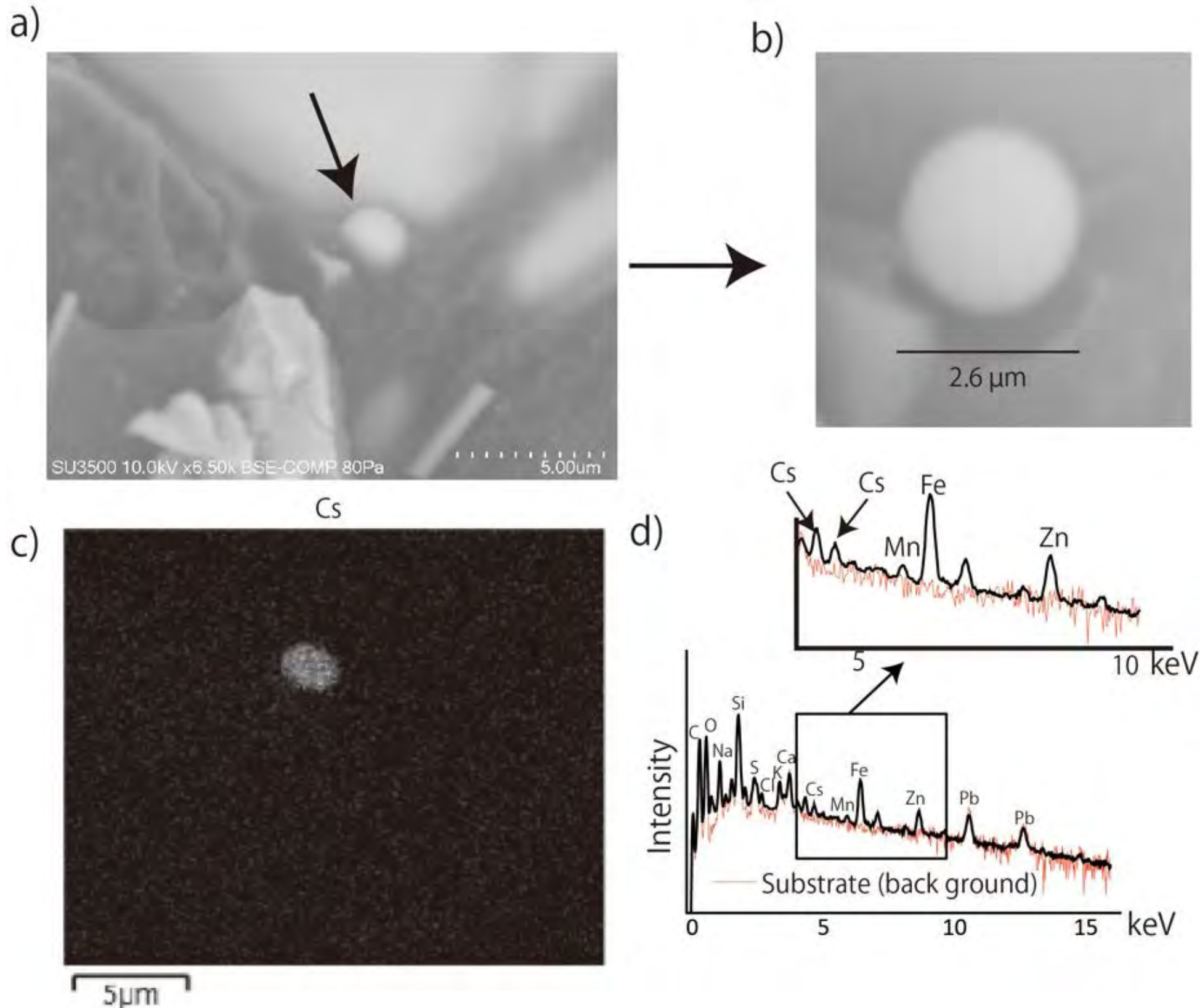
(Kato, et al., J. Environ. Radioact. 2012)

放射性セシウムは鉱物の間に入ると動かなくなる

セシウムを固定する能力の高い
粘土鉱物の例
(バーミキュライト、イライトなど)



水に溶けないガラス状の放射性セシウム粒子も 発見されている。









これってちゃんと測れているの？

放射線を正しく測ることはけっこう難しい

放射線の測定器



α 線用シンチレーション式サーベイメータ



GM管式サーベイメータ(空間線量計)



GM管式サーベイメータ(汚染検査計)

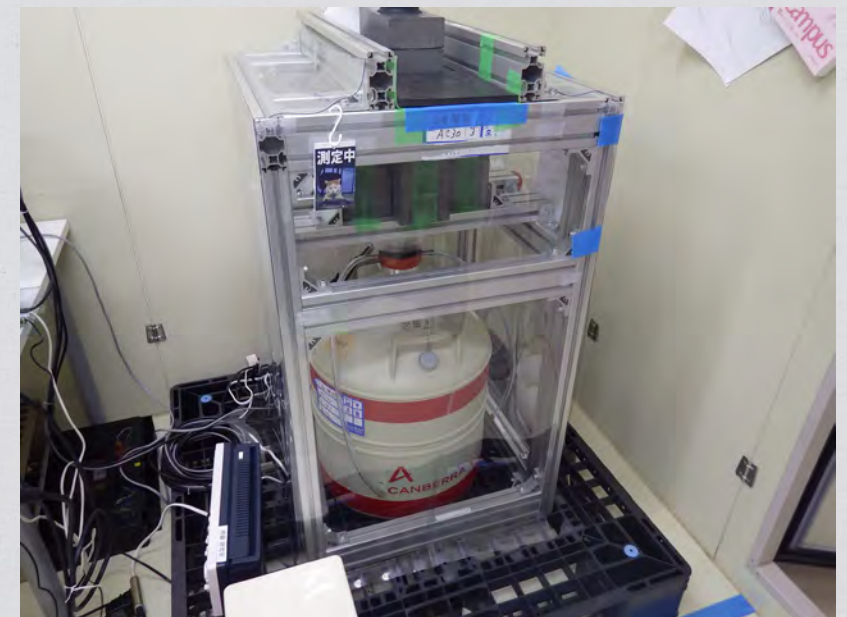


電離箱式サーベイメータ(空間線量計)

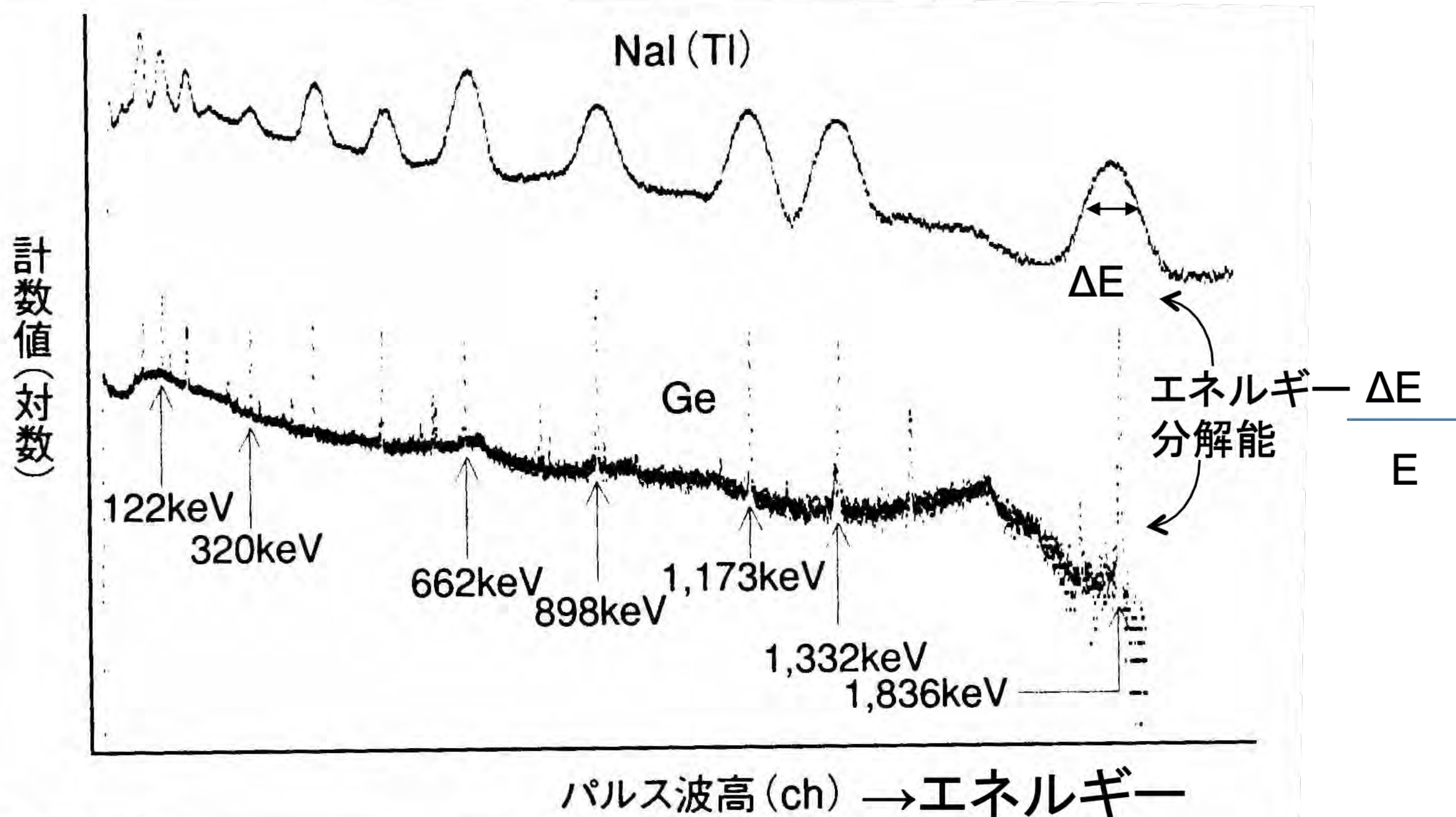


中性子線サーベイメータ

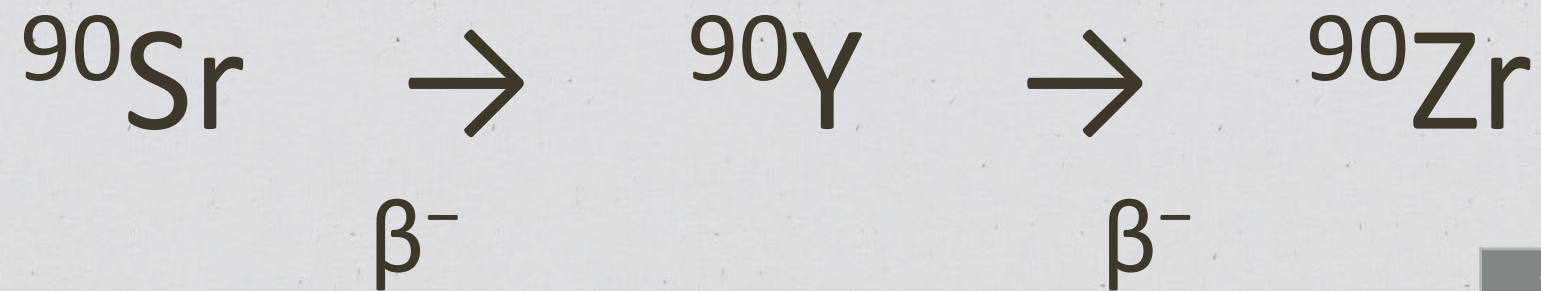
α 線・ β 線・ γ 線・中性子線等
放射線の種類によって
測定器には得意不得意がある



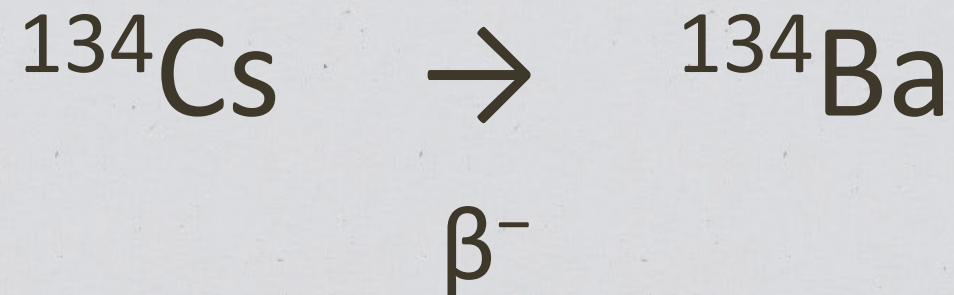
同じガンマ線測定でも機器によって見え方も違う



核種によって出てくる放射線が違う



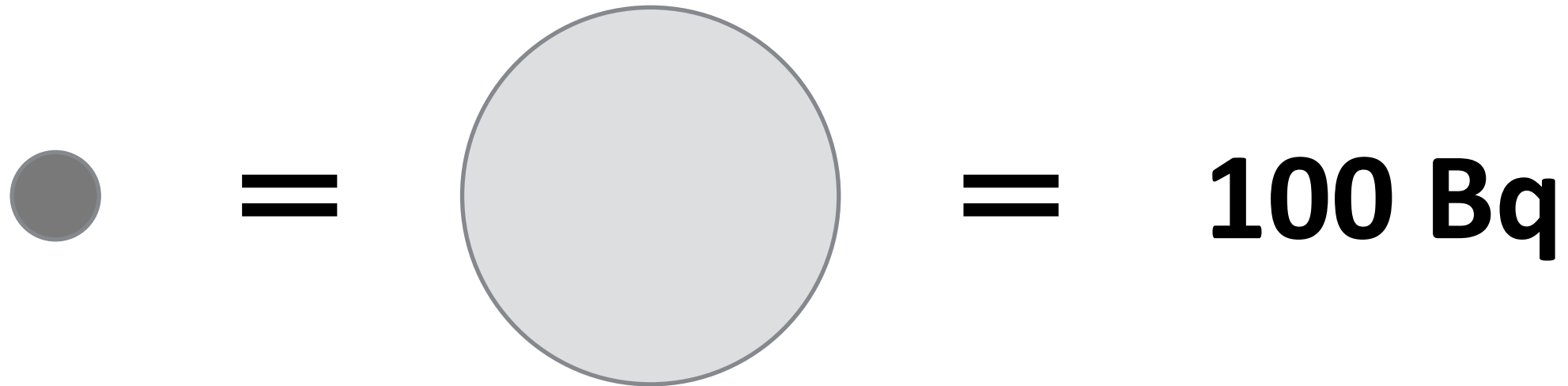
β線しか出てこない → 測定が難しい

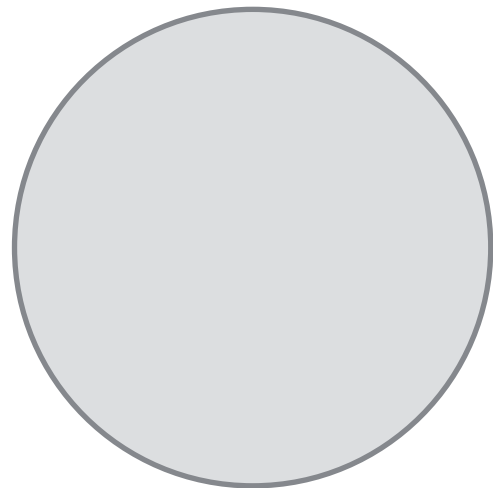


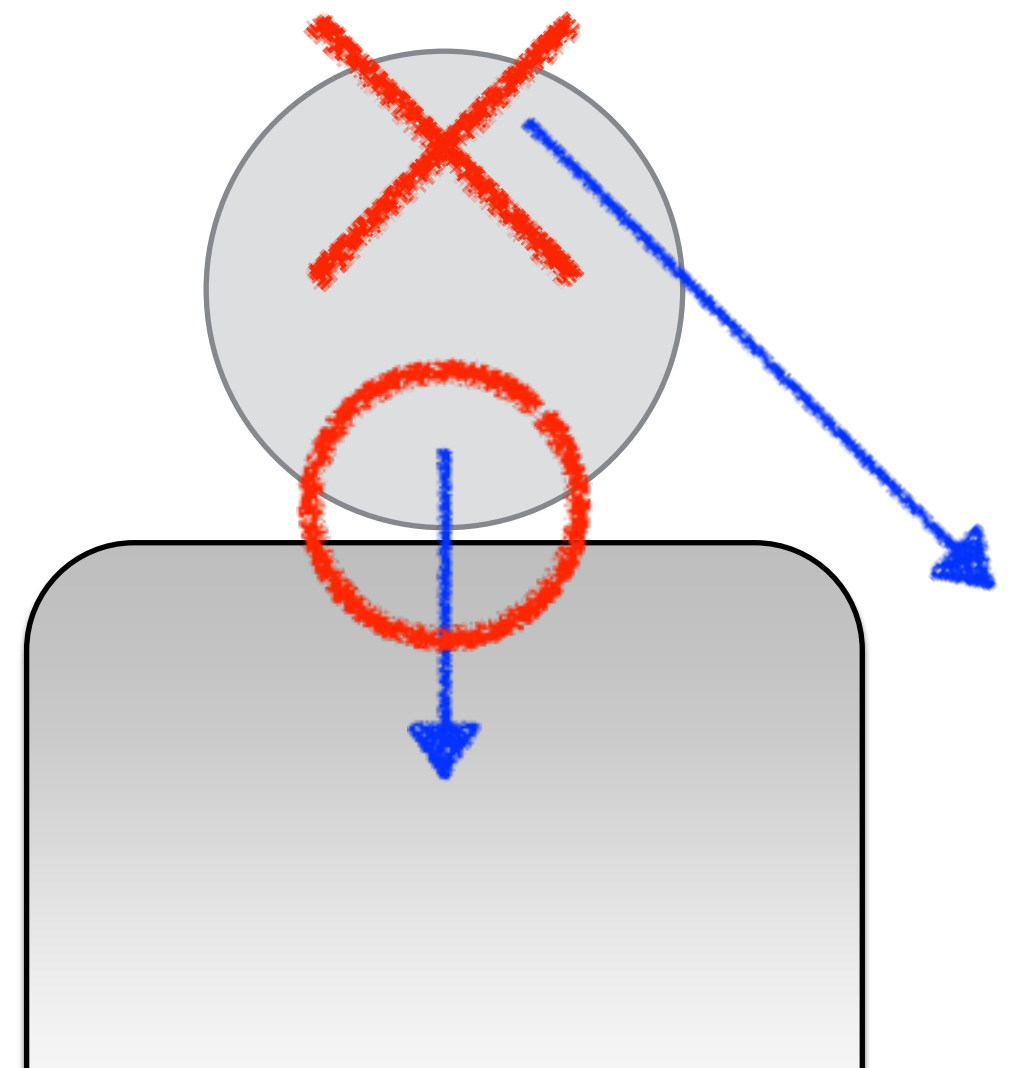
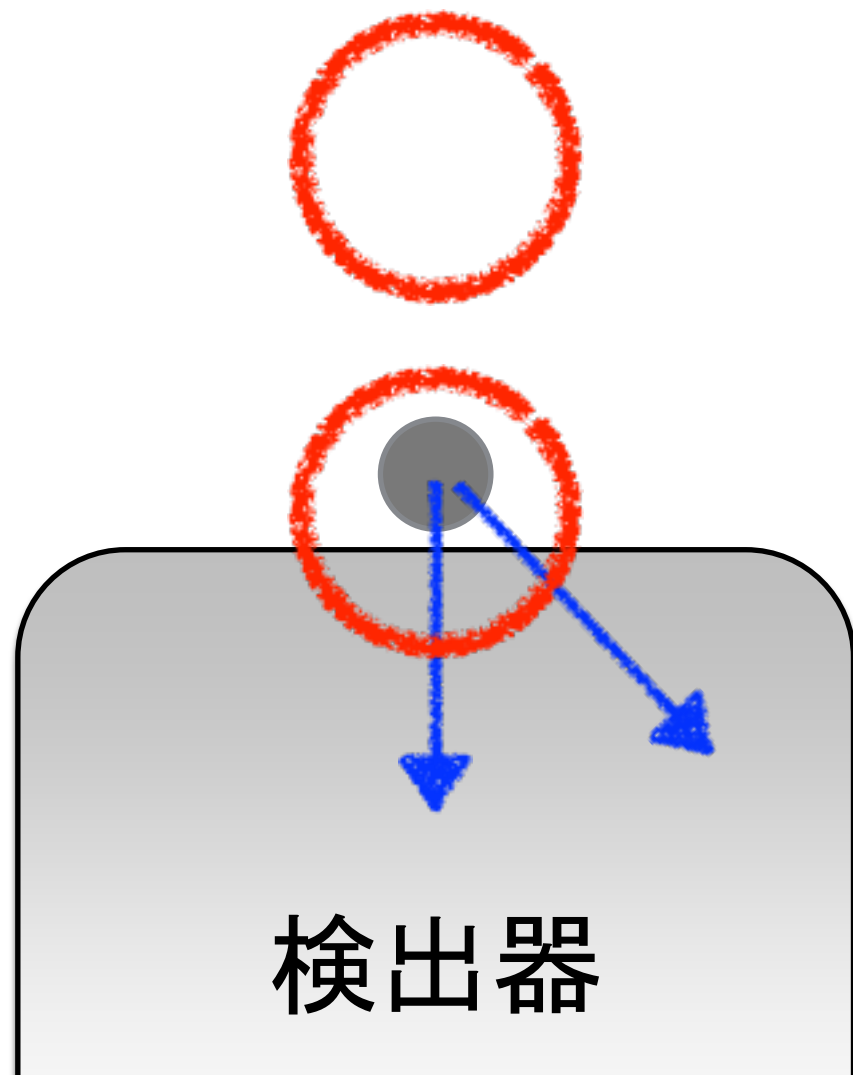
β線とともにγ線も出てくる → 測定しやすい

エネルギー	分岐比(%)
232.6	<0.0011
243	0.027
327	0.016
475	1.49
563	8.35
569	15.38
605	97.62
796	85.53
802	8.69
847	0.00030
1039	0.988
1168	1.789
1365	3.014

幾何学的条件が変わると出てくる値が変わる
たとえば...



 =  = **100 Bq**



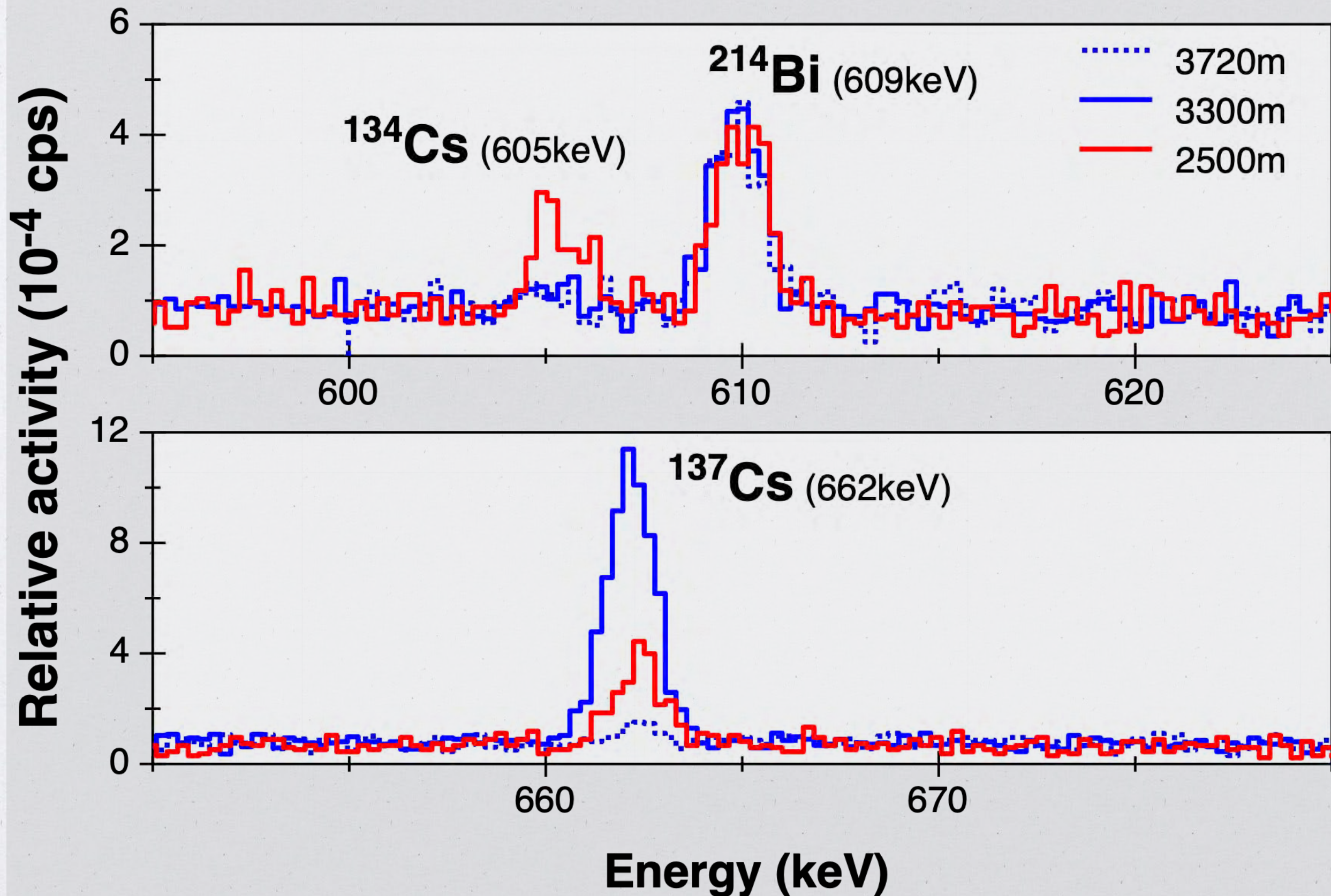
実例を見てみましょう

NHKの朝の情報番組「あさイチ」が食事に含まれる放射性物質量を誤って放送した問題で、NHKは15日、同番組内で改めてミスの経緯を取り上げ、「検出器の不具合で、放射性物質の種類と量を示すグラフがずれて表示されたため」と説明した。

問題の放送は10月17日の「放射線大丈夫？日本列島・食卓まるごと調査」。全国各地の7家族から提供された食事サンプルを「ゲルマニウム半導体検出器」で調べ、4家族分から1キログラム当たり5・69～3・39ベクレルのセシウム134が検出されたとした。しかし、これは自然界に存在する別の放射性物質の数字で、実際にはセシウム134は検出限界以下。NHKは11月24日の放送で訂正、謝罪していた。

調査を行った首都大学東京の福士政広教授は、グラフ表示がずれていたことについて「値が小さかったため気づかなかった」と話しているという。

NHKによると、この問題で視聴者から11月24日以降、約800件の意見が寄せられた。15日の放送で有働由美子アナウンサーは7家族に対し「2カ月間、不安な思いをさせてしまい、ご迷惑をおかけしました」と謝罪した。

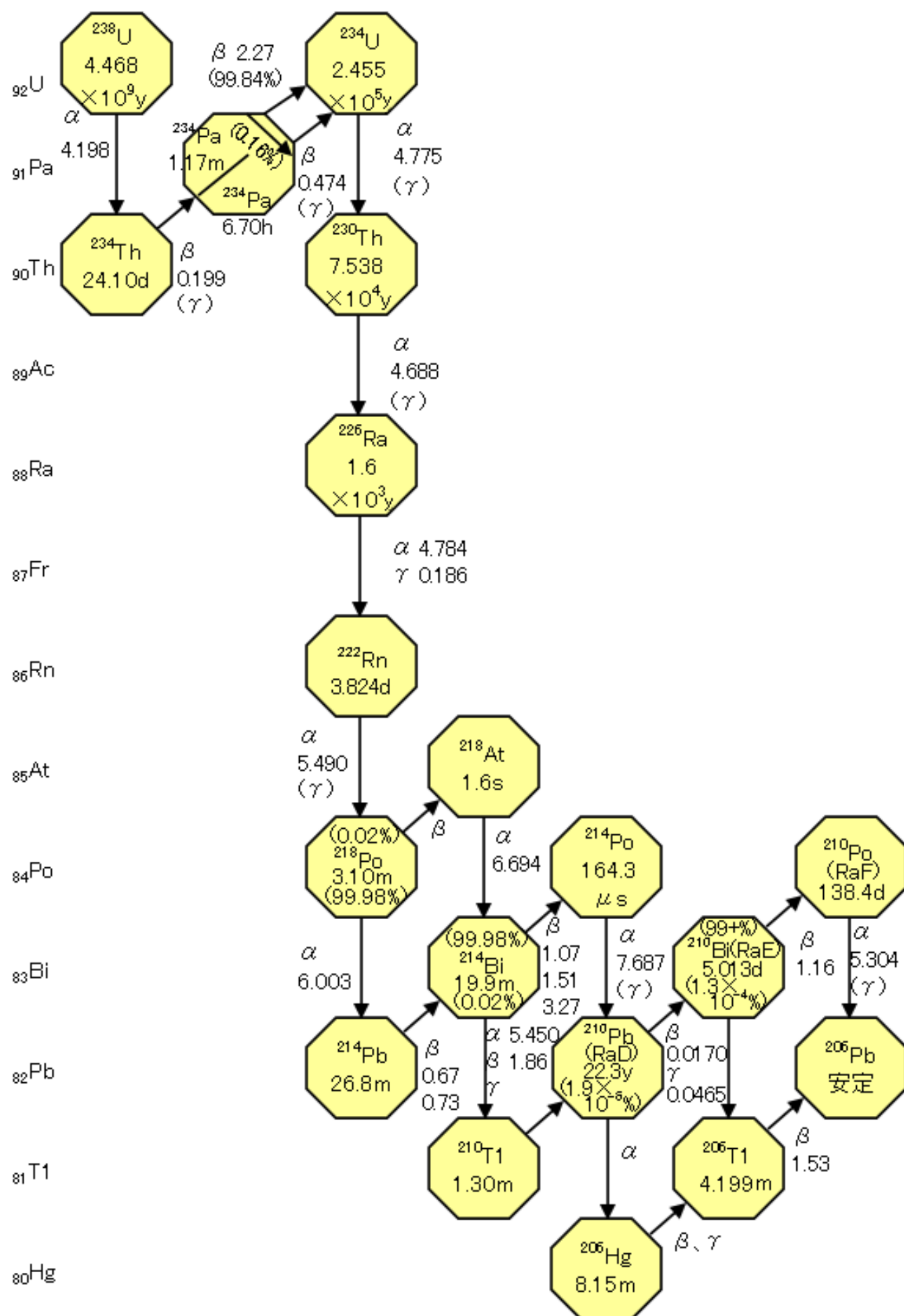


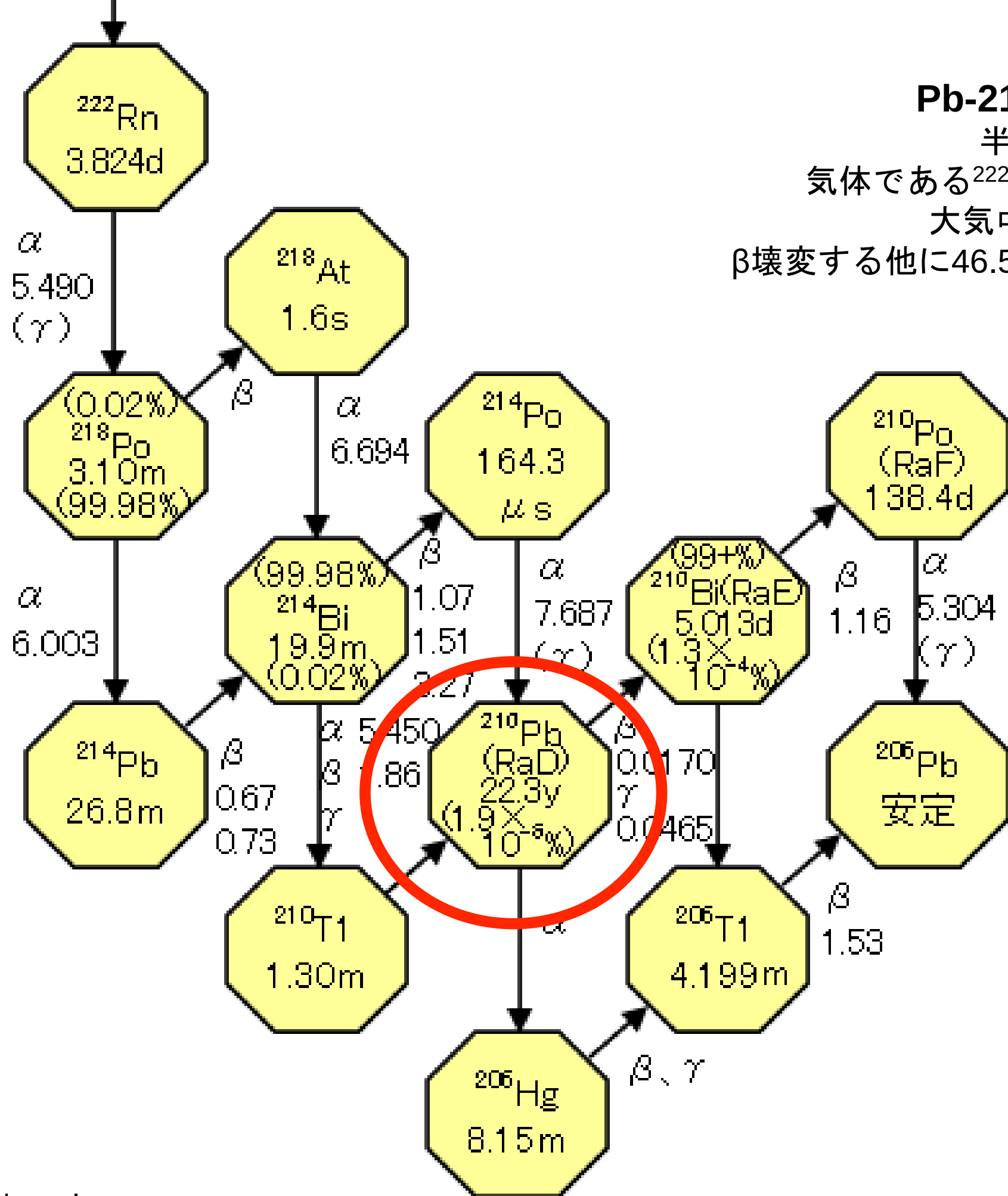
横浜でストロンチウム検出 100キロ圏外では初

横浜市港北区のマンション屋上の堆積（たいせき）物から、195ベクレル（1キロあたり）のストロンチウムを、民間の分析機関が検出した。東京電力福島第一原発事故で放出されたとみられ、結果の報告を受けた横浜市は、再検査を始めた。

検出されたのはストロンチウム90（半減期約30年）。文部科学省の調査では福島県内や宮城県南部など福島第一原発から100キロ圏内で検出されているが、約250キロ離れた横浜市内では初めて。

場所は築7年の5階建てマンション屋上。7月、溝にたまった堆積物を住民が採取し、横浜市鶴見区の分析機関「同位体研究所」で測定した。放射性物質が蓄積しやすい条件とみられるため単純に比較できないが、4～5月に福島市内の土壌から検出された77ベクレルと比べても高い値だ。





Pb-210 (鉛-210)

半減期22.3年

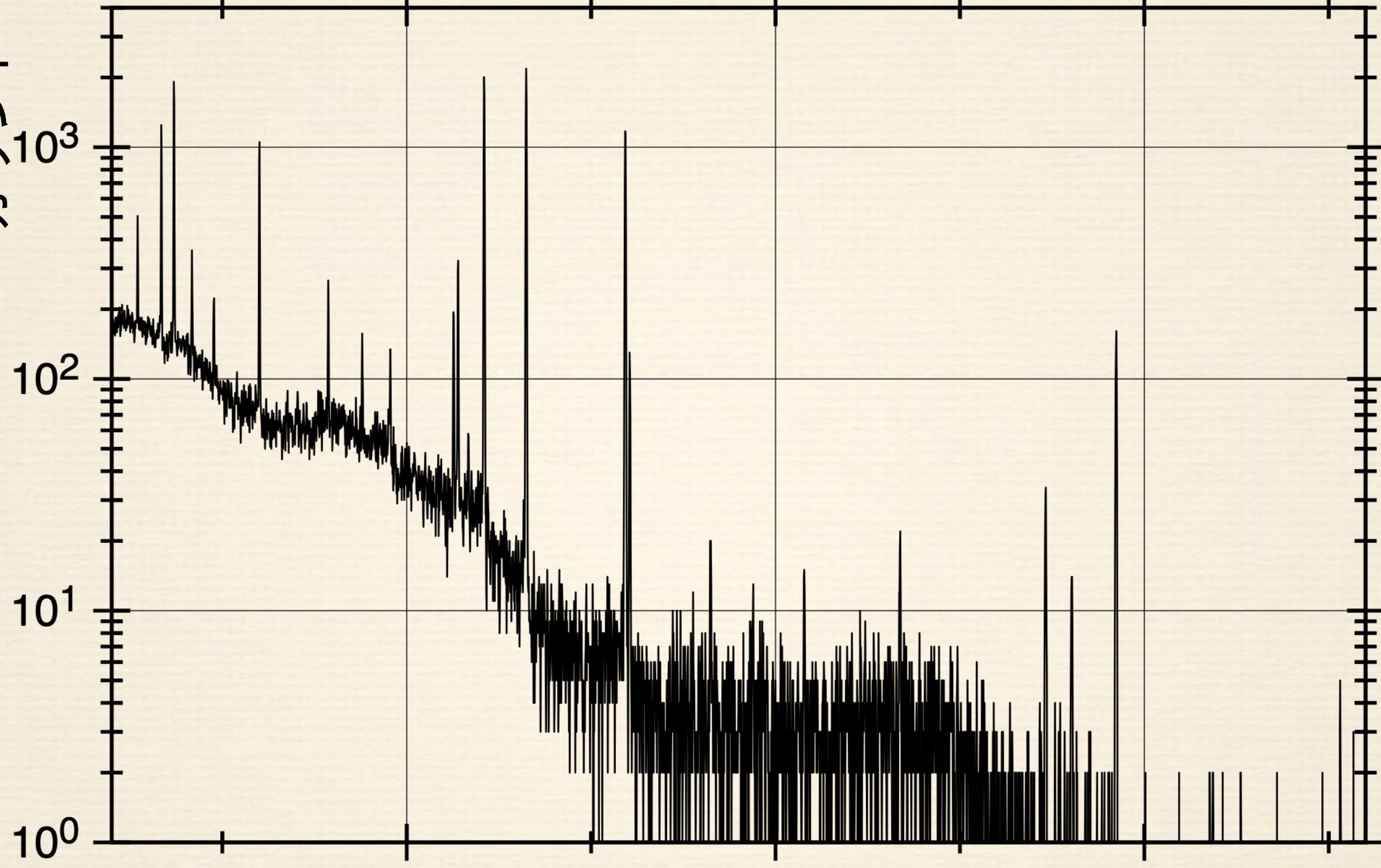
気体である ^{222}Rn を経て壊変するため

大気中に一定量存在

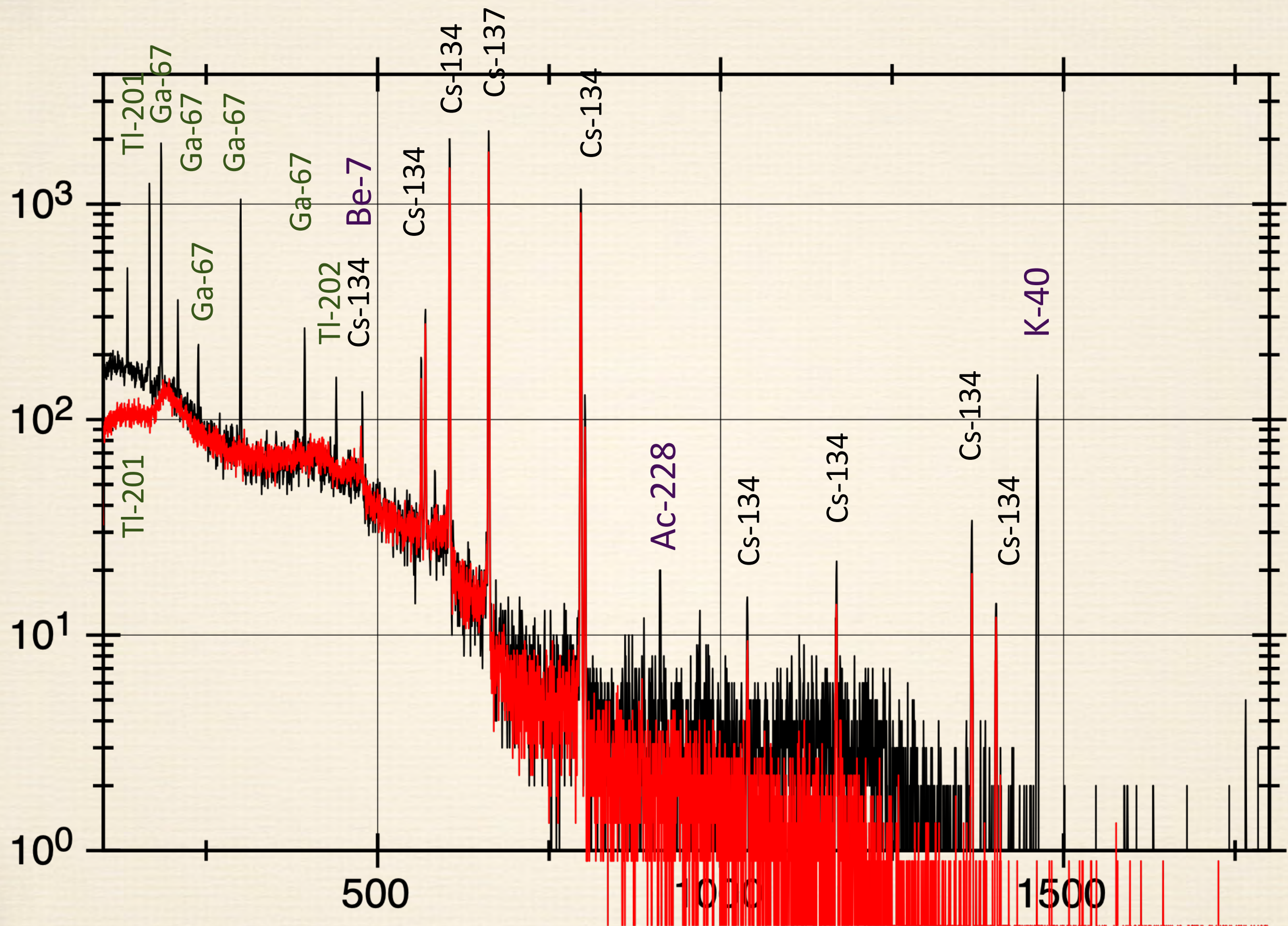
β 壊変する他に46.5 keV の弱いガンマ線を放出

エネルギー(MeV)は

カウント



エネルギー (keV)



まとめ

- 天然にも放射性物質は沢山存在する
- 放射線の測定はけっこう難しい
- 環境中の放射線の知見を得るには
物理・化学・生物等多角的に検証し
ないと正しい判断ができない