

解

説

I : 計数値の統計性 (ポアソン分布)

放射性原子核の崩壊を放射線計測によって測定すると、特有のばらつきが伴う。放射性原子核が崩壊する確率は個別の原子核によって変わらず、一定である。そのため、崩壊数のばらつき方を計算によって求めることが出来、2項分布することは良く知られている。ところで放射線が計測される確率も個別の崩壊によらずに一定であり、原子核の崩壊と同種かつ独立な事象なので合わせて考えることが出来る。

放射性原子核 N 個がある決まった時間内に崩壊する真の平均値が L であり、 L 個の崩壊のうち計測される真の平均値が m であるとき、2つの事象は独立であるから、放射性原子核が計測される確率は

$$(L/N) \times (m/L) = m/N$$

で一定となる。だから、放射性原子核が崩壊し、かつ計測される確率も一定でランダム現象であり、2項分布として取り扱うことが出来る。

分布関数 $P(n)$ の計算

放射性原子核が全部で N 個あり、ある時間内に起こるその崩壊事象の計測結果の真の平均値が m である時に、計数値 n を得る確率 $P(n)$ を求める。

ある 1 個が計測される確率 : m/N

特定の n 個が計測される確率 : $(m/N)^n$

ある 1 個が計測されない確率 : $1 - m/N$

特定の $(N-n)$ 個が計測されない確率 : $(1 - m/N)^{N-n}$

N 個から特定の n 個を選ぶ選び方 : ${}_N C_n = \frac{N!}{n!(N-n)!}$

であるから、まず特定の n 個が計測され、残り $(=N-n)$ が計測されない確率は、

$$(m/N)^n \cdot (1 - m/N)^{N-n}$$

N 個の中から n 個を選ぶ選び方を掛け算すると n 個が計測される確率は

$${}_N C_n \cdot (m/N)^n \cdot (1 - m/N)^{N-n} \quad (\text{二項分布})$$

故に求める分布関数 $P(n)$ は、 m に比べて N が非常に大きいならば

$$P(n) = \lim_{N \rightarrow \infty} \{ {}_N C_n \cdot (m/N)^n \cdot (1 - m/N)^{N-n} \}$$

ここで、 N が m よりも非常に大きい場合とは、 $(m/N) \rightarrow 0$ であり、全部の原子核の個数に比べて、計測される回数が遙かに少ないという事である。これは検出効率が極めて低いか、あるいは測定する核種の平均寿命よりもずっと短時間の測定の時に成立し、一般には後者である。

$$P(n) = \lim_{N \rightarrow \infty} \{ {}^N C_n \cdot (m/N)^n \cdot (1 - m/N)^{N-n} \} = \frac{m^n}{n!} e^{-m}$$

のポアソン分布となる。ポアソン分布の分散 σ^2 及び標準偏差 σ を計算すると

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \sum_{n=0}^{\infty} \{ (m - n)^2 \cdot P(n) \} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} \{ (m^2 - 2mn + n^2) \left(\frac{m^n}{n!} \cdot e^{-m} \right) \} = m \end{aligned}$$

故に標準偏差 $\sigma = \sqrt{m}$ となる。

Ⅱ：検出下限値について

測定毎に着目核種のピーク領域について検出下限値を求めておくことは重要である。検出された、されない、の判定はピーク面積が計数誤差の3倍を越えているか否か、で行われるのが一般的である。環境放射能は微弱で検出されないことが多く、検出下限値を計算しておかないと、ピーク探査によるスペクトル解析のみを行う場合、測定しても何の結果も得られない事になる。スペクトル解析プログラムに組み込んで、特に検出されなかった場合は検出下限値を得ておくのが望ましい。

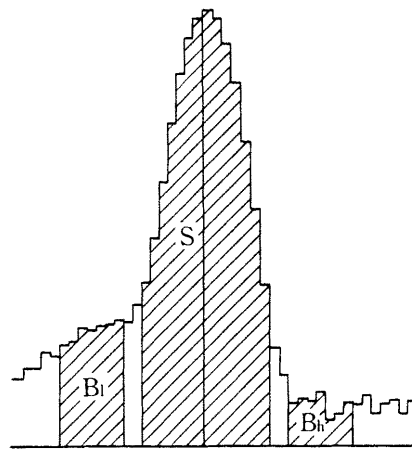
なお検出下限値以上の放射能が在ればほとんどの場合検出されるが、それ以下であっても必ず不検出になるわけではなく、検出される可能性がある。

Ⅱ. 1 検出下限値の計算

：Cooperの方法(文献1)

得られたスペクトル中の、ピーク領域の計数値を別の数値に置き換えてみて「 3σ 以下¹⁾で検出されず」が「 3σ 以上で検出された」に変わる値を調べ、放射能に換算して検出下限値とする。

図Ⅱ-1のように面積を取ると検出されるための正味ピーク面積についての条件は次式で表わされる。



図Ⅱ-1 面積の取り方

$$a) \quad \frac{S - (\ell B_l + h B_h)}{\sqrt{\{9 + 4\ell(1 + \ell)B_l + 4h(1 + h)B_h\}}} = 3 \quad / 2$$

↓

正味ピーク面積

ℓ = 低エネルギー側ピーク領域幅／低エネルギー側ベースライン領域幅

h = 高エネルギー側ピーク領域幅／高エネルギー側ベースライン領域幅

S = ピーク領域の面積

B_l = 低エネルギー側ベースラインの面積

B_h = 高エネルギー側ベースラインの面積

1) 検出を判定する方法として「 3σ 以上」がよく用いられるが、いわば便宜的な方法であり、計数値が大きくなければ(大数の法則が成り立たなければ)妥当とは言えない。これは、測定時間が短くて解析対象領域の計数値が全て0だった時、誤差が0になるので理解出来る。

――引用文献――

文献1) J.A.Cooper: "Factors Determining the Ultimate Detection Sensitivity of Ge(Li) Gamma-Ray Spectrometers", Nucl. Instr. Methods, **82**, 273(1970)

より一般的には下式になり、妨害やバックグラウンド中のピーク等の引算を要する場合に対応することが出来る。ピーク領域の面積を S とし、差し引くべき面積とその誤差を B_n, σ_n と置くと、正味ピーク面積について

$$S - B_1 - B_2 - \dots = n\sigma(S, B_1, \sigma_1^2, B_2, \sigma_2^2, \dots) \text{ を解いて}$$

$$\text{b) } S - (B_1 + B_2 + \dots) = \frac{n^2}{2 + n\sqrt{\{n^2 + 4\{(B_1 + \sigma_1^2) + (B_2 + \sigma_2^2) + \dots\}\}}} / 2$$

前頁 a) 或は b) の右辺を、測定時間と計数効率と γ 線放出比で除し、放射能に換算して検出下限値とする。仮に試料中に、この方法で計算された強さの放射能がある時、50% の確率で $n\sigma$ 以上として検出できる。

II. 2 検出下限値に関する一般的な考え方

検出下限値については II. 1 の Cooper の方法以外にも様々な考え方がある。測定試料と測定条件（測定器、測定時間等）が決められたとき、分析対象となる核種について「最低これだけの放射能があれば検出し損なうことは殆ど無い」という値が本来の検出下限値である。

すなわち、同一試料を同一条件で繰り返し測定しても、スペクトルには統計変動があって測定毎に異なることを考慮し、「スペクトルに統計変動があっても、検出を保証できる最小の放射能値」を調べるべきである。そのためには、

- ① 「その試料から対象核種のみを取り除いて同一条件で測定した」と仮定し、スペクトルとその統計変動（ピーク領域の各チャンネルの計数値の確率分布）を推定する。
- ② 次に対象核種の適当な強さの放射能を仮定し、それからの計数を、推定したスペクトル（対象核種を含まない）に加算して、統計変動を含めてスペクトルを作成する。
- ③ 作成されたスペクトルの統計変動の範囲について、対象核種の放射能を計算し、その内の例えば 95% が「検出された」と判定されるとき、その放射能が検出下限値である。（検出下限値に等しい放射能があるのに「検出」にならない可能性が 5% ある。）

すなわち検出下限値の算出方法は、検出を判定する方法（計数値に付随する誤差の計算方法）にも依存する。

Cooper の方法では計数誤差の n 倍で「検出」を判定するが、判定法の例をもう一つ挙げる。まず測定結果から遡って「試料に含まれる放射能の真の値が“ある値”であった確率は幾らか」を推定し、“ある値”を変化させる事によって放射能の値の確率分布を求める。そして、正である確率が 99.5% 以上であれば、検出されたと判定する（この場合、対象核種が存在しないのに検出されたと間違える可能性が 0.5% ある）。

γ 線スペクトロメトリーにおいて、1～2日程度の測定では各チャンネルの計数値の誤差を0に近くする事ができないので真の平均値は分からず、その確率分布を推定しなければならない。一般的に、測定結果を基に、遡って「真の平均値が“ある値”であった確率は幾らか」を推定する統計手法は、実行するのが容易ではない。

Ⅱ. 2の一般論を式で表現すると、以下のようになる。

$$\sum_c P_s(A) \times P_B = PDI$$

A : 測定試料中の放射能。この値を調節して検出下限値を調べる。

S : 放射能Aによる正味ピーク面積

$P_s(A)$: 放射能がAだった時、測定の結果正味ピーク面積の計数値がSになる確率。
通常 P_s はポアソン分布である。

B : 対象核種の寄与を除いた試料のスペクトル（ベースライン計数値）

P_B : Bが出現する確率。 P_B を統計学的に正しく推定するのは容易ではない。

c : ピーク面積とその誤差を計算し、「検出された」と判定されるSとBの組み合わせ。「検出を判定する方法の危険率」＝「無いものを有ると誤る危険率」をどう取るか、で組合せ c が決まる。

「検出された」と判定するには幾つかの方法があり、方法によって組合せ c は変わる。3 σ 方式もその一つであり、ピーク領域の計数値が「ベースラインの統計変動の上限を越えた時」とする方法もあり、後者による検出下限値の方が低い。

PDI : 検出下限値の放射能があったにも拘らず、検出されたという結果が得られない危険率をどのくらい許すか、逆に言えば何%の確率で検出を保証するか¹⁾。

PDIを決め、cについて同時確率の和が、PDIになる様にAを調節し、得られたAを検出下限値とする。

「検出された、されない」の判定法、PDIの決め方、 P_B の見積り方、などの点について様々な考え方ができるので、検出下限値の計算には幾通りかの方法が考えられる。昭和54年度改訂の前マニュアルには Pasternack の方法(文献1)が掲載され、本マニュアルはCooper の方法を推奨した。他に、より定義に忠実な計算法も有り得るが実行するのは困難と考えられる。

1) Cooper の方法は「n σ 以上」になる測定結果を 50% の確率で実現する放射能を検出下限値としている。すなわち PDI=0.5である。Bについては「測定して得られた計数値＝真の平均値」であると近似しているので、 P_B はポアソン分布となる。

――引用文献――

文献1) B.S.Pasternack and N.H.Harley: “Detection Limits for Radionuclides in the Analysis of Multi-Component Gamma Ray Spectrometer Data”, Nucl. Instr. Methods, **91**, 533(1971)

II. 3 Cooper の方法と Pasternack の方法の比較

昭和54年度改訂のマニュアルに掲載された Pasternack の検出下限値の計算について、下記のような指摘があった。

1. 「無いものを有ると誤認する危険率」及び「臨界値の放射能が有るのに無いと誤認する危険率」の概念が明確になっていないと、計算された検出下限値の意味が良く理解できない。
2. バックグラウンドの引算や妨害補正が検出下限値に及ぼす影響を盛り込むのが容易ではない。
3. 検出下限値の計算をする際に用いる「検出・不検出」の判定基準と、計数誤差を 3σ に取る事との関係が明解に述べられていない。

一方、検出下限値の厳密な計算は困難なので近似などが行われる¹⁾。また計算法も色々あり、どのように計算するか約束事にせざるを得ない。

本改訂版で Cooper の方法を推奨するに当たっては、これらの事情と次のような理由を併せて考慮した。

1. 概念が簡明なので、確率統計の知識が十分でなくても何を計算しているのか比較的容易に理解できる。
2. バックグラウンドの引算や妨害補正が検出下限値に及ぼす影響を計算に容易に取り込める。

なお独自の方法で検出下限値を計算する場合には、どのような考え方にもとづいて計算したのかを明記する事が望まれる。

1) Pasternack の方法を採用としても「統計的に不十分なデータしか無いとき（測定時間が短い、または繰り返しの測定回数が少ない）、バックグラウンド或はベースラインの統計変動を正しく求めるには、どう計算するのか」と言う問題は残されている。

Ⅲ：最小 2 乗法について

ある変数 X に対応して量 Y がある時、 X を変えて測定すると、 X_i について測定値 $Y_i \pm \sigma_i$ が得られる。これらのデータに適当な関数曲線を当てはめる。計算のため、次の 2 つを仮定する。

- 1) 関数は M 個の可変パラメータ $C_1 \sim C_M$ を持った $f(X, C_n)$ で書き表す事ができる。またパラメータ C_n の値を変えることで曲線の形が変わり、測定値への当てはめが出来る。
- 2) C_n の真の値 C_n^t を用いると Y の真の値 \hat{Y}_i は $\hat{Y}_i = f(X_i, C_n^t)$ となる事が、仮定できる。

1 最小 2 乗法の計算

正規方程式を作り、繰返し解いて逐次近似を行う。

真の値 C_m^t を知る事はできないので最尤解 C_m^s を求める。 C_m^s に近い C_m^o を知っているとし、この C_m^s と C_m^o の距離を C_m^{so} と置くと

$$C_m^s = C_m^o + C_m^{so}, \quad {}^o f_i^s \simeq f_i^o + \sum_m C_m^{so} \cdot \frac{\partial f_i^o}{\partial C_m} \quad \text{-----} \quad \textcircled{A}$$

ここで、これからのテイラー展開等の計算に関連して用いる記法の例を示す。

$$C_n \simeq C_n^t + C_n', \quad f(X, C_n^t) = f^t, \quad \frac{\partial f^t}{\partial C_n} = \frac{\partial}{\partial C_n} f(X, C_n) \bigg|_{C_n = C_n^t}$$

等と記す。またテイラー展開を用いて近似値を計算した場合は、展開の原点を左上の添え字で示す。

$${}^o R(s) \simeq R(o) + \frac{\partial R}{\partial C} \bigg|_{C=C^o} \times C^{os} + \dots$$

$$\sum_i \frac{1}{\sigma_i^2} \frac{\partial f_i^o}{\partial C_m} \frac{\partial f_i^o}{\partial C_n} = C_{mn}^o, \quad \sum_i \frac{1}{\sigma_i^2} (Y_i - f_i^o) \frac{\partial f_i^o}{\partial C_m} = N_m^o$$

と置けば、正規方程式は

$$\begin{bmatrix} C_{11}^0 & C_{12}^0 & \cdots & C_{1M}^0 \\ C_{21}^0 & C_{22}^0 & \cdots & C_{2M}^0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_{M1}^0 & C_{M2}^0 & \cdots & C_{MM}^0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1^{s0} \\ C_2^{s0} \\ \vdots \\ C_M^{s0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_1^0 \\ N_2^0 \\ \vdots \\ N_M^0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} \parallel & \parallel & \parallel \\ C^0 & \delta C & N^0 \end{matrix}$$

となり、 $\delta C = C^{0-1} \times N^0$

の連立 1 次方程式を解いて（逆行列を求めて） C_m^{s0} を得ることが出来る。

式 ④ の $C_m^s = C_m^0 + C_m^{s0}$ に代入し、得られた C_m^s を C_m^0 と読み換えて、

再び同様の計算を行う。繰り返しても C_m^s の値に変化が起こらなくなったならば答とする。

2 標準偏差の計算

最小 2 乗法で計算して得られた結果の標準偏差は

$$\sigma(C_i, C_j) = C_{ij}^{s-1}$$

で与えられる。計算で得られた結果 C_k で表される関数 $F(\cdots, C_k, \cdots)$ の分散は次のようにして求められる。

正規分布する量の一次式の分散は計算できるので、 F を正規分布する量 C_k^{ts} の一次式にテイラー展開すれば

$$\sigma_F^2 = \sum_{ij} \frac{\partial F^s}{\partial C_i} \sigma(C_i, C_j) \frac{\partial F^s}{\partial C_j} = \sum_{ij} \frac{\partial F^s}{\partial C_i} C_{ij}^{s-1} \frac{\partial F^s}{\partial C_j}$$

となる。

例えば、ガウス分布 + 1 次式 で適合させたピーク面積の誤差は、適合関数を

$A \exp \{-B^2 (x - x_0)^2\}$ と置けば、面積 S は $\frac{A}{B} \sqrt{\pi}$ であり

$$\sigma_s^2 = \frac{\partial S}{\partial A} C_{AA}^{-1} \frac{\partial S}{\partial A} + \frac{\partial S}{\partial B} C_{BB}^{-1} \frac{\partial S}{\partial B} + 2 \frac{\partial S}{\partial A} C_{AB}^{-1} \frac{\partial S}{\partial B}$$

$$\sigma_s^2 = \frac{\sqrt{\pi}}{B} C_{AA}^{-1} \frac{\sqrt{\pi}}{B} + \frac{A\sqrt{\pi}}{B^2} C_{BB}^{-1} \frac{A\sqrt{\pi}}{B^2} - 2 \frac{\sqrt{\pi}}{B} C_{AB}^{-1} \frac{A\sqrt{\pi}}{B^2}$$

$$\sigma_s^2 = \frac{\pi}{B^2} C_{AA}^{-1} + \frac{A^2 \pi}{B^4} C_{BB}^{-1} - 2 \frac{A \pi}{B^3} C_{AB}^{-1} \quad \text{となる。}$$

3 χ^2 検定

下式は自由度 $N - M$ の χ^2 分布するので、最小 2 乗法による関数適合の結果が妥当であるかどうかチェックできる。

$$\alpha \leq \sum_i \frac{(Y_i - f(X_i, C_0^t))^2}{\sigma_i^2} \leq \beta$$

α, β は自由度と危険率で定まる値で、 χ^2 の表¹⁾から求める。自由度とは測定データの数からパラメータの個数を引いた値である。

1) 鈴木 武：“近代品質管理総論”，日刊工業新聞社（1971） P. 263
付表 12 等参照。

資 料

資料 A：標準容積線源の作製方法

標準容積線源を作製する時、母材として寒天、アルミナ、プラスチック等の固体を用いれば容易に密封できるが、放射能濃度が均一になりにくい。水は放射能濃度を均一にでき、作製も容易であるが、完全に密封することは困難であるため、周囲への汚染に十分注意しなければならない。

1 K C 1 容積線源の作製方法

K C 1 は手軽に購入することができ、また ^{40}K は半減期が長いので一度作製しておけばよい。さらに、 ^{40}K の放射能値はK C 1の重量から計算できるので正確な値を知ることができる。以下に作製方法の概略を述べる。

- ① K C 1 の必要量を乳鉢に移して細かくし、ふるいを用いて 42mesh から 60mesh の間に粒度を揃える。
- ② 測定容器に厚さが 5、10、20、30、40、50mm となるように移す。振動器を用いて、K C 1 の上面を水平にする。
- ③ K C 1 の重量を計る。
- ④ 中蓋をして発泡性の充填剤等で中蓋の上の空間を埋め、接着剤を用いて蓋を固定し、ビニールテープでとめる。測定容器の外側を湿ったキムワイプで拭き取り、ポリエチレン袋に包む。
- ⑤ K C 1 の重量から、各容器について ^{40}K の γ 線放出率を計算する。
K C 1 1g 当りの放射能は 1.746Bq(γ) である。

2 寒天容積線源の作製方法

80keV から 2MeV の範囲にエネルギーが適当に分散した γ 線を放出する核種 ^{109}Cd 、 ^{57}Co 、 ^{139}Ce 、 ^{51}Cr 、 ^{85}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 、 ^{88}Y 、 ^{59}Fe 、 ^{60}Co を含む混合標準溶液を、寒天に混合し固化して線源を作製する。

表－1 測定日における標準容積線源 1 個当りの放射能の概略値 (Bq/g)

^{109}Cd	^{57}Co	^{139}Ce	^{51}Cr	^{85}Sr	^{137}Cs	^{54}Mn	^{88}Y	^{59}Fe	^{60}Co
120	8	4	40	20	15	30	8	50	3

(寒天が常温で固まるためには酸濃度が 0.0005N 以下でなければならない等の理由で ^{203}Hg 、 ^{113}Sn は使用できない。)

- ①あらかじめ重量と、口から底面までの深さを求めておいた測定容器を6個用意する。これらに厚さが5、10、20、30、40、50mmの寒天標準試料を作製する。
- ②重量既知のビーカに必要量（作製したい寒天容積線源の量に相当する量）の水を入れる。
- ③混合標準溶液に用いる放射性核種の担体溶液（それぞれ1mg/mL程度）を1mLずつ加える。
- ④放射能濃度が300Bq/g程度となるよう混合標準溶液の一定量を加える。
- ⑤水の重量の1.5%の寒天と、寒天の0.005%のHgCl₂を防腐剤として加える。
- ⑥焦げつかせないように攪拌しながら90℃以上に加熱して寒天を溶解する。完全に溶解後、寒天溶液の重量を計る。
- ⑦ただちに、用意した6個の測定容器に気泡が入らないように注意しながら厚さが5、10、20、30、40、50mm程度となるように移し重量を計る。
- ⑧測定容器の内径に合うポリエチレンフィルムで表面を覆い、水平にして氷水中で冷却固化する。
- ⑨常温で一晩放置後、容器の口から寒天の上面までを測り、予め測定しておいた容器の内寸の高さから差し引いて寒天の厚さを求める。寒天の上面は水平になりにくいので、数箇所を測り¹⁾平均値をとる。
- ⑩接着剤を用いて蓋を固定し、ビニールテープでとめる。
- ⑪測定容器外側の拭取試験を行い、ポリエチレン袋で包む。
- ⑫汚染がないことを確認し、各測定容器の放射能を計算する。

3 アルミナ容積線源の作製方法

80keV から 2MeV の範囲にエネルギーが適当に分散した γ 線を放出する核種¹⁰⁹Cd、⁵⁷Co、¹³⁹Ce、⁵¹Cr、⁸⁵Sr、¹³⁷Cs、⁵⁴Mn、⁸⁸Y、⁵⁹Fe、⁶⁰Coを含む混合標準溶液をアルミナに混合して作製する（濃度は寒天と同じ）。

- ①あらかじめ重量と、口から底面までの深さを求めておいた測定容器を6個用意する。
- ②200 mesh 程度のアルミナ（クロマトグラフ用アルミナ等）を必要量用意する。
- ③重量既知のビーカに水をアルミナと同量入れる。
- ④放射性核種の担体溶液（それぞれ1mg/mL程度）を1mLずつ加える。
- ⑤アルミナの放射能濃度が300Bq/g程度となるよう、混合標準溶液の一定量を加える。

1) 平な蓋の数箇所に穴をあけ、上下に垂直に動く細い物差しを付け、蓋の上にはみ出した部分を計測できる器具を用意すると便利である。

- ⑥均一になるように攪拌した後、アルミナを加える。
- ⑦ホットプレートの上に置き、赤外線ランプを用いて、ステンレススプーンで攪拌しながら乾燥する。乾燥したアルミナの重量を計る。
- ⑧ポリエチレン瓶に移し硬質のガラス玉を加え、ロールミルを用いて1時間混合する。
- ⑨測定容器に、厚さが5、10、20、30、40、50mm程度となるように移し、重量を測定する。厚さは測定容器の底からアルミナの上面までを測定して求める。
- ⑩接着剤を用いて蓋を固定し、ビニールテープでとめる。測定容器外側の拭取試験を行いポリエチレン袋で包む。
- ⑪汚染がないことを確認し、各測定容器の放射能を計算する。

4 灰試料を用いた標準容積線源

自己吸収の補正を行わない場合、対象試料に合わせて密度の小さい標準容積線源を作製することが考えられる。

一般に生物試料の灰化物は密度が小さいのでこれを用いる。

- ①生物試料（魚のすり身、ドライミルク等）をポリエチレン袋に入る。
- ②混合標準溶液に含まれる放射性核種の担体溶液（それぞれ1mg/mL程度）を1mLずつ加える。
- ③灰の放射能濃度が300Bq/g程度となるよう混合標準溶液の一定量を加える。添加核種および濃度は寒天と同様とする。
- ④ポリエチレン袋に入れたまま混合して、袋ごと磁器製蒸発皿に移し450℃で灰化する。
- ⑤ポリエチレン瓶に移しよく混合する。
- ⑥測定容器に、厚さが5、10、20、30、40、50mm程度となるように移し、重量を測定する。厚さは測定容器の底から灰試料の上面までを測定して求める。
- ⑦接着剤を用いて蓋を固定し、ビニールテープでとめる。測定容器外側の拭取試験を行いポリエチレン袋で包む。
- ⑧汚染がないことを確認し、各測定容器の放射能を計算する。

5 水溶液容積線源の作製方法

80keV から 2MeV の範囲にエネルギーが適当に分散したγ線を放出する核種 ^{109}Cd 、 ^{57}Co 、 ^{139}Ce 、 ^{203}Hg (12Bq/g)、 ^{113}Sn (15Bq/g)、 ^{85}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 、 ^{88}Y 、 ^{59}Fe 、 ^{60}Co を含む混合標準溶液を用いて作製する（ ^{203}Hg 、 ^{113}Sn 以外の濃度は寒天と同じとする）。

- ①重量既知の測定容器に混合標準溶液を移し、厚さが5mm程度になるように、混合標準溶液と同じ濃度の酸溶液を用いて希釈する。
- ②ガラス棒でよく攪拌したのち、少量の水でガラス棒を洗浄し、洗液は測定容器に加える。測定容器の蓋を閉める。
- ③重量および水溶液の厚さを求める。

- ④ 蓋のまわりをビニールテープでとめ、測定容器外側の拭取試験を行い、ポリエチレン袋で2重に包む。汚染がないことを確認する。
- ⑤ 測定と希釈を交互に繰り返す、厚さ 5、10、20、30、40、50mm の容積線源について測定結果を得る。

6 マリネリ標準線源

1) ^{131}I 、 ^{137}Cs 、 ^{40}K を対象とする場合

- ① KCl 30g を正確に量り取りビーカーに移し水で溶解する。200mL程度のメスシリンダに入れ水を加えて正確に一定量とする。
- ② 2000mL程度のメスシリンダに、規定のマリネリ容器容量からKCl溶液と使用するRI標準溶液容量の合計量を差し引いた量の水を正確に入れる。
- ③ マリネリ容器の半分程度までメスシリンダ内の水を入れたのち、1L当たり10Bq および 100Bq 程度になるように ^{131}I 標準溶液と ^{137}Cs 標準溶液を正確に一定量、さらにKCl溶液を全量加える。KCl溶液の入っていたメスシリンダは、②のメスシリンダ内に残っている水で洗浄し洗液はマリネリ容器に入れる。
- ④ メスシリンダに残っている水の全量をマリネリ容器に移し、ガラス棒でよく攪拌したのち少量の水でガラス棒を洗浄し、洗液はマリネリ容器に加える。マリネリ容器の規定の高さまで溶液が入っているか確認する。
- ⑤ 蓋をしてビニールテープでとめ、マリネリ容器外側の拭取試験を行う。汚染がないことを確認する。
- ⑥ ポリエチレンの袋で二重に包む。
この程度の強さの線源の場合、計数値の誤差を 2% にするのに 7万秒程度測定する必要がある。

2) 上記1) の3核種に限定しない場合

- ① 80keV から 2MeV の範囲にエネルギーが適当に分散した γ 線を放出する核種 ^{109}Cd 、 ^{57}Co 、 ^{139}Ce 、 ^{203}Hg 、 ^{113}Sn 、 ^{85}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{88}Y 、 ^{59}Fe 、 ^{60}Co を含む 5kBq/5mL 程度の混合標準溶液を用意する。
- ② 2000mL程度のメスシリンダに、規定のマリネリ容器容量から使用する混合標準溶液量を差し引いた量の酸性溶液を、正確に入れる。
溶液は標準溶液と同じ酸濃度とする。
- ③ マリネリ容器にメスシリンダ内の酸性溶液を全量入れたのち、混合標準溶液を正確に一定量加える。ガラス棒でよく攪はんしたのち少量の水でガラス棒を洗浄し、洗液はマリネリ容器に加える。
マリネリ容器の規定の高さまで溶液が入っているか確認する。
- ③ マリネリ容器に蓋をしてビニールテープでとめ、マリネリ容器外側の拭取試験を行う。汚染がないことを確認する。
- ④ ポリエチレンの袋で二重に包む。

資料 B：核データ（環境試料中の放射性核種について）

Ge 半導体検出器を用いた環境放射能分析は、今日広い範囲に普及している。γ線スペクトロメトリー担当者の数も増え、ごく特殊な専門家と考えることは出来なくなっており、その便を考え、ピーク同定、核種同定、解析対象核種及びピークの選定に資するために、環境試料中に検出される可能性のある人工放射性核種及び天然放射性核種について、これまでに行われてきた分析結果をもとに調査し、整理した。

表－1：環境試料を測定した際に検出される放射性核種のピーク

チェルノブイル原子力発電所事故時などに、実際に検出されたことのあるピーク、および福井県衛生研究所の厚意で提供された中国核実験に係る試料のデータにみられるピークについて調べ、エネルギー順にまとめたものである。

表－2：核種別核データ

核データを核種別に質量数順に並べ替えたものである。対象核種の解析上問題となるものも同じ表中に掲載し、対象核種には「」を付け分かりやすいようにした。

表中、人工放射性核種に「人工」、検出器及び遮蔽材に起因する放射性核種に「機器」を付け、天然放射性核種と区別した。また、解析上重要と判断されるγ線のエネルギーに「主要」を付けた。さらに±5keV以下で隣合うピークに印を付け、解析上妨害となる可能性を示した。サムピーク、エスケープピーク（シングル、ダブル）を核種名の欄に各々 s、e、d で表示した他、娘核種からのγ線についてもエネルギーの欄に D と表示し、核種同定の参考とした。

数値は Table of Isotopes (7th Edition) から引用した。
尚、表中の小さな数字で表示してある部分は誤差を表す。

例 147.21 は 147.2 ± 0.1 を意味する。

表中、解析対象核種の中で最も低エネルギーのγ線にのみ半減期と備考を記載し、その他は空欄とした。

表-1 環境試料を測定した際に検出される放射性核種 (エネルギー順)

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{144}Ce	284.51 ₀ d		33.622 ₁₀	0.291 ₃₄	β^- 娘: ^{144}Pr
人工	^{99}Mo	66.02 ₁ h		40.55 ₁₀	0.87 ₁₆	β^- 娘: $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{99}Tc
	Unknown			41.5		
人工	^{210}Pb	22.26 ₂ y	主要	46.503 ₁₅	4.05 ₈	β^- , α 親: ^{226}Ra
	^{132}Te	78.2 ₈ h		49.72 ₁	14.2	β^- 娘: ^{132}I
	^{227}Th	18.7176 ₅₂ d		50.2 ₂	7.2 ₂₂	α 親: ^{227}Ac
	^{214}Pb	26.8m		53.226 ₁₄	2.2 ₄	β^- 親: ^{226}Ra
人工	^{143}Ce	33.0 ₂ h	主要	57.365 ₁	~12.1	β^-
	^{234}Th	24.101 ₂₅ d		63.29 ₂	3.8 ₂	β^- 娘: $^{234\text{m}}\text{Pa}$
人工	^{136}Cs	13.00 ₂ d		66.91 ₅	12.5 ₁₀	β^- 娘: $^{136\text{m}}\text{Ba}$
	Pb(K α 2)			72.80 ₄		
	Pb(K α 1)			74.96 ₉		
	Bi(K α 1)			77.10 ₈		
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$	127.7y		79.4 ₅	6.6 ₈	EC, β^+ , IT
	^{227}Th			79.8 ₂	1.7 ₆	
人工	^{144}Ce			80.106 ₅	1.13 ₁₈	
人工	^{131}I	8.040 ₁ d		80.183 ₂	2.6 ₁	β^-
	^{231}Th	25.52 ₁ h	主要	84.21 ₂	6.5 ₅	β^- 親: ^{235}U
	^{228}Th	1.91313 ₄₄ y	主要	84.371 ₃	1.21 ₆	α 親: ^{232}Th
	Pb(K β 1)			84.93 ₆		
	Bi(K β 1)			87.34 ₃		
	^{231}Th			89.95 ₂	0.94 ₁₉	
人工	^{147}Nd	10.98 ₁ d	主要	91.1050 ₁₆	27.2 ₄₇	β^-
	^{234}Th		主要	92.80 ₂	5.4 ₃	
	^{227}Th			94.0 ₂	1.2 ₄	
	^{228}Ac	6.13h		99.5 ₁	1.3 ₂	β^- 親: ^{232}Th
人工	^{239}Np	2.346 ₄ d		99.5 ₅	14.5 ₆	β^- Pu(K α 2)
	^{228}Ac			100.40 ₁₅	0.12 ₂	
人工	^{239}Np			103.76	22.2 ₈	Pu(K α 1)
人工	^{239}Np		主要	106.14	27.8 ₉	
	^{235}U	7.038 ₅ * 10^8 y		109.14 ₂	1.5 ₂	α
人工	^{132}Te			111.76 ₈	1.8 ₃	
人工	^{132}Te			116.30 ₈	1.9 ₄	
人工	^{239}Np			117.26	8.1 ₄	Pu(K β 1)
人工	^{147}Nd			120.490 ₉	0.40 ₇	
人工	^{239}Np			120.6	2.77 ₁₀	Pu(K β 2)
	^{223}Ra	11.4346 ₁₁ d		122.4	1.23 ₇	α 親: ^{227}Ac
	^{228}Ac			129.1 ₁	2.6 ₃	
人工	^{144}Ce		主要	133.544 ₅	11.1 ₂	
機器	$^{75\text{m}}\text{Ge}$	47.7 ₅ s	主要	139.68 ₃	39.2	IT, β^-
人工	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.007 ₂ h	主要	140.511 ₆	89.0 ₂	IT, β^- 親: ^{99}Mo
人工	$^{99\text{m}}\text{Tc}$			142.63 ₃	6.4 ₃	
人工	^{59}Fe	44.56 ₃ d		142.648 ₄	1.02 ₄	β^-
	^{235}U		主要	143.76 ₂	11.1	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{223}Ra			144.3	3.34 ₂₂	
人工	^{141}Ce	32.55 ₁ d	主要	145.444	48.44	β^-
人工	^{132}I	2.2846 ₄ h		147.2 ₁	0.24 ₂	β^- 親: ^{132}Te
人工	^{136}Cs			153.22 ₅	7.47 ₁₆	
	^{228}Ac			154.0 ₂	0.80 ₁₁	
	^{223}Ra			154.3	5.74 ₃₆	
人工	^{140}Ba	12.789 ₆ d		162.61 ₂	6.11 ₃₄	β^- 娘: ^{140}La
	^{235}U			163.35 ₂	4.7 ₄	
人工	^{136}Cs			163.89 ₅	4.62 ₁₀	
人工	^{125}Sb	2.71 ₂ y		176.29 ₂	6.8 ₅	β^- 娘: $^{125\text{m}}\text{Te}$
人工	^{136}Cs			176.55 ₅	13.6 ₂	
人工	^{131}I			177.210 ₂	0.26 ₀	
人工	^{99}Mo		主要	181.07 ₅	6.29 ₈₃	
	^{235}U		主要	185.715 ₅	54.	
	^{226}Ra	1599.7 ₇ y	主要	186.180 ₄	3.3 ₁	α 娘: ^{214}Pb
人工	^{59}Fe			192.344 ₆	3.08 ₁₀	
機器	$^{75}\text{Ge}?$	82.78 ₄ m		198.56	1.14 ₁₁	β^-
	^{228}Ac			209.5 ₂	4.3 ₇	
人工	^{239}Np			209.76	3.42 ₁₀	
人工	^{97}Zr	16.90 ₅ h		218.87 ₂₀	0.18 ₂	β^- 娘: $^{97\text{m}}\text{Nb}$, ^{97}Nb
人工	^{132}Te		主要	228.16 ₆	88.3	
人工	^{239}Np			228.2	11.4 ₃	
人工	^{143}Ce			231.559 ₃₃	~ 2.0 ₂	
	^{227}Th		主要	236.0 ₂	11.2	
	^{212}Pb	10.643 ₁₂ h	主要	238.626 ₅	43.1	β^- 娘: ^{212}Bi
	^{224}Ra	3.665 ₁₉ d	主要	240.981 ₅	3.9 ₁	α 親: ^{228}Th
	^{214}Pb			241.924 ₃₀	7.6 ₈	
人工	^{97}Zr			254.152 ₀	1.25 ₁₄	
人工	^{239}Np			254.4	0.11 ₁	
人工	^{132}I			254.8 ₂	0.19 ₃	
	^{227}Th			256.3 ₂	6.32 ₀	
人工	^{132}I			262.7 ₁	1.44 ₉	
機器	^{75}Ge		主要	264.61	11.11 ₁	
人工	^{93}Y	10.25 ₁ h	主要	266.9 ₁	6.81 ₅	β^-
	^{223}Ra		主要	269.6	14.0 ₃	
	^{228}Ac			270.2 ₃	3.6 ₆	
	^{219}Rn	3.96 ₁ s	主要	271.20 ₅	10.1	α 親: ^{227}Ac
人工	^{97}Zr			272.27 ₂₀	0.25 ₄	
人工	^{136}Cs			273.65 ₄	12.7 ₂	
人工	^{147}Nd			275.42 ₂	0.82 ₁₈	
	^{208}Tl	3.0527 ₃₃ m		277.4 ₃	6.8 ₃	β^- 親: ^{228}Th
人工	^{239}Np		主要	277.60	14.5 ₄	
	^{231}Pa	3.276 ₁₁ ¹⁰⁴ y	主要	283.56 ₆	1.7 ₃	α 娘: ^{227}Ac
人工	^{131}I			284.298 ₅	6.0 ₁	
人工	^{239}Np			285.5	0.76 ₂	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{227}Th	60.600_{43}m	主要	286.22)	1.44	β^- , α 親: ^{228}Th
	^{212}Bi			288.077)	0.323	
	^{143}Ce			293.262 ₂₁)	~42.	
	^{103}Ru			294.98 ₂)	0.242 ₂₅	
	^{214}Pb			295.217 ₃₉)	18.9 ₂₀	
人工	^{231}Pa	39.35_{5}d	主要	299.94 ₆)	2.57	β^- 娘: ^{103}mRh
	^{227}Th			300.0 ₂)	1.97	
	^{212}Pb			300.11 ₅)	3.33	
	^{231}Pa			302.52 ₆)	2.57	
	^{140}Ba			304.85 ₁)	4.37 ₂₈	
人工	^{239}Np	27.701_{6}d	主要	315.9)	1.52 ₅	EC
人工	^{132}I			316.5 ₄)	0.16 ₄	
人工	^{147}Nd			319.41 ₃)	2.0 ₃	
人工	^{51}Cr			320.076 ₁)	10.2 ₆	
人工	^{228}Ac			321.9 ₄)	0.22 ₃	
	^{223}Ra	40.27_{5}h	主要	324.1)	4.12 ₂₆	β^- 親: ^{140}Ba
	^{228}Ac			328.3 ₄)	3.1 ₄	
	^{140}La			328.768 ₁₂)	18.5 ₆	
	^{231}Pa			329.89 ₆)	1.4 ₄	
	^{227}Th			329.9 ₂)	2.4 ₈	
人工	^{228}Ac	2.15m	主要	332.9 ₄)	0.35 ₅	α 親: ^{227}Ac
	^{239}Np			334.3)	1.95 ₇	
	^{223}Ra			338.6)	2.96 ₂₀	
	^{228}Ac			338.7 ₄)	12.2	
	^{136}Cs			340.57 ₅)	46.8 ₅	
人工	^{143}Ce	2.15m	主要	350.587 ₅₀)	~3.4 ₃	α 親: ^{227}Ac
人工	^{211}Bi			351.0 ₁)	12.7 ₂	
	^{214}Pb			351.992 ₆₂)	36.7 ₄₀	
	^{97}Zr			355.39 ₁₀)	2.27 ₂₄	
	^{132}I			363.5 ₄)	0.49 ₁₀	
人工	^{131}I	36.1_{2}m	主要	364.480 ₅)	81.1	β^- 娘: ^{211}Bi
人工	^{99}Mo			366.45 ₁₀)	1.35 ₁₆	
人工	^{125}Sb			380.51 ₄)	1.5 ₁	
人工	^{132}I			387.8 ₄)	0.17 ₃	
人工	^{97}Zr			400.39 ₂₀)	0.32 ₅	
人工	^{219}Rn	36.1_{2}m	主要	401.8 ₂)	6.5 ₁₃	β^- 娘: ^{211}Bi
	^{211}Pb			404.8 ₁)	3.5 ₂	
	^{214}Bi			405.74 ₃)	0.17 ₁	
	^{228}Ac			409.8 ₃)	2.1 ₃	
	^{132}I			416.8 ₄)	0.46 ₉	
人工	^{140}Ba	2.15m	主要	423.72 ₁)	3.07 ₂₁	β^- 娘: ^{211}Bi
人工	^{211}Pb			426.9 ₁)	1.6 ₃	
	^{125}Sb			427.95 ₂)	30.1	
	^{132}I			431.9 ₄)	0.45 ₉	
	^{140}La			432.530 ₂₉)	2.72 ₁₅	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{108m}Ag		主要	434.00 ₁₀)	90.59	
人工	^{140}Ba			437.58 ₂)	2.02	
	^{40}K d			438.75)	0.0	
人工	^{147}Nd			439.85 ₈)	1.12	
	^{223}Ra			445.5)	1.54 ₁₈	
人工	^{132}I			446.0 ₄)	0.67 ₈	
	^{212}Bi			452.83 ₁₀)	0.35 ₃	
人工	^{129}Te	69.55m	主要	459.60 ₅)	7.17	β^- 親: ^{129m}Te
	^{228}Ac			463.3 ₃)	4.65	
人工	^{125}Sb			463.51 ₄)	11.1	
人工	^{127}Sb			473.0 ₄)	25.1	
人工	^{134}Cs	2.0625y		475.35 ₅)	1.465 ₄₀	β^- , EC
	^7Be	53.29 ₂ d	主要	477.593 ₁₂)	10.35 ₈	EC
人工	^{140}La		主要	487.029 ₁₉)	43.0 ₁₆	
人工	^{129}Te			487.39 ₅)	1.31	
人工	^{143}Ce			490.36 ₇)	~2.02	
人工	^{103}Ru		主要	497.08 ₂)	86.4 ₃₅	
人工	^{132}I			505.90 ₁₃)	5.02	
人工	^{97}Zr		主要	507.63 ₁₀)	5.06 ₅₃	
	^{208}Tl			510.723 ₂₀)	21.6 ₉	
	Annihi			511.)	0.0	
人工	^{106}Ru	366.58d		511.80 ₁₅) ^D	19.1	β^- 娘: ^{106}Rh
人工	^{97}Zr			513.38 ₂₀)	0.61	
人工	^{132}I			522.65 ₉)	16.16	
人工	^{147}Nd		主要	531.01 ₇)	12.02	
人工	^{132}I			535.5 ₄)	0.52 ₈	
人工	^{140}Ba		主要	537.27 ₂)	23.65	
人工	^{132}I			547.1 ₂)	1.25 ₉	
人工	^{91}Sr	9.481h	主要	555.57 ₅) ^D	61.7	β^- 娘: ^{91m}Y , ^{91}Y
人工	^{103}Ru			557.04 ₂)	0.80 ₈	
	^{228}Ac			562.6 ₅)	0.86 ₁₅	
人工	^{134}Cs			563.26 ₅)	8.38 ₅	
人工	^{134}Cs			569.29 ₃)	15.43 ₁₁	
	^{207}Bi	38.3y	主要	569.653 ₂₀)	97.74 ₄	EC, β^+
人工	^{140}La d			574.49)	0.0	
	^{208}Tl		主要	583.139 ₂₃)	86.3	
人工	^{143}Ce			587.28 ₁₅)	~0.24 ₄	
機器	^{74}Ga	8.255m	主要	595.88 ₄)	91.2 ₁₀	β^-
機器	^{74}As	17.795d	主要	595.90 ₈)	60.2	EC, β^+ , β^-
人工	^{125}Sb		主要	600.77 ₆)	18.1	
人工	^{97}Zr			602.41 ₂₀)	1.39 ₁₄	
機器	^{74}Ga			604.22 ₁₀)	2.87 ₂₁	
人工	^{134}Cs		主要	604.66 ₂)	97.56 ₃₂	
人工	^{125}Sb			606.82 ₄)	4.9 ₄	
機器	^{74}Ga			608.40 ₅)	14.65	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{214}Bi	19.7m	主要	609.312 ₁₀	46.1 ₁₂	β^- , α 親: ^{226}Ra
人工	^{103}Ru		主要	610.33 ₂	5.44 ₅₆	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	614.37 ₁₀	89.7 ₃₁	
人工	^{106}Ru			616.33 ₁₇	0.82 ₁₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	252.2 ₃ d		620.346 ₁	2.78 ₅	β^- , IT
人工	^{132}I			621.0 ₂	2.0 ₁	
人工	^{106}Ru		主要	622.2 ₃	9.8 ₁₄	
人工	^{132}I			630.22 ₉	13.7 ₆	
人工	^{125}Sb			636.15 ₄	12.1	
人工	^{131}I			636.973 ₂	7.2 ₁	
人工	^{124}Sb	60.20 ₃ d		645.82 ₄	7.23 ₂₂	β^-
人工	^{132}I			650.6 ₂	2.7 ₂	
人工	^{91}Sr			652.3 ₃	2.9 ₈	
人工	^{91}Sr			652.9 ₂	7.6 ₁₁	
人工	^{91}Sr			653.2	0.46 ₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		主要	657.749 ₁₀	94.4 ₁	
人工	^{97}Nb	72.17m	主要	657.92 ₁₀	98.2 ₁	β^- 親: ^{97}Zr
人工	^{137}Cs	30.174 ₃₄ y	主要	661.638 ₁₉	85.0 ₅	β^- 娘: $^{137\text{m}}\text{Ba}$
人工	^{143}Ce			664.55 ₁₀	5.3 ₅	
	^{214}Bi			665.453 ₂₂	1.56 ₉	
人工	^{132}I		主要	667.69 ₈	98.7 ₁	
機器	^{63}Zn	38.01m	主要	669.62 ₅	8.4 ₄	β^+ , EC
人工	^{132}I			669.8 ₃	4.9 ₈	
人工	^{132}I			671.6 ₃	5.2 ₄	
人工	^{125}Sb			671.66 ₄	1.7 ₁	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			677.602 ₁₁	10.6 ₁	
人工	^{127}Sb	3.917d	主要	685.7 ₅	36.1	β^-
人工	^{147}Nd			685.80 ₃₅	0.71 ₁₃	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			686.988 ₁₁	6.45 ₄	
人工	^{97}Zr			690.632 ₀	0.25 ₄	
	Unknown			693.		
人工	$^{129\text{m}}\text{Te}$	33.52 ₁₂ d	主要	695.98 ₅	2.9 ₄	IT, β^- 娘: ^{129}Te
人工	^{97}Zr			699.2 ₃	0.12 ₂	
	^{214}Bi			703.11 ₄	0.47 ₃	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			706.670 ₁₃	16.3 ₀	
	^{214}Bi			719.86 ₃	0.40 ₃	
人工	^{143}Ce			721.96 ₁₁	~5.1 ₅	
人工	^{124}Sb		主要	722.78 ₄	11.30 ₁₆	
人工	^{131}I			722.893 ₂	1.8 ₀	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	722.95 ₈	89.7 ₃₁	
人工	^{95}Zr	63.98 ₆ d	主要	724.184 ₁₂	43.12 ₀	β^- 娘: ^{95}Nb , $^{95\text{m}}\text{Nb}$
	^{228}Ac			726.7 ₅	0.78 ₂₇	
人工	^{132}I			727.1 ₂	6.5 ₃	
	^{212}Bi		主要	727.27 ₇	6.3 ₂	
人工	$^{129\text{m}}\text{Te}$			729.62 ₅	0.69 ₁₃	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	⁹⁹ Mo		主要	739.4 ₁	12.6 ₈	
	²¹⁴ Bi d			742.50)	0.0	
人工	⁹⁷ Zr		主要	743.36 ₁₀)	92.8 ₃	^{97m} Nb
人工	^{110m} Ag			744.260 ₁₃)	4.65 ₄	
人工	⁹¹ Sr		主要	749.8 ₁)	23.2	
人工	¹⁴⁰ La			751.827 ₈₀)	4.20 ₂₀	
	²²⁸ Ac			755.3 ₁)	1.0 ₂	
人工	⁹⁵ Zr		主要	756.72 ₂)	54.6 ₅	
	²⁰⁸ Tl			763.13 ₈)	1.64 ₉	
人工	^{110m} Ag			763.928 ₁₃)	22.3 ₁	
人工	⁹⁵ Nb	34.97 ₃ d	主要	765.786 ₁₉)	99.82 ₁	β^- 親: ⁹⁵ Zr
	^{234m} Pa	1.175 ₃ m		766.6 ₂)	0.21 ₁	β^- , IT
	²¹⁴ Bi			768.356 ₁₂)	4.91 ₂₀	
	²²⁸ Ac			771.8 ₃)	1.6 ₂	
人工	¹³² I		主要	772.61 ₈)	76.21 ₉	
人工	⁹⁹ Mo			777.8 ₁)	4.40 ₅₃	
人工	¹³² I			780.2 ₃)	1.23 ₆	
	²²⁸ Ac			782.0 ₁)	0.51 ₁₁	
人工	¹²⁷ Sb			783.7 ₅)	15.1	
	²¹² Bi			785.46 ₇)	1.0 ₁	
	²¹⁴ Pb			785.95 ₂₀)	0.86 ₉	
	²¹⁴ Bi			786.1 ₄)	0.31 ₁₁	
	²²⁸ Ac			795.0 ₂)	4.4 ₇	
人工	¹³⁴ Cs		主要	795.76 ₂)	85.44 ₃₈	
	²²⁸ Ac			796.1)	0.12 ₇	
人工	¹³⁴ Cs			801.84 ₃)	8.73 ₄	
	²¹⁰ Po	138.3763 ₁₇ d	主要	803.)	0.00122 ₉	α 親: ²¹⁰ Bi
	²⁰⁶ Tl	4.183 ₁₇ m	主要	803.3)	0.0055 ₅	β^-
人工	⁹⁷ Zr			804.53 ₁₀)	0.65 ₇	
	²¹⁴ Bi			806.174 ₁₈)	1.23 ₆	
人工	¹³² I			809.8 ₂)	2.9 ₃	
人工	⁵⁸ Co	70.78 ₇ d	主要	810.755 ₃₃)	99.44 ₂	
人工	¹³² I			812.2 ₂)	5.6 ₅	
人工	¹⁴⁰ La		主要	815.85 ₇)	22.4 ₇	
人工	^{110m} Ag			818.016 ₁₂)	7.28 ₅	
人工	¹³⁶ Cs		主要	818.50 ₄)	99.70 ₆	
人工	⁹⁹ Mo			822.8 ₁)	0.140 ₁₉	
人工	⁹⁷ Zr			829.80 ₁₀)	0.22 ₂	
	²²⁸ Ac			830.4 ₂)	0.65 ₁₂	
	²¹¹ Pb			831.8 ₁)	2.8 ₆	
人工	⁵⁴ Mn	312.20 ₇ d	主要	834.827 ₂₁)	100.	EC
	²²⁸ Ac			835.6 ₂)	1.7 ₂	
	²¹⁴ Pb			839.20 ₂₀)	0.59 ₆	
	²²⁸ Ac			840.4 ₂)	0.97 ₁₆	
機器	⁵⁶ Mn	2.5785 ₆ h	主要	846.754 ₂₀	98.87 ₄	β^-

	核種名	半減期	エネルギー (keV)	放出比 (%)	備考
人工	^{97}Zr		854.90 ₁₀	0.33 ₄	
	^{208}Tl		主要 860.37 ₈	12.0 ₄	
人工	^{132}I		863.3 ₂	0.59 ₅	
人工	^{140}La		867.82 ₁₄	5.3 ₃	
人工	^{132}I		876.8 ₂	1.08 ₅	
人工	^{143}Ce		880.39 ₁₃	~0.92 ₈	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		主要 884.667 ₁₃	72.8 ₃	
	^{228}Ac		904.1 ₃	0.82 ₁₂	
人工	^{132}I		910.3 ₂	0.92 ₅	
	^{228}Ac		主要 911.2 ₂	27.2	
人工	^{140}La		919.63 ₁₅	2.52 ₁₆	
人工	^{140}La		925.24 ₉	6.8 ₃	
人工	^{132}I		927.6 ₃	0.44 ₈	
	^{214}Bi		934.061 ₁₄	3.19 ₁₄	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		主要 937.478 ₁₃	34.3 ₂	
人工	^{93}Y		947.1 ₁	1.9 ₆	
	$^{40}\text{K}^{\text{e}}$		949.750	0.0	
人工	^{140}La		951.4 ₄	0.53 ₃	
人工	^{132}I		主要 954.55 ₉	18.1 ₆	
機器	^{63}Zn		962.06 ₄	6.6 ₇	
	^{228}Ac		964.4 ₄	4.7 ₁₀	
	^{228}Ac		主要 968.8 ₃	16.2	
人工	^{97}Zr		971.39 ₁₀	0.29 ₃	
人工	^{132}I		984.5 ₂	0.56 ₆	
	$^{234\text{m}}\text{Pa}$		主要 1001.025 ₂₂	0.59	
人工	^{97}Zr		1021.3 ₃	1.35 ₁₄	
人工	^{91}Sr		主要 1024.3 ₁	33.2	
人工	^{97}Nb		1024.53 ₃₀	1.1 ₁	
人工	^{132}I		1034.7 ₂	0.57 ₅	
人工	^{134}Cs		1038.50 ₅	1.00 ₁	
人工	^{136}Cs		主要 1048.07 ₇	79.8 ₈	
人工	^{106}Ru		1050.47 ₇	1.6 ₂	
	^{207}Bi		主要 1063.630 ₃₀	73.8 ₂₃	
	^{212}Bi		1078.80 ₁₀	0.51 ₄	
人工	^{129}Te		1083.99 ₅	0.56 ₈	
人工	$^{140}\text{La}^{\text{e}}$		1085.49	0.0	
	^{208}Tl		1093.9 ₂	0.37 ₄	
人工	^{59}Fe		主要 1099.224 ₂₅	56.5 ₁₅	
人工	^{143}Ce		1102.98 ₁₈	~0.37 ₅	
人工	^{97}Zr		1110.45 ₂₀	0.11 ₂	
人工	^{65}Zn	244.0 _{2d}	主要 1115.518 ₂₅	50.75 ₁₀	EC, β^+
	^{214}Bi		主要 1120.287 ₂	15.0 ₆	
人工	^{132}I		1136.03 ₁₂	3.0 ₂	
人工	^{132}I		1143.4 ₂	1.4 ₁	
人工	^{97}Zr		1147.95 ₁₀	2.64 ₂₉	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)	放出比 (%)	備考
人工	^{132}I s		1152.88 ₈	0.0	
	^{214}Bi		1155.19 ₂	1.69 ₉	
人工	^{134}Cs		1167.86 ₆	1.805 ₂₆	
人工	^{132}I		1173.2 ₂	1.1 ₁	
人工	^{60}Co	5.2719 ₁₁ y	主要 1173.210 ₂₁	100.	β^-
人工	^{134}Cs s		1173.95 ₅	0.0	
人工	^{132}I s		1190.35 ₇	0.0	
人工	^{91}Y	58.51 ₆ d	主要 1208.	0.30 ₃	β^-
人工	^{136}Cs		1235.34 ₅	19.7 ₂	
	^{214}Bi		1238.11 ₁	5.95 ₂₁	
	^{228}Ac		1245.0 ₈	0.16 ₉	
	^{228}Ac		1246.9 ₂	0.38 ₁₅	
	^{228}Ac		1249.3 ₈	0.11 ₇	
	^{214}Bi e		1253.50	0.0	
人工	^{97}Nb		1268.63 ₁₀	0.16 ₂	
人工	^{97}Zr		1276.09 ₁₀	0.974 ₉₆	
	^{214}Bi		1280.96 ₂	1.47 ₉	
人工	^{132}I		1290.7 ₃	1.14 ₆	
人工	^{59}Fe		主要 1291.564 ₂₈	43.2 ₁₁	
人工	^{132}I		1295.3 ₃	2.0 ₁	
人工	^{132}I		1298.2 ₅	0.9 ₁	
人工	^{132}I		1317.1 ₇	0.12 ₂	
人工	^{132}I s		1318.3 ₂	0.0	
人工	^{58}Co s		1321.75 ₅	0.0	
人工	^{60}Co		主要 1332.470 ₂₄	100.	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		1334.242 ₁₉	0.141 ₅	
人工	^{132}I s		1339.3 ₃	0.0	
人工	^{97}Zr		1362.66 ₁₀	1.35 ₁₄	
人工	^{134}Cs		1365.13 ₁₀	3.04 ₄	
人工	^{132}I		1372.07 ₁₃	2.5 ₁	
	^{214}Bi		1377.669 ₁₄	4.05 ₁₈	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		1384.270 ₁₃	24.6 ₁	
	^{214}Bi		1385.31 ₃	0.78 ₅	
人工	^{136}Cs s		1388.65 ₂	0.0	
人工	^{132}I		1398.57 ₁₀	7.1 ₃	
人工	^{134}Cs s		1400.42 ₄	0.0	
	^{214}Bi		1401.50 ₄	1.39 ₈	
人工	^{134}Cs s		1406.50 ₅	0.0	
	^{214}Bi		1407.98 ₄	2.48 ₁₀	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ s		1421.677 ₂₃	0.0	
人工	^{132}I s		1440.31 ₆	0.0	
人工	^{132}I		1442.56 ₁₀	1.42 ₆	
	^{228}Ac		1459.2 ₂	0.93 ₁₃	
	^{40}K	1.277 ₈ *10 ⁹ y	主要 1460.75 ₆	10.67 ₁₃	β^- , EC, β^+
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		1475.760 ₂₂	4.04 ₂	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)	放出比 (%)	備考
人工	^{132}I s		1479.9 ₂)	0.0	
	^{228}Ac		1496.2 ₂)	0.98 ₁₃	
人工	^{132}I s		1499.7 ₄)	0.0	
	^{228}Ac		1501.7 ₂)	0.54 ₇	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		1505.001 ₂₁)	13.2 ₁	
	^{214}Bi		1509.228 ₁₇)	2.19 ₁₁	
人工	^{97}Nb		1515.64 ₂₀)	0.12 ₂	
	^{228}Ac		1539.0 ₅)	0.054 ₃₀	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ s		1542.416 ₂₃)	0.0	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		1562.266 ₂₂)	1.19 ₂	
	^{214}Bi		1583.22 ₄)	0.72 ₅	
	^{228}Ac		1588.3 ₂)	3.5 ₅	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ s		1591.337 ₂₆)	0.0	
	^{208}Tl d		1592.5)	0.0	
人工	^{140}La	主要	1596.49 ₂₄)	95.5 ₃	
	^{214}Bi		1599.31 ₆)	0.33 ₃	
	^{212}Bi	主要	1620.62 ₁₀)	1.4 ₁	
人工	^{132}I s		1622.25 ₇)	0.0	
	^{228}Ac		1625.3 ₃)	0.32 ₁₄	
	^{228}Ac		1630.7 ₃)	1.5 ₃	
	^{228}Ac		1638.3 ₃)	0.46 ₁₀	
	^{214}Bi	主要	1661.28 ₆)	1.15 ₇	
	^{228}Ac		1685.8 ₃)	0.092 ₂₁	
人工	^{124}Sb		1691.02 ₄)	49.0 ₅	
人工	^{132}I s		1727.17 ₇)	0.0	
	^{214}Bi		1729.60 ₂)	2.98 ₁₃	
人工	^{97}Zr		1750.46 ₁₀)	1.35 ₁₄	
人工	^{132}I		1757.5 ₂)	0.38 ₃	
	^{214}Bi	主要	1764.50 ₂)	15.8 ₆	
	^{207}Bi		1770.220 ₄₀)	6.79 ₂₀	
人工	^{132}I s		1803.72 ₉)	0.0	
機器	^{56}Mn		1810.72 ₄)	27.2 ₉	
人工	^{132}I s		1811.1 ₂)	0.0	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ s		1822.145 ₂₆)	0.0	
人工	^{132}I s		1840.9 ₂)	0.0	
	^{214}Bi		1847.42 ₃)	2.10 ₉	
人工	^{97}Zr		1851.55 ₁₀)	0.35 ₄	
人工	^{136}Cs s		1866.58 ₁)	0.0	
人工	^{93}Y		1917.8 ₁)	1.4 ₄	
人工	^{132}I		1921.08 ₁₂)	1.18 ₉	
人工	^{132}I s		1945.8 ₄)	0.0	
人工	^{132}I s		1963.0 ₃)	0.0	
人工	^{132}I		2002.30 ₁₂)	1.1 ₁	
人工	^{132}I s		2039.76 ₉)	0.0	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ s		2042.019 ₂₃)	0.0	

表-2 核種別核データ

${}^7\text{Be}$

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	${}^{127}\text{Sb}$			473.04	25.1	
人工	${}^{134}\text{Cs}$	2.0625y		475.355	1.46540	β^- , EC
-----	${}^7\text{Be}$	53.292d	主要	477.59312	10.358	EC

${}^{40}\text{K}$

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	${}^{140}\text{Ba}$			423.721	3.0721	
	${}^{211}\text{Pb}$			426.91	1.63	
人工	${}^{125}\text{Sb}$		主要	427.952	30.1	
人工	${}^{132}\text{I}$			431.94	0.459	
人工	${}^{140}\text{La}$			432.53029	2.7215	
人工	${}^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	434.0010	90.59	
人工	${}^{140}\text{Ba}$			437.582	2.02	
-----	${}^{40}\text{K}$ d	-----	-----	438.75	0.0	-----
人工	${}^{147}\text{Nd}$			439.858	1.12	
人工	${}^{93}\text{Y}$			947.11	1.96	
-----	${}^{40}\text{K}$ e	-----	-----	949.750	0.0	-----
人工	${}^{140}\text{La}$			951.44	0.533	
人工	${}^{132}\text{I}$		主要	954.559	18.16	
	${}^{228}\text{Ac}$			1459.22	0.9313	
-----	${}^{40}\text{K}$	1.2778 *10 ⁹ y	主要	1460.756	10.6713	β^- , EC, β^+

^{51}Cr

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{239}Np	27.7016d	主要	315.9	1.525	EC
人工	^{132}I			316.54	0.164	
人工	^{147}Nd			319.413	2.03	
人工	^{51}Cr			320.0761	10.26	
	^{228}Ac			321.94	0.223	
人工	^{223}Ra	40.275h	主要	324.1	4.1226	β^- 親: ^{140}Ba
	^{228}Ac			328.34	3.14	
	^{140}La			328.76812	18.56	
	^{231}Pa			329.896	1.44	
	^{227}Th			329.92	2.48	
人工	^{228}Ac		主要	332.94	0.355	
	^{239}Np			334.3	1.957	
	^{223}Ra			338.6	2.9620	
人工	^{228}Ac		主要	338.74	12.2	
	^{136}Cs			340.575	46.85	

 ^{54}Mn

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{97}Zr	312.207d	主要	829.8010	0.222	EC
	^{228}Ac			830.42	0.6512	
	^{211}Pb			831.81	2.86	
人工	^{54}Mn			834.82721	100.	
	^{228}Ac			835.62	1.72	
	^{214}Pb		主要	839.2020	0.596	
	^{228}Ac			840.42	0.9716	

 ^{56}Mn

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
機器	^{56}Mn	2.57856h	主要	846.75420	98.874	β^-
機器	^{56}Mn			1810.724	27.29	
人工	^{132}I s			1811.12	0.0	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{134}Cs	138.3763 $_{17}^{\text{d}}$ 4.183 $_{17}^{\text{m}}$	主要 主要	801.84 $_{3}$)	8.73 $_{4}$	α 親: ^{210}Bi β^-
	^{210}Po			803.)	0.00122 $_{9}$	
	^{206}Tl			803.3)	0.0055 $_{5}$	
人工	^{97}Zr			804.53 $_{10}$)	0.65 $_{7}$	
	^{214}Bi			806.174 $_{18}$)	1.23 $_{6}$	
人工	^{132}I	70.78 $_{7}^{\text{d}}$	主要	809.8 $_{2}$)	2.9 $_{3}$	
人工	^{58}Co			810.755 $_{33}$)	99.44 $_{2}$	
人工	^{132}I			812.2 $_{2}$)	5.6 $_{5}$	
人工	^{140}La			815.85 $_{7}$)	22.4 $_{7}$	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			818.016 $_{12}$)	7.28 $_{5}$	
人工	^{136}Cs			818.50 $_{4}$)	99.70 $_{6}$	
人工	^{99}Mo			822.8 $_{1}$)	0.140 $_{19}$	
人工	^{132}I			1317.1 $_{7}$)	0.12 $_{2}$	
人工	^{132}I s			1318.3 $_{2}$)	0.0	
人工	^{58}Co s			1321.755	0.0	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
機器	$^{75\text{m}}\text{Ge}$	47.7 $_{5}^{\text{s}}$	主要	139.68 $_{3}$)	39.2	IT, β^-
人工	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.007 $_{2}^{\text{h}}$	主要	140.511 $_{6}$)	89.0 $_{2}$	IT, β^- 親: ^{99}Mo
人工	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	44.56 $_{3}^{\text{d}}$	主要	142.63 $_{3}$)	6.4 $_{3}$	β^-
人工	^{59}Fe			142.648 $_{4}$)	1.02 $_{4}$	
	^{235}U			143.76 $_{2}$)	11.1	
	^{223}Ra			144.3)	3.34 $_{22}$	
人工	^{141}Ce	32.55 $_{1}^{\text{d}}$	主要	145.44 $_{4}$)	48.4 $_{4}$	β^-
人工	^{132}I	2.2846 $_{4}^{\text{h}}$		147.2 $_{1}$)	0.24 $_{2}$	β^- 親: ^{132}Te
人工	^{59}Fe			192.344 $_{6}$	3.08 $_{10}$	
人工	^{59}Fe		主要	1099.224 $_{25}$)	56.5 $_{15}$	
人工	^{143}Ce			1102.98 $_{18}$	~0.37 $_{5}$	
人工	^{132}I		主要	1290.7 $_{3}$)	1.14 $_{6}$	
人工	^{59}Fe			1291.564 $_{28}$)	43.2 $_{11}$	
人工	^{132}I			1295.3 $_{3}$)	2.0 $_{1}$	
人工	^{132}I			1298.2 $_{5}$	0.9 $_{1}$	

⁷⁴Ga

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
機器	⁷⁴ Ga	8.25 ₅ m	主要	595.88 ₄	91.2 ₁₀	β^-
機器	⁷⁴ As	17.79 ₅ d	主要	595.90 ₈	60.2	EC, β^+ , β^-
人工	¹²⁵ Sb		主要	600.77 ₆	18.1	
人工	⁹⁷ Zr			602.41 ₂₀	1.39 ₁₄	
機器	⁷⁴ Ga			604.22 ₁₀	2.87 ₂₁	
人工	¹³⁴ Cs		主要	604.66 ₂	97.56 ₃₂	
人工	¹²⁵ Sb			606.82 ₄	4.9 ₄	
機器	⁷⁴ Ga			608.40 ₅	14.6 ₅	
	²¹⁴ Bi	19.7m	主要	609.31 ₂₁₀	46.1 ₁₂	β^- , α 親: ²²⁶ Ra
人工	¹⁰³ Ru		主要	610.33 ₂	5.44 ₅₆	
人工	^{108m} Ag		主要	614.37 ₁₀	89.7 ₃₁	
人工	¹⁰⁶ Ru			616.33 ₁₇	0.82 ₁₉	
人工	^{110m} Ag	252.2 ₃ d		620.34 ₆₁₁	2.78 ₅	β^- , IT
人工	¹³² I			621.0 ₂	2.0 ₁	
人工	¹⁰⁶ Ru		主要	622.2 ₃	9.8 ₁₄	

⁷⁴As

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
機器	⁷⁴ Ga	8.25 ₅ m	主要	595.88 ₄	91.2 ₁₀	β^-
機器	⁷⁴ As	17.79 ₅ d	主要	595.90 ₈	60.2	EC, β^+ , β^-
人工	¹²⁵ Sb		主要	600.77 ₆	18.1	
人工	⁹⁷ Zr			602.41 ₂₀	1.39 ₁₄	
機器	⁷⁴ Ga			604.22 ₁₀	2.87 ₂₁	
人工	¹³⁴ Cs		主要	604.66 ₂	97.56 ₃₂	
人工	¹²⁵ Sb			606.82 ₄	4.9 ₄	
機器	⁷⁴ Ga			608.40 ₅	14.6 ₅	
	²¹⁴ Bi	19.7m	主要	609.31 ₂₁₀	46.1 ₁₂	β^- , α 親: ²²⁶ Ra
人工	¹⁰³ Ru		主要	610.33 ₂	5.44 ₅₆	
人工	^{108m} Ag		主要	614.37 ₁₀	89.7 ₃₁	
人工	¹⁰⁶ Ru			616.33 ₁₇	0.82 ₁₉	
人工	^{110m} Ag	252.2 ₃ d		620.34 ₆₁₁	2.78 ₅	β^- , IT
人工	¹³² I			621.0 ₂	2.0 ₁	
人工	¹⁰⁶ Ru		主要	622.2 ₃	9.8 ₁₄	

^{75m}Ge

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
機器	^{75m}Ge	47.75s	主要	139.683	39.2	IT, β^-
人工	^{99m}Tc	6.0072h	主要	140.5116	89.02	IT, β^- 親: ^{99}Mo
人工	^{99m}Tc			142.633	6.43	
人工	^{59}Fe	44.563d		142.6484	1.024	β^-
	^{235}U		主要	143.762	11.1	
	^{223}Ra			144.3	3.3422	
人工	^{141}Ce	32.551d	主要	145.444	48.44	β^-
人工	^{132}I	2.28464h		147.21	0.242	β^- 親: ^{132}Te

 ^{75}Ge

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
機器	$^{75}\text{Ge}?$	82.784m		198.56	1.1411	β^-
人工	^{132}I			262.71	1.449	
機器	^{75}Ge		主要	264.61	11.111	
人工	^{93}Y	10.251h	主要	266.91	6.815	β^-
	^{223}Ra		主要	269.6	14.03	
	^{228}Ac			270.23	3.66	
	^{219}Rn	3.961s	主要	271.205	10.1	α 親: ^{227}Ac
人工	^{97}Zr			272.2728	0.254	
人工	^{136}Cs			273.654	12.72	
人工	^{147}Nd			275.422	0.8218	
	^{208}Tl	3.052733m		277.43	6.83	β^- 親: ^{228}Th
人工	^{239}Np		主要	277.60	14.54	

91 S r

	核種名	半減期	エネルギー(keV)		放出比(%)	備考
人工 人工	^{91}Sr ^{103}Ru	9.48 ₁ h	主要	555.57 ₅) 557.04 ₂	61.7 0.80 ₈	β^- 娘: $^{91m}\gamma$, $^{91}\gamma$
人工 人工 人工 人工 人工 人工 人工 人工 人工 人工 機器 人工 人工 人工	^{124}Sb ^{132}I ^{91}Sr ^{91}Sr ^{91}Sr ^{110m}Ag ^{97}Nb ^{137}Cs ^{143}Ce ^{214}Bi ^{132}I ^{63}Zn ^{132}I ^{132}I ^{125}Sb	60.20 ₃ d 30.174 ₃₄ y 38.0 ₁ m	 主要 主要 主要 主要	645.82 ₄) 650.6 ₂) 652.3 ₃) 652.9 ₂) 653.2) 657.749 ₁₀) 657.92 ₁₀) 661.638 _{19D}) 664.55 ₁₀) 665.453 ₂₂) 667.69 ₈) 669.62 ₅) 669.8 ₃) 671.6 ₃) 671.66 ₄)	7.23 ₂₂ 2.7 ₂ 2.9 ₈ 7.61 ₁ 0.46 ₉ 94.4 ₁ 98.2 ₁ 85.0 ₅ 5.3 ₅ 1.56 ₉ 98.7 ₁ 8.4 ₄ 4.9 ₈ 5.2 ₄ 1.7 ₁	β^- β^- 親: ^{97}Zr β^- 娘: ^{137m}Ba β^+ , EC
人工 人工 人工	^{91}Sr ^{140}La ^{228}Ac ^{95}Zr		主要 主要	749.8 ₁) 751.827 ₈₀) 755.3 ₁) 756.72 ₂)	23.2 4.20 ₂₀ 1.0 ₂ 54.6 ₅	
人工 人工 人工	^{97}Zr ^{91}Sr ^{97}Nb		主要	1021.3 ₃) 1024.3 ₁) 1024.53 ₃₀)	1.35 ₁₄ 33.2 1.1 ₁	

91 Y

	核種名	半減期	エネルギー (keV)	放出比 (%)	備考
人工	^{91}Y	58.516d	主要 1208.	0.303	β^-

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工 機器 人工	^{132}I ^{75}Ge ^{93}Y	10.25 ₁ h	主要 主要 主要	262.7 ₁ 264.6 ₁ 266.9 ₁	1.44 ₉ 11.1 ₁₁ 6.8 ₁₅	β^-
人工 人工 人工 人工	^{223}Ra ^{228}Ac ^{219}Rn ^{97}Zr ^{136}Cs ^{147}Nd ^{208}Tl ^{239}Np	3.96 ₁ s 3.0527 ₃₃ m	主要 主要	269.6 270.2 ₃ 271.20 ₅ 272.27 ₂₀ 273.65 ₄ 275.42 ₂ 277.4 ₃ 277.60	14.0 ₃ 3.6 ₆ 10.1 0.25 ₄ 12.7 ₂ 0.82 ₁₈ 6.8 ₃ 14.5 ₄	α 親: ^{227}Ac β^- 親: ^{228}Th
人工 人工 人工	^{93}Y ^{40}K e ^{140}La ^{132}I		主要	947.1 ₁ 949.750 951.4 ₄ 954.55 ₉	1.9 ₆ 0.0 0.53 ₃ 18.1 ₆	
人工 人工	^{93}Y ^{132}I			1917.8 ₁ 1921.08 ₁₂	1.4 ₄ 1.18 ₉	

$^{95}\text{Zr} - ^{95}\text{Nb}$

- ・特別な場合で無ければ2核種が同時に検出される。もし無いのであればはっきりした根拠が無ければならない。
- ・ $^{234\text{m}}\text{Pa}$ をこの核種と誤認した例がある。
- ・親娘関係を仮定して減衰補正を行なうと値が負になることがある。

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{214}Bi	63.986d	主要	719.863	0.403	β^- 娘: ^{95}Nb , $^{95\text{m}}\text{Nb}$
人工	^{143}Ce			721.9611	~5.15	
人工	^{124}Sb			722.784	11.3016	
人工	^{131}I			722.8932	1.80	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$			722.958	89.731	
人工	^{95}Zr		主要	724.18412	43.120	
人工	^{228}Ac		主要	726.75	0.7827	
	^{132}I			727.12	6.53	
	^{212}Bi			727.277	6.32	
	$^{129\text{m}}\text{Te}$			729.625	0.6913	
人工	^{91}Sr		主要	749.81	23.2	
人工	^{140}La			751.82780	4.2020	
	^{228}Ac			755.31	1.02	
人工	^{95}Zr		主要	756.722	54.65	
人工	^{208}Tl	34.973d 1.1753m	主要	763.138	1.649	β^- 親: ^{95}Zr β^- , IT
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			763.92813	22.31	
人工	^{95}Nb			765.78619	99.821	
	$^{234\text{m}}\text{Pa}$			766.62	0.211	
	^{214}Bi			768.35612	4.9120	
	^{228}Ac		主要	771.83	1.62	
人工	^{132}I			772.618	76.219	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{97}Zr	16.90 ₅ h		218.87 ₂₀	0.18 ₂	β^- 娘: $^{97\text{m}}\text{Nb}$, ^{97}Nb
人工 人工 人工	^{97}Zr ^{239}Np ^{132}I ^{227}Th			254.15 ₂₀ 254.4 254.8 ₂ 256.3 ₂	1.25 ₁₄ 0.11 ₁ 0.19 ₃ 6.3 ₂₀	
人工 機器 人工	^{132}I ^{75}Ge ^{93}Y ^{223}Ra ^{228}Ac ^{219}Rn	10.25 ₁ h	主要 主要 主要	262.7 ₁ 264.6 ₁ 266.9 ₁ 269.6 270.2 ₃ 271.20 ₅	1.44 ₉ 11.1 ₁₁ 6.8 ₁₅ 14.0 ₃ 3.6 ₆ 10.1	β^- α 親: ^{227}Ac
人工 人工 人工 人工	^{97}Zr ^{136}Cs ^{147}Nd ^{208}Tl ^{239}Np	3.96 ₁ s 3.0527 ₃₃ m	主要	272.27 ₂₀ 273.65 ₄ 275.42 ₂ 277.4 ₃ 277.60	0.25 ₄ 12.7 ₂ 0.82 ₁₈ 6.8 ₃ 14.5 ₄	 β^- 親: ^{228}Th
人工 人工	^{143}Ce ^{211}Bi ^{214}Pb ^{97}Zr	2.15m	主要 主要	350.587 ₅₀ 351.0 ₁ 351.992 ₆₂ 355.39 ₁₀	~3.4 ₃ 12.7 ₂ 36.7 ₄₀ 2.27 ₂₄	α 親: ^{227}Ac
人工	^{97}Zr ^{219}Rn ^{211}Pb ^{214}Bi ^{228}Ac	36.12m	主要	400.39 ₂₀ 401.8 ₂ 404.8 ₁ 405.74 ₃ 409.8 ₃	0.32 ₅ 6.5 ₁₃ 3.5 ₂ 0.17 ₁ 2.1 ₃	β^- 娘: ^{211}Bi
人工 人工 人工 人工	^{132}I ^{97}Zr ^{208}Tl Annihi ^{106}Ru ^{97}Zr	366.5 ₈ d	主要	505.90 ₁₃ 507.63 ₁₀ 510.723 ₂₀ 511. 511.80 ₁₅ 513.38 ₂₀	5.0 ₂ 5.06 ₅₃ 21.6 ₉ 0.0 19.1 0.6 ₁	 β^- 娘: ^{106}Rh

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
機器	^{74}Ga	8.255m	主要	595.884	91.210	β^-
機器	^{74}As	17.795d	主要	595.908	60.2	EC, β^+ , β^-
人工	^{125}Sb		主要	600.776	18.1	
人工	^{97}Zr			602.4120	1.3914	
機器	^{74}Ga			604.2210	2.8721	
人工	^{134}Cs		主要	604.662	97.5632	
人工	^{125}Sb			606.824	4.94	
機器	^{74}Ga			608.405	14.65	
	^{214}Bi	19.7m	主要	609.31210	46.112	β^- , α 親: ^{226}Ra
人工	^{103}Ru		主要	610.332	5.4456	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	614.3710	89.731	
人工	^{106}Ru			616.3317 D	0.8219	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	252.23d		620.3461	2.785	β^- , IT
人工	^{132}I			621.02	2.01	
人工	^{106}Ru		主要	622.23 D	9.814	
人工	^{127}Sb	3.917d	主要	685.75	36.1	β^-
人工	^{147}Nd			685.8035	0.7113	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			686.9881	6.454	
人工	^{97}Zr			690.6320	0.254	
	Unknown			693.		
人工	$^{129\text{m}}\text{Te}$	33.5212d	主要	695.985	2.94	IT, β^- 娘: ^{129}Te , ^{129}I
人工	^{97}Zr			699.23	0.122	
	^{214}Bi			703.114	0.473	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			706.67013	16.30	
人工	^{99}Mo		主要	739.41	12.68	
	^{214}Bi d			742.50	0.0	
人工	^{97}Zr		主要	743.3610 D	92.83	$^{97\text{m}}\text{Nb}$
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			744.26013	4.654	
人工	^{134}Cs	138.376317d	主要	801.843	8.734	α 親: ^{210}Bi
	^{210}Po	4.18317m	主要	803.	0.001229	β^-
	^{206}Tl		主要	803.3	0.00555	
人工	^{97}Zr			804.5310	0.657	
	^{214}Bi			806.17418	1.236	
人工	^{132}I			809.82	2.93	
人工	^{58}Co		主要	810.75533	99.442	
人工	^{132}I			812.22	5.65	
人工	^{140}La		主要	815.857	22.47	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			818.01612	7.285	
人工	^{136}Cs		主要	818.504	99.706	
人工	^{99}Mo			822.81	0.14019	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{97}Zr			829.80 ₁₀	0.22 ₂	
	^{228}Ac			830.4 ₂	0.65 ₁₂	
	^{211}Pb			831.8 ₁	2.8 ₆	
人工	^{54}Mn	312.20 ₇ d	主要	834.827 ₂₃	100.	EC
	^{228}Ac			835.6 ₂	1.7 ₂	
	^{214}Pb			839.20 ₂₀	0.59 ₆	
	^{228}Ac			840.4 ₂	0.97 ₁₆	
人工	^{97}Zr			854.90 ₁₀	0.33 ₄	
機器	^{63}Zn			962.06 ₄	6.6 ₇	
	^{228}Ac			964.4 ₄	4.7 ₁₀	
	^{228}Ac		主要	968.8 ₃	16.2	
人工	^{97}Zr			971.39 ₁₀	0.29 ₃	
人工	^{97}Zr			1021.3 ₃	1.35 ₁₄	
人工	^{91}Sr		主要	1024.3 ₁	33.2	
人工	^{97}Nb			1024.53 ₃₀	1.1 ₁	
人工	^{97}Zr			1110.45 ₂₀	0.11 ₂	
人工	^{132}I			1143.4 ₂	1.4 ₁	
人工	^{97}Zr			1147.95 ₁₀	2.64 ₂₉	
人工	$^{132}\text{I s}$			1152.88 ₈	0.0	
	^{214}Bi			1155.19 ₂	1.69 ₉	
人工	^{97}Zr			1276.09 ₁₀	0.974 ₉₆	
	^{214}Bi			1280.96 ₂	1.47 ₉	
人工	^{97}Zr			1362.66 ₁₀	1.35 ₁₄	
人工	^{134}Cs			1365.13 ₁₀	3.04 ₄	
人工	^{97}Zr			1750.46 ₁₀	1.35 ₁₄	
	^{214}Bi			1847.42 ₃	2.10 ₉	
人工	^{97}Zr			1851.55 ₁₀	0.35 ₄	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{124}Sb	60.20 ₃ d	主要	645.82 ₄	7.23 ₂₂	β^-
人工	^{132}I			650.6 ₂	2.7 ₂	
人工	^{91}Sr			652.3 ₃	2.9 ₈	
人工	^{91}Sr			652.9 ₂	7.6 ₁₁	
人工	^{91}Sr			653.2	0.46 ₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			657.749 ₁₀	94.4 ₁	
人工	^{97}Nb	72.17m	主要	657.92 ₁₀	98.2 ₁	β^- 親: ^{97}Zr
人工	^{137}Cs	30.174 ₃₄ y	主要	661.638 _{19D}	85.0 ₅	β^- 娘: $^{137\text{m}}\text{Ba}$
人工	^{143}Ce			664.55 ₁₀	5.3 ₅	
	^{214}Bi			665.453 ₂₂	1.56 ₉	
人工	^{132}I		主要	667.69 ₈	98.7 ₁	
機器	^{63}Zn	38.0 ₁ m	主要	669.62 ₅	8.4 ₄	β^+ , EC
人工	^{132}I			669.8 ₃	4.9 ₈	
人工	^{132}I			671.6 ₃	5.2 ₄	
人工	^{125}Sb			671.66 ₄	1.7 ₁	
人工	^{97}Zr		主要	1021.3 ₃	1.35 ₁₄	
人工	^{91}Sr			1024.3 ₁	33.2	
人工	^{97}Nb			1024.53 ₃₀	1.1 ₁	
人工	^{97}Nb			1268.63 ₁₀	0.16 ₂	
人工	^{97}Nb			1515.64 ₂₀	0.12 ₂	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	⁹⁹ Mo Unknown	66.02 ₁ h		40.55 ₁₀ 41.5	0.87 ₁₆	β ⁻ 娘: ^{99m} Tc, ⁹⁹ Tc
人工	¹²⁵ Sb	2.71 ₂ y		176.29 ₂	6.8 ₅	β ⁻ 娘: ^{125m} Te
人工	¹³⁶ Cs			176.55 ₅	13.6 ₂	
人工	¹³¹ I			177.21 ₀₂	0.26 ₀	
人工	⁹⁹ Mo		主要	181.07 ₅	6.29 ₈₃	
	²³⁵ U		主要	185.71 ₅₅	54.	
	²²⁶ Ra	1599.7y	主要	186.18 ₀₄	3.3 ₁	α娘: ²¹⁴ Pb
人工	¹³² I			363.5 ₄	0.49 ₁₀	
人工	¹³¹ I		主要	364.48 ₀₅	81.1	
人工	⁹⁹ Mo			366.45 ₁₀	1.35 ₁₆	
人工	⁹⁹ Mo		主要	739.4 ₁	12.6 ₈	
	²¹⁴ Bi d			742.50	0.0	
人工	⁹⁷ Zr		主要	743.36 ₁₀	92.8 ₃	^{97m} Nb
人工	^{110m} Ag			744.26 ₀₁₃	4.65 ₄	
人工	⁹⁹ Mo			777.8 ₁	4.40 ₅₃	
人工	¹³² I			780.2 ₃	1.23 ₆	
	²²⁸ Ac			782.0 ₁	0.51 ₁₁	
人工	¹²⁷ Sb			783.7 ₅	15.1	
	²¹² Bi			785.46 ₇	1.0 ₁	
	²¹⁴ Pb			785.95 ₂₀	0.86 ₉	
	²¹⁴ Bi			786.1 ₄	0.31 ₁₁	
人工	¹³⁴ Cs			801.84 ₃	8.73 ₄	
	²¹⁰ Po	138.3763 ₁₇ d	主要	803.	0.00122 ₉	α親: ²¹⁰ Bi
	²⁰⁶ Tl	4.183 ₁₇ m	主要	803.3	0.0055 ₅	β ⁻
人工	⁹⁷ Zr			804.53 ₁₀	0.65 ₇	
	²¹⁴ Bi			806.174 ₁₈	1.23 ₆	
人工	¹³² I			809.8 ₂	2.9 ₃	
人工	⁵⁸ Co		主要	810.755 ₃₃	99.44 ₂	
人工	¹³² I			812.2 ₂	5.6 ₅	
人工	¹⁴⁰ La		主要	815.85 ₇	22.4 ₇	
人工	^{110m} Ag			818.016 ₁₂	7.28 ₅	
人工	¹³⁶ Cs		主要	818.50 ₄	99.70 ₆	
人工	⁹⁹ Mo			822.8 ₁	0.140 ₁₉	

^{99m}Tc

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
機器	^{75}mGe	47.75s	主要	139.68 ₃	39.2	IT, β^-
人工	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.007 ₂ h	主要	140.511 ₆	89.0 ₂	IT, β^- 親: ^{99}Mo
人工	$^{99\text{m}}\text{Tc}$			142.63 ₃	6.4 ₃	
人工	^{59}Fe	44.56 ₃ d		142.648 ₄	1.02 ₄	β^-
	^{235}U		主要	143.76 ₂	11.1	
	^{223}Ra			144.3	3.34 ₂₂	
人工	^{141}Ce	32.55 ₁ d	主要	145.444	48.4 ₄	β^-
人工	^{132}I	2.2846 ₄ h		147.2 ₁	0.24 ₂	β^- 親: ^{132}Te

^{103}Ru

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{143}Ce		主要	293.262 ₂₁	~42.	
人工	^{103}Ru	39.35 ₅ d		294.98 ₂	0.242 ₂₅	β^- 娘: $^{103\text{m}}\text{Rh}$
	^{214}Pb		主要	295.217 ₃₉	18.92 ₀	
	^{231}Pa			299.94 ₆	2.5 ₇	
	^{227}Th			300.0 ₂	1.9 ₇	
	^{212}Pb			300.11 ₅	3.3 ₃	
	^{231}Pa			302.52 ₆	2.5 ₇	
人工	^{140}Ba			304.85 ₁	4.37 ₂₈	
人工	^{103}Ru		主要	497.08 ₂	86.43 ₅	
人工	^{91}Sr	9.48 ₁ h	主要	555.57 ₅ D	61.7	β^- 娘: $^{91\text{m}}\text{Y}$, ^{91}Y
人工	^{103}Ru			557.04 ₂	0.80 ₈	
機器	^{74}Ga	8.25 ₅ m	主要	595.88 ₄	91.21 ₀	β^-
機器	^{74}As	17.79 ₅ d	主要	595.90 ₈	60.2	EC, β^+ , β^-
人工	^{125}Sb		主要	600.77 ₆	18.1	
人工	^{97}Zr			602.412 ₀	1.39 ₁₄	
機器	^{74}Ga			604.221 ₀	2.87 ₂₁	
人工	^{134}Cs		主要	604.66 ₂	97.56 ₃₂	
人工	^{125}Sb			606.82 ₄	4.9 ₄	
機器	^{74}Ga			608.40 ₅	14.6 ₅	
	^{214}Bi	19.7m	主要	609.312 ₁₀	46.11 ₂	β^- , α 親: ^{226}Ra
人工	^{103}Ru		主要	610.33 ₂	5.44 ₅₆	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	614.371 ₀	89.73 ₁	
人工	^{106}Ru			616.331 ₇ D	0.821 ₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	252.23 ₃ d		620.346 ₁₁	2.78 ₅	β^- , IT
人工	^{132}I			621.0 ₂	2.0 ₁	
人工	^{106}Ru		主要	622.23 D	9.81 ₄	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{132}I		主要	505.90 ₁₃	5.0 ₂	
人工	^{97}Zr			507.63 ₁₀	5.06 ₅₃	
	^{208}Tl			510.72 ₂₀	21.6 ₉	
	Annihi			511.	0.0	
人工	^{106}Ru	366.5 ₈ d		511.80 ₁₅	19.1	β^- 娘: ^{106}Rh
人工	^{97}Zr			513.38 ₂₀	0.6 ₁	
機器	^{74}Ga	8.25 ₅ m	主要	595.88 ₄	91.2 ₁₀	β^-
機器	^{74}As	17.79 ₅ d	主要	595.90 ₈	60.2	$\text{EC}, \beta^+, \beta^-$
人工	^{125}Sb		主要	600.77 ₆	18.1	
人工	^{97}Zr			602.41 ₂₀	1.39 ₁₄	
機器	^{74}Ga			604.22 ₁₀	2.87 ₂₁	
人工	^{134}Cs		主要	604.66 ₂	97.56 ₃₂	
人工	^{125}Sb			606.82 ₄	4.9 ₄	
機器	^{74}Ga			608.40 ₅	14.6 ₅	
	^{214}Bi	19.7m	主要	609.31 ₂₁₀	46.1 ₁₂	β^-, α 親: ^{226}Ra
人工	^{103}Ru		主要	610.33 ₂	5.44 ₅₆	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	614.37 ₁₀	89.7 ₃₁	
人工	^{106}Ru			616.33 ₁₇	0.82 ₁₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	252.2 ₃ d		620.34 ₆₁	2.78 ₅	β^-, IT
人工	^{132}I			621.0 ₂	2.0 ₁	
人工	^{106}Ru		主要	622.2 ₃	9.8 ₁₄	
人工	^{136}Cs		主要	1048.07 ₇	79.8 ₈	
人工	^{106}Ru			1050.47 ₇	1.6 ₂	

^{108m}Ag

1 放射能源 (生成反応)

$^{107}\text{Ag} (\text{n}, \gamma)$

2 半減期 127年

3 壊変形式

EC (91.5%)

IT (8.5%)

4 核種の同定

主要ピーク : 434.00 keV (90.5%)

主要ピーク : 614.37 keV (89.7%)

主要ピーク : 722.95 keV (89.7%)

5 環境試料中の放射能レベル

イカの内臓や貝類から検出され、1~2 pCi/kg生 程度の濃度である。まれに 7pCi/kg 生程度のものもある。

6 その他

主および主要ピークの妨害核種で通常試料から検出されるのは ^{212}Bi のみであり、他は検出されないと思ってよい。

^{212}Bi 以外の妨害核種が検出された場合は寄与係数法で補正するか、そのピークを避けて解析する必要がある。

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	Pb(K α 2)			72.804		
	Pb(K α 1)			74.969		
	Bi(K α 1)			77.108		
	^{108m}Ag	127.7y		79.45	6.68	EC, β^+ , IT
	^{227}Th			79.82	1.76	
人工	^{144}Ce			80.1065	1.1318	
人工	^{131}I	8.0401d		80.1832	2.61	β^-
	^{231}Th	25.521h	主要	84.212	6.55	β^- 親: ^{235}U
	^{228}Th	1.9131344y	主要	84.3713	1.216	α 親: ^{232}Th
	Pb(K β 1)			84.936		
	Bi(K β 1)			87.343		
	^{231}Th			89.952	0.9419	
人工	^{147}Nd	10.981d	主要	91.105016	27.247	β^-
	^{234}Th		主要	92.802	5.43	
	^{227}Th			94.02	1.24	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{140}Ba			423.72 ₁)	3.07 ₂₁	
	^{211}Pb			426.9 ₁)	1.6 ₃	
人工	^{125}Sb		主要	427.95 ₂)	30.1	
人工	^{132}I			431.9 ₄)	0.45 ₉	
人工	^{140}La			432.530 ₂₉)	2.72 ₁₅	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	434.00 ₁₀)	90.5 ₉	
人工	^{140}Ba			437.58 ₂)	2.0 ₂	
	^{40}K d			438.75)	0.0	
人工	^{147}Nd			439.85 ₈)	1.1 ₂	
機器	^{74}Ga	8.25 ₅ m	主要	595.88 ₄)	91.2 ₁₀	β^-
機器	^{74}As	17.79 ₅ d	主要	595.90 ₈)	60.2	EC, β^+ , β^-
人工	^{125}Sb		主要	600.77 ₆)	18.1	
人工	^{97}Zr			602.41 ₂₀)	1.39 ₁₄	
機器	^{74}Ga			604.22 ₁₀)	2.87 ₂₁	
人工	^{134}Cs		主要	604.66 ₂)	97.56 ₃₂	
人工	^{125}Sb			606.82 ₄)	4.9 ₄	
機器	^{74}Ga			608.40 ₅)	14.6 ₅	
	^{214}Bi	19.7m	主要	609.31 ₁₀)	46.1 ₁₂	β^- , α 親: ^{226}Ra
人工	^{103}Ru		主要	610.33 ₂)	5.44 ₅₆	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	614.37 ₁₀)	89.7 ₃₁	
人工	^{106}Ru			616.33 ₁₇) D	0.82 ₁₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	252.2 ₃ d		620.34 ₆₁₁)	2.78 ₅	β^- , IT
人工	^{132}I			621.0 ₂)	2.0 ₁	
人工	^{106}Ru		主要	622.2 ₃) D	9.8 ₁₄	
人工	^{214}Bi			719.86 ₃)	0.40 ₃	
人工	^{143}Ce			721.96 ₁₁)	~5.1 ₅	
人工	^{124}Sb		主要	722.78 ₄)	11.30 ₁₆	
人工	^{131}I			722.89 ₃₂)	1.8 ₀	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	722.95 ₈)	89.7 ₃₁	
人工	^{95}Zr	63.98 ₆ d	主要	724.18 ₄₁₂)	43.1 ₂₀	β^- 娘: ^{95}Nb , $^{95\text{m}}\text{Nb}$
	^{228}Ac			726.7 ₅)	0.78 ₂₇	
人工	^{132}I			727.1 ₂)	6.5 ₃	
	^{212}Bi		主要	727.27 ₇)	6.3 ₂	
人工	$^{129\text{m}}\text{Te}$			729.62 ₅)	0.69 ₁₃	

110mAg

イカの内臓に検出される

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
機器	^{74}Ga	8.255m	主要	595.884)	91.210	β^-
機器	^{74}As	17.795d	主要	595.908)	60.2	EC, β^+ , β^-
人工	^{125}Sb		主要	600.776)	18.1	
人工	^{97}Zr			602.4120)	1.3914	
機器	^{74}Ga			604.2210)	2.8721	
人工	^{134}Cs		主要	604.662)	97.5632	
人工	^{125}Sb			606.824)	4.94	
機器	^{74}Ga			608.405)	14.65	
	^{214}Bi	19.7m	主要	609.31210)	46.112	β^- , α 親: ^{226}Ra
人工	^{103}Ru		主要	610.332)	5.4456	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	614.3710)	89.731	
人工	^{106}Ru			616.3317) D	0.8219	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	252.23d		620.34611)	2.785	β^- , IT
人工	^{132}I			621.02)	2.01	
人工	^{106}Ru		主要	622.23) D	9.814	
人工	^{124}Sb	60.203d		645.824)	7.2322	β^-
人工	^{132}I			650.62)	2.72	
人工	^{91}Sr			652.33)	2.98	
人工	^{91}Sr			652.92)	7.611	
人工	^{91}Sr			653.2)	0.469	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		主要	657.74910)	94.41	
人工	^{97}Nb			657.9210)	98.21	β^- 親: ^{97}Zr
人工	^{137}Cs	30.17434y	主要	661.63819) D	85.05	β^- 娘: $^{137\text{m}}\text{Ba}$
人工	^{143}Ce			664.5510)	5.35	
	^{214}Bi			665.45322)	1.569	
人工	^{132}I		主要	667.698)	98.71	
機器	^{63}Zn	38.01m	主要	669.625)	8.44	β^+ , EC
人工	^{132}I			669.83)	4.98	
人工	^{132}I			671.63)	5.24	
人工	^{125}Sb			671.664)	1.71	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			677.60211)	10.61	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{127}Sb	3.917d	主要	685.75)	36.1	β^-
人工	^{147}Nd			685.80 ₃₅)	0.71 ₁₃	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			686.988 ₁₁)	6.45 ₄	
人工	^{97}Zr			690.63 ₂₀)	0.25 ₄	
	Unknown	33.52 ₁₂ d		693.)		
人工	$^{129\text{m}}\text{Te}$		主要	695.98 ₅)	2.9 ₄	IT, β^- 娘: ^{129}Te
人工	^{97}Zr			699.2 ₃)	0.12 ₂	
	^{214}Bi			703.11 ₄)	0.47 ₃	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			706.670 ₁₃)	16.3 ₀	
人工	^{99}Mo		主要	739.4 ₁)	12.6 ₈	
	$^{214}\text{Bi d}$			742.50)	0.0	
人工	^{97}Zr		主要	743.36 ₁₀) ^D	92.8 ₃	$^{97\text{m}}\text{Nb}$
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			744.260 ₁₃)	4.65 ₄	
人工	^{208}Tl	34.97 ₃ d 1.175 ₃ m		763.13 ₈)	1.64 ₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			763.928 ₁₃)	22.3 ₁	
人工	^{95}Nb		主要	765.786 ₁₉)	99.82 ₁	β^- 親: ^{95}Zr
	$^{234\text{m}}\text{Pa}$			766.6 ₂)	0.21 ₁	β^- , IT
	^{214}Bi			768.356 ₁₂)	4.91 ₂₀	
	^{228}Ac			771.8 ₃)	1.6 ₂	
人工	^{132}I		主要	772.61 ₈)	76.21 ₉	
人工	^{134}Cs	138.3763 ₁₇ d 4.183 ₁₇ m	主要	801.84 ₃)	8.73 ₄	α 親: ^{210}Bi
	^{210}Po		主要	803.)	0.0012 ₂₉	β^-
	^{206}Tl		主要	803.3)	0.0055 ₅	
人工	^{97}Zr			804.53 ₁₀)	0.65 ₇	
	^{214}Bi			806.174 ₁₈)	1.23 ₆	
人工	^{132}I			809.8 ₂)	2.9 ₃	
人工	^{58}Co		主要	810.755 ₃₃)	99.44 ₂	
人工	^{132}I			812.2 ₂)	5.6 ₅	
人工	^{140}La		主要	815.85 ₇)	22.4 ₇	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			818.016 ₁₂)	7.28 ₅	
人工	^{136}Cs		主要	818.50 ₄)	99.70 ₆	
人工	^{99}Mo			822.8 ₁)	0.140 ₁₉	
人工	^{132}I			876.8 ₂)	1.08 ₅	
人工	^{143}Ce			880.39 ₁₃)	~0.92 ₈	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		主要	884.667 ₁₃)	72.8 ₃	
人工	^{214}Bi		主要	934.061 ₁₄)	3.19 ₁₄	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			937.478 ₁₃)	34.3 ₂	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工 人工	^{60}Co $^{110\text{m}}\text{Ag}$		主要	1332.470 ₂₄ 1334.242 ₁₉	100. 0.1415	
人工 人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ ^{214}Bi ^{136}Cs s			1384.270 ₁₃ 1385.31 ₃ 1388.65 ₂	24.61 0.785 0.0	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ s			1421.677 ₂₃	0.0	
人工 人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ ^{132}I s			1475.760 ₂₂ 1479.9 ₂	4.04 ₂ 0.0	
人工 人工	^{228}Ac ^{132}I s ^{228}Ac $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ^{214}Bi			1496.2 ₂ 1499.74 1501.7 ₂ 1505.001 ₂₁ 1509.228 ₁₇	0.98 ₁₃ 0.0 0.547 13.21 2.19 ₁₁	
人工	^{228}Ac $^{110\text{m}}\text{Ag}$ s			1539.05 1542.416 ₂₃	0.05430 0.0	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			1562.266 ₂₂	1.19 ₂	
人工 人工	^{228}Ac $^{110\text{m}}\text{Ag}$ s ^{208}Tl d ^{140}La ^{214}Bi		主要	1588.3 ₂ 1591.337 ₂₆ 1592.5 1596.49 ₂₄ 1599.31 ₆	3.55 0.0 0.0 95.5 ₃ 0.33 ₃	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ s			1822.145 ₂₆	0.0	
人工 人工	^{132}I s $^{110\text{m}}\text{Ag}$ s			2039.76 ₉ 2042.019 ₂₃	0.0 0.0	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{124}Sb	60.20 ₃ d	-----	645.82 ₄	7.23 ₂₂	β^-
人工	^{132}I			650.6 ₂	2.7 ₂	
人工	^{91}Sr			652.3 ₃	2.9 ₈	
人工	^{91}Sr			652.9 ₂	7.6 ₁₁	
人工	^{91}Sr			653.2	0.46 ₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		主要	657.749 ₁₀	94.4 ₁	
人工	^{97}Nb			657.92 ₁₀	98.2 ₁	β^- 親: ^{97}Zr
人工	^{137}Cs	30.174 ₃₄ y	主要	661.638 _{19D}	85.0 ₅	β^- 娘: $^{137\text{m}}\text{Ba}$
人工	^{143}Ce			664.55 ₁₀	5.3 ₅	
	^{214}Bi			665.453 ₂₂	1.56 ₉	
人工	^{132}I		主要	667.69 ₈	98.7 ₁	
機器	^{63}Zn	38.0 ₁ m	主要	669.62 ₅	8.4 ₄	β^+ , EC
人工	^{132}I			669.8 ₃	4.9 ₈	
人工	^{132}I			671.6 ₃	5.2 ₄	
人工	^{125}Sb			671.66 ₄	1.7 ₁	
人工	^{214}Bi			719.86 ₃	0.40 ₃	
人工	^{143}Ce			721.96 ₁₁	~5.1 ₅	
人工	^{124}Sb	-----	主要	722.78 ₄	11.30 ₁₆	
人工	^{131}I			722.893 ₂	1.8 ₀	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	722.95 ₈	89.7 ₃₁	
人工	^{95}Zr	63.98 ₆ d	主要	724.184 ₁₂	43.12 ₀	β^- 娘: ^{95}Nb , $^{95\text{m}}\text{Nb}$
	^{228}Ac			726.7 ₅	0.78 ₂₇	
人工	^{132}I			727.1 ₂	6.5 ₃	
	^{212}Bi		主要	727.27 ₇	6.3 ₂	
人工	$^{129\text{m}}\text{Te}$			729.62 ₅	0.69 ₁₃	
人工	^{124}Sb	-----	-----	1691.02 ₄	49.0 ₅	-----

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{125}Sb	2.71 ₂ y		176.29 ₂	6.8 ₅	β^- 娘: $^{125\text{m}}\text{Te}$
人工	^{136}Cs			176.55 ₅	13.6 ₂	
人工	^{131}I			177.210 ₂	0.26 ₈	
人工	^{99}Mo		主要	181.07 ₅	6.29 ₈₃	
	^{235}U		主要	185.715 ₅	54.	
	^{226}Ra	1599.7y	主要	186.180 ₄	3.3 ₁	α 娘: ^{214}Pb
人工	^{125}Sb			380.51 ₄	1.5 ₁	
人工	^{140}Ba			423.72 ₁	3.07 ₂₁	
	^{211}Pb			426.9 ₁	1.6 ₃	
人工	^{125}Sb		主要	427.95 ₂	30.1	
人工	^{132}I			431.9 ₄	0.45 ₉	
人工	^{140}La			432.530 ₂₉	2.72 ₁₅	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	434.00 ₁₀	90.5 ₉	
人工	^{140}Ba			437.58 ₂	2.0 ₂	
	^{40}K d			438.75	0.0	
人工	^{147}Nd			439.85 ₈	1.1 ₂	
人工	^{129}Te	69.5 ₅ m	主要	459.60 ₅	7.1 ₇	β^- 親: $^{129\text{m}}\text{Te}$
	^{228}Ac			463.3 ₃	4.6 ₅	
人工	^{125}Sb			463.51 ₄	11.1	
機器	^{74}Ga	8.25 ₅ m	主要	595.88 ₄	91.2 ₁₀	β^-
機器	^{74}As	17.79 ₅ d	主要	595.90 ₈	60.2	EC, β^+ , β^-
人工	^{125}Sb		主要	600.77 ₆	18.1	
人工	^{97}Zr			602.412 ₀	1.39 ₁₄	
機器	^{74}Ga			604.22 ₁₀	2.87 ₂₁	
人工	^{134}Cs		主要	604.66 ₂	97.56 ₃₂	
人工	^{125}Sb			606.82 ₄	4.9 ₄	
機器	^{74}Ga			608.40 ₅	14.6 ₅	
	^{214}Bi	19.7m	主要	609.312 ₁₀	46.1 ₁₂	β^- , α 親: ^{226}Ra
人工	^{103}Ru		主要	610.33 ₂	5.44 ₅₆	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	614.37 ₁₀	89.7 ₃₁	
人工	^{106}Ru			616.33 ₁₇ D	0.82 ₁₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	252.2 ₃ d		620.346 ₁₁	2.78 ₅	β^- , IT
人工	^{132}I			621.0 ₂	2.0 ₁	
人工	^{106}Ru		主要	622.2 ₃ D	9.8 ₁₄	
人工	^{125}Sb			636.15 ₄	12.1	
人工	^{131}I			636.973 ₂	7.2 ₁	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{124}Sb	60.20 ₃ d	主要	645.82 ₄	7.23 ₂₂	β^-
人工	^{132}I			650.6 ₂	2.7 ₂	
人工	^{91}Sr			652.3 ₃	2.9 ₈	
人工	^{91}Sr			652.9 ₂	7.6 ₁₁	
人工	^{91}Sr			653.2	0.46 ₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			657.749 ₁₀	94.4 ₁	
人工	^{97}Nb	30.174 ₃₄ y	主要	657.92 ₁₀	98.2 ₁	β^- 親: ^{97}Zr β^- 娘: $^{137\text{m}}\text{Ba}$
人工	^{137}Cs			661.638 _{19D}	85.0 ₅	
人工	^{143}Ce			664.55 ₁₀	5.3 ₅	
	^{214}Bi			665.453 ₂₂	1.56 ₉	
人工	^{132}I			667.69 ₈	98.7 ₁	
機器	^{63}Zn			669.62 ₅	8.4 ₄	
人工	^{132}I	38.0 ₁ m	主要	669.8 ₃	4.9 ₈	β^+ , EC
人工	^{132}I			671.6 ₃	5.2 ₄	
人工	^{125}Sb			671.66 ₄	1.7 ₁	
人工	^{125}Sb			671.66 ₄	1.7 ₁	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{127}Sb			473.04	25.1	
人工	^{134}Cs	2.0625y		475.355	1.46548	β^- , EC
	^7Be	53.292d	主要	477.59312	10.358	EC
人工	^{127}Sb	3.917d	主要	685.75	36.1	β^-
人工	^{147}Nd			685.8035	0.7113	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			686.9881	6.454	
人工	^{97}Zr			690.6328	0.254	
	Unknown			693.		
人工	$^{129\text{m}}\text{Te}$	33.5212d	主要	695.985	2.94	IT, β^- 娘: ^{129}Te , ^{129}I
人工	^{97}Zr			699.23	0.122	
	^{214}Bi			703.114	0.473	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			706.67013	16.38	
人工	^{99}Mo			777.81	4.4053	
人工	^{132}I			780.23	1.236	
	^{228}Ac			782.01	0.5111	
人工	^{127}Sb			783.75	15.1	
	^{212}Bi			785.467	1.01	
	^{214}Pb			785.9528	0.869	
	^{214}Bi			786.14	0.3111	

^{129m}Te

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{127}Sb	3.917d	主要	685.75	36.1	β^-
人工	^{147}Nd			685.80 ₃₅	0.71 ₁₃	
人工	^{110m}Ag			686.988 ₁₁	6.45 ₄	
人工	^{97}Zr			690.63 ₂₀	0.25 ₄	
	Unknown			693.		
人工	^{129m}Te	33.52 ₁₂ d	主要	695.98 ₅	2.9 ₄	IT, β^- 娘: ^{129}Te
人工	^{97}Zr			699.2 ₃	0.12 ₂	
	^{214}Bi			703.11 ₄	0.47 ₃	
人工	^{110m}Ag			706.670 ₁₃	16.3 ₀	
人工	^{214}Bi	63.986d	主要	719.86 ₃	0.40 ₃	β^- 娘: ^{95}Nb , ^{95m}Nb
人工	^{143}Ce			721.96 ₁₁	~5.1 ₅	
人工	^{124}Sb			722.78 ₄	11.30 ₁₆	
人工	^{131}I		主要	722.893 ₂	1.8 ₀	
人工	^{108m}Ag			722.95 ₈	89.7 ₃₁	
人工	^{95}Zr			724.184 ₁₂	43.12 ₀	
	^{228}Ac		主要	726.7 ₅	0.78 ₂₇	
人工	^{132}I			727.1 ₂	6.5 ₃	
	^{212}Bi			727.27 ₇	6.3 ₂	
人工	^{129m}Te			729.62 ₅	0.69 ₁₃	

 ^{129}Te

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{129}Te	69.55m	主要	459.60 ₅	7.1 ₇	β^- 親: ^{129m}Te
	^{228}Ac			463.3 ₃	4.6 ₅	
人工	^{125}Sb			463.51 ₄	11.1	
人工	^{140}La		主要	487.029 ₁₉	43.0 ₁₆	
人工	^{129}Te			487.39 ₅	1.3 ₁	
人工	^{143}Ce			490.36 ₇	~2.0 ₂	
人工	^{129}Te			1083.99 ₅	0.56 ₈	
人工	$^{140}\text{La e}$			1085.49	0.0	

強く出たときは2次以降のピークにも注意する

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工 人工 人工 人工 人工 人工 人工 人工 人工 人工	Pb(K α 2)	127.7y		72.804)	6.68	EC, β^+ , IT
	Pb(K α 1)			74.969)		
	Bi(K α 1)			77.108)		
	^{108m}Ag			79.45)		
	^{227}Th			79.82)	1.76	
	^{144}Ce	8.0401d		80.1065)	1.1318	β^-
	^{131}I			80.1832)	2.61	
	^{231}Th	25.521h	主要	84.212)	6.55	β^- 親: ^{235}U
	^{228}Th	1.9131344y	主要	84.3713)	1.216	α 親: ^{232}Th
	Pb(K β 1)	10.981d		84.936)	0.9419	β^-
	Bi(K β 1)			87.343)		
	^{231}Th			89.952)		
	^{147}Nd		主要	91.105016)	27.247	
	^{234}Th		主要	92.802)	5.43	
	^{227}Th			94.02)	1.24	
人工 人工 人工 人工 人工 人工	^{125}Sb	2.712y		176.292)	6.85	β^- 娘: ^{125m}Te
	^{136}Cs			176.555)	13.62	
	^{131}I			177.2102)	0.268	
	^{99}Mo	1599.7y	主要	181.075)	6.2983	α 娘: ^{214}Pb
	^{235}U		主要	185.7155)	54.	
	^{226}Ra		主要	186.1804)	3.31	
人工 人工 人工 人工 人工	^{231}Pa	3.2761104y	主要	283.566)	1.73	α 娘: ^{227}Ac
	^{131}I			284.2985)	6.01	
	^{239}Np	60.60043m		285.5)	0.762	β^- , α 親: ^{228}Th
	^{227}Th			286.22)	1.44	
	^{212}Bi			288.077)	0.323	
人工 人工 人工	^{132}I		主要	363.54)	0.4918	
	^{131}I			364.4805)	81.1	
	^{99}Mo			366.4518)	1.3516	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{125}Sb			636.154)	12.1	
人工	^{131}I			636.9732)	7.21	
人工	^{214}Bi			719.863)	0.403	
人工	^{143}Ce			721.9611)	~5.15	
人工	^{124}Sb		主要	722.784)	11.3016	
人工	^{131}I			722.8932)	1.80	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	722.958)	89.731	
人工	^{95}Zr	63.986d	主要	724.18412)	43.120	β^- 娘: ^{95}Nb , $^{95\text{m}}\text{Nb}$
	^{228}Ac			726.75)	0.7827	
人工	^{132}I			727.12)	6.53	
	^{212}Bi		主要	727.277)	6.32	
人工	$^{129\text{m}}\text{Te}$			729.625)	0.6913	

- 1 : 半減期は 2時間 17分で、核分裂生成物であるが、普通は親核種 ^{132}Te と平衡になっている。
- 2 : 同定について
- ・ ^{132}Te が親であり、同時にでる。
 - ・ 668keV のピークは 3 段の階段のようになる。
 - ・ 522.65keV のピークは干渉が無く、比較的強い。
 - ・ 核実験等の直後に検出される。この核種はそんなことがなければ検出される可能性はなく、また同時に検出される核種も決まっているといって差し支え無いので同定を誤らないこと。
 - ・ 同定に疑問があるのなら、何時間か間を空けて再測定し、半減期を確認する事が出来る。

3 : 妨害について

この核種が検出されるような場合に共存する可能性のある核種について述べる。

- ・ ^{141}Ce を妨害する。 ^{141}Ce はピークが一本しかないので注意する。
- ・ ^{58}Co を妨害する。 ^{58}Co はピークが一本しかないので注意する(但し ^{58}Co は核分裂生成物ではなくて誘導放射能である)。
- ・ ^{131}I の主ピークを妨害する。
- ・ ^{125}Sb の主ピーク (427.95) を妨害する。
- ・ ^{140}Ba の主ピーク (537.27) を妨害する。
- ・ ^{106}Ru の主ピーク (622.2) を妨害する。
- ・ ^{97}Zr の主要なピーク (507.63) を妨害する。
- ・ ^{147}Nd の主要なピーク (531.01) を妨害する。
- ・ ^{95}Zr の主要なピーク (724.184) を妨害する。
- ・ ^{60}Co の主要なピーク (1173.210) を妨害する。
- ・ ^{59}Fe の主要なピーク (1291.564) を妨害する。

- ・ 主要なピーク (954.55) が ^{140}La から妨害される可能性がある。

	核 種 名	半 減 期	エ ネ ル ギ ー (keV)		放 出 比 (%)	備 考
機器	^{75}mGe	47.75s	主要	139.683)	39.2	IT, β^-
人工	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.0072h	主要	140.5116)	89.02	IT, β^- 親: ^{99}Mo
人工	$^{99\text{m}}\text{Tc}$			142.633)	6.43	
人工	^{59}Fe	44.563d		142.6484)	1.024	β^-
	^{235}U		主要	143.762)	11.1	
	^{223}Ra			144.3)	3.3422	
人工	^{141}Ce	32.551d	主要	145.444)	48.44	β^-
人工	^{132}I	2.28464h		147.21)	0.242	β^- 親: ^{132}Te
人工	^{97}Zr			254.1520)	1.2514	
人工	^{239}Np			254.4)	0.111	
人工	^{132}I			254.82)	0.193	
	^{227}Th			256.32)	6.320	

	核種名	半減期	エネルギー(keV)		放出比(%)	備考
人工 機器 人工	^{132}I			262.7 ₁)	1.44 ₉	
	^{75}Ge		主要	264.6 ₁)	11.1 ₁₁	
	^{93}Y	10.25 ₁ h	主要	266.9 ₁)	6.8 ₁₅	β^-
	^{223}Ra		主要	269.6)	14.0 ₃	
	^{228}Ac			270.2 ₃)	3.6 ₆	
	^{219}Rn	3.96 ₁ s	主要	271.20 ₅)	10. ₁	α 親: ^{227}Ac
人工	^{97}Zr			272.27 ₂₀)	0.25 ₄	
人工	^{136}Cs			273.65 ₄)	12.7 ₂	
人工	^{147}Nd			275.42 ₂)	0.82 ₁₈	
	^{208}Tl	3.0527 ₃₃ m		277.4 ₃)	6.8 ₃	β^- 親: ^{228}Th
人工	^{239}Np		主要	277.60)	14.5 ₄	
人工	^{239}Np			315.9)	1.52 ₅	
人工	^{132}I			316.5 ₄)	0.16 ₄	
人工	^{147}Nd			319.41 ₃)	2.0 ₃	
人工	^{51}Cr	27.701 ₆ d	主要	320.076 ₁)	10.2 ₆	EC
	^{228}Ac			321.9 ₄)	0.22 ₃	
	^{223}Ra			324.1)	4.12 ₂₆	
	^{228}Ac			328.3 ₄)	3.1 ₄	
人工	^{140}La	40.27 ₅ h		328.768 ₁₂)	18.5 ₆	β^- 親: ^{140}Ba
	^{231}Pa			329.89 ₆)	1.4 ₄	
	^{227}Th			329.9 ₂)	2.4 ₈	
	^{228}Ac			332.9 ₄)	0.35 ₅	
人工	^{239}Np			334.3)	1.95 ₇	
	^{223}Ra			338.6)	2.96 ₂₀	
	^{228}Ac		主要	338.7 ₄)	12. ₂	
人工	^{136}Cs		主要	340.57 ₅)	46.8 ₅	
人工	^{132}I			363.5 ₄)	0.49 ₁₀	
人工	^{131}I		主要	364.480 ₅)	81. ₁	
人工	^{99}Mo			366.45 ₁₀)	1.35 ₁₆	
人工	^{132}I			387.8 ₄	0.17 ₃	
人工	^{132}I			416.8 ₄	0.46 ₉	
人工	^{140}Ba			423.72 ₁)	3.07 ₂₁	
	^{211}Pb			426.9 ₁)	1.6 ₃	
人工	^{125}Sb		主要	427.95 ₂)	30. ₁	
人工	^{132}I			431.9 ₄)	0.45 ₉	
人工	^{140}La			432.530 ₂₉)	2.72 ₁₅	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	434.00 ₁₀)	90.5 ₉	
人工	^{140}Ba			437.58 ₂)	2.0 ₂	
	$^{40}\text{K}^{\text{d}}$			438.75)	0.0	
人工	^{147}Nd			439.85 ₈)	1.1 ₂	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{223}Ra ^{132}I			445.5 446.04	1.5418 0.678	
人工 人工 人工 人工	^{132}I ^{97}Zr ^{208}Tl Annihi ^{106}Ru ^{97}Zr	366.58d	主要	505.9013 507.6310 510.72320 511. 511.8015 513.3820	5.02 5.0653 21.69 0.0 19.1 0.61	β^- 娘: ^{106}Rh
人工	^{132}I			522.659	16.16	
人工 人工 人工	^{147}Nd ^{132}I ^{140}Ba		主要 主要	531.017 535.54 537.272	12.02 0.528 23.65	
人工	^{132}I			547.12	1.259	
機器 機器 人工 人工 機器 人工 人工 機器 人工 人工 人工 人工 人工 人工	^{74}Ga ^{74}As ^{125}Sb ^{97}Zr ^{74}Ga ^{134}Cs ^{125}Sb ^{74}Ga ^{214}Bi ^{103}Ru $^{108\text{m}}\text{Ag}$ ^{106}Ru $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ^{132}I ^{106}Ru	8.255m 17.795d 19.7m 252.23d	主要 主要 主要 主要 主要 主要 主要 主要 主要 主要 主要	595.884 595.908 600.776 602.4120 604.2210 604.662 606.824 608.405 609.31210 610.332 614.3710 616.3317 620.3461 621.02 622.23	91.210 60.2 18.1 1.3914 2.8721 97.5632 4.94 14.65 46.112 5.4456 89.731 0.8219 2.785 2.01 9.814	β^- EC, β^+ , β^- β^- , α 親: ^{226}Ra β^- , IT
人工	^{132}I			630.229	13.76	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{124}Sb	60.20 ₃ d		645.82 ₄	7.23 ₂₂	β^-
人工	^{132}I			650.6 ₂	2.7 ₂	
人工	^{91}Sr			652.3 ₃	2.9 ₈	
人工	^{91}Sr			652.9 ₂	7.6 ₁₁	
人工	^{91}Sr			653.2	0.46 ₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$		主要	657.749 ₁₀	94.4 ₁	
人工	^{97}Nb			657.92 ₁₀	98.2 ₁	β^- 親: ^{97}Zr
人工	^{137}Cs	30.174 ₃₄ y	主要	661.638 _{19D}	85.0 ₅	β^- 娘: $^{137\text{m}}\text{Ba}$
人工	^{143}Ce			664.55 ₁₀	5.3 ₅	
	^{214}Bi			665.453 ₂₂	1.56 ₉	
人工	^{132}I		主要	667.69 ₈	98.7 ₁	
機器	^{63}Zn	38.0 ₁ m	主要	669.62 ₅	8.4 ₄	β^+ , EC
人工	^{132}I			669.8 ₃	4.9 ₈	
人工	^{132}I			671.6 ₃	5.2 ₄	
人工	^{125}Sb			671.66 ₄	1.7 ₁	
人工	^{214}Bi			719.86 ₃	0.40 ₃	
人工	^{143}Ce			721.96 ₁₁	~5.1 ₅	
人工	^{124}Sb		主要	722.78 ₄	11.30 ₁₆	
人工	^{131}I			722.893 ₂	1.8 ₀	
人工	$^{108\text{m}}\text{Ag}$		主要	722.95 ₈	89.7 ₃₁	
人工	^{95}Zr	63.98 ₆ d	主要	724.184 ₁₂	43.1 ₂₀	β^- 娘: ^{95}Nb , $^{95\text{m}}\text{Nb}$
	^{228}Ac			726.7 ₅	0.78 ₂₇	
人工	^{132}I			727.1 ₂	6.5 ₃	
	^{212}Bi		主要	727.27 ₇	6.3 ₂	
人工	$^{129\text{m}}\text{Te}$			729.62 ₅	0.69 ₁₃	
人工	^{208}Tl			763.13 ₈	1.64 ₉	
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$			763.928 ₁₃	22.3 ₁	
人工	^{95}Nb	34.97 ₃ d	主要	765.786 ₁₉	99.82 ₁	β^- 親: ^{95}Zr
	$^{234\text{m}}\text{Pa}$	1.175 ₃ m		766.6 ₂	0.21 ₁	β^- , IT
	^{214}Bi			768.356 ₁₂	4.91 ₂₀	
	^{228}Ac			771.8 ₃	1.6 ₂	
人工	^{132}I		主要	772.61 ₈	76.21 ₉	
人工	^{99}Mo			777.8 ₁	4.40 ₅₃	
人工	^{132}I			780.2 ₃	1.23 ₆	
	^{228}Ac			782.0 ₁	0.51 ₁₁	
人工	^{127}Sb			783.7 ₅	15.1	
	^{212}Bi			785.46 ₇	1.0 ₁	
	^{214}Pb			785.95 ₂₀	0.86 ₉	
	^{214}Bi			786.1 ₄	0.31 ₁₁	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{134}Cs	138.3763 $^{17}_{\text{d}}$ 4.183 $^{17}_{\text{m}}$	主要	801.84 $_{3}$	8.73 $_{4}$	α 親: ^{210}Bi β^{-}
	^{210}Po		主要	803.	0.00122 $_{9}$	
	^{206}Tl		主要	803.3	0.0055 $_{5}$	
人工	^{97}Zr			804.53 $^{10}_{0}$	0.65 $_{7}$	
	^{214}Bi			806.174 $^{18}_{1}$	1.23 $_{6}$	
人工	^{132}I	-----		809.8 $_{2}$	2.9 $_{3}$	-----
人工	^{58}Co	-----	主要	810.755 $^{33}_{3}$	99.44 $_{2}$	-----
人工	^{132}I	-----		812.2 $_{2}$	5.6 $_{5}$	-----
人工	^{140}La	-----	主要	815.85 $_{7}$	22.4 $_{7}$	-----
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	-----		818.016 $^{13}_{1}$	7.28 $_{5}$	-----
人工	^{136}Cs	-----	主要	818.50 $_{4}$	99.70 $_{6}$	-----
人工	^{99}Mo	-----		822.8 $_{1}$	0.140 $^{19}_{9}$	-----
人工	^{208}Tl	-----	主要	860.37 $_{8}$	12.0 $_{4}$	-----
人工	^{132}I	-----		863.3 $_{2}$	0.59 $_{5}$	-----
人工	^{140}La	-----		867.82 $^{14}_{4}$	5.3 $_{3}$	-----
人工	^{132}I	-----		876.8 $_{2}$	1.08 $_{5}$	-----
人工	^{143}Ce	-----		880.39 $^{13}_{3}$	~0.92 $_{8}$	-----
人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	-----	主要	884.667 $^{13}_{3}$	72.8 $_{3}$	-----
人工	^{132}I	-----		910.3 $_{2}$	0.92 $_{5}$	-----
	^{228}Ac	-----	主要	911.2 $_{2}$	27.2	-----
人工	^{140}La	-----		925.24 $_{9}$	6.8 $_{3}$	-----
人工	^{132}I	-----		927.6 $_{3}$	0.44 $_{8}$	-----
人工	^{93}Y			947.1 $_{1}$	1.9 $_{6}$	
	$^{40}\text{K} \quad \text{e}$			949.750	0.0	
人工	^{140}La			951.4 $_{4}$	0.53 $_{3}$	
人工	^{132}I		主要	954.55 $_{9}$	18.1 $_{6}$	
人工	^{132}I	-----		984.5 $_{2}$	0.56 $_{6}$	-----
人工	^{132}I	-----		1034.7 $_{2}$	0.57 $_{5}$	-----
人工	^{134}Cs	-----		1038.50 $_{5}$	1.00 $_{1}$	-----
人工	^{132}I	-----		1136.03 $^{12}_{2}$	3.0 $_{2}$	-----
人工	^{132}I	-----		1143.4 $_{2}$	1.4 $_{1}$	-----
人工	^{97}Zr	-----		1147.95 $^{10}_{0}$	2.64 $^{29}_{9}$	-----
人工	$^{132}\text{I} \quad \text{s}$	-----		1152.88 $_{8}$	0.0	-----
	^{214}Bi	-----		1155.19 $_{2}$	1.69 $_{9}$	-----

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工 人工 人工	^{132}I ^{60}Co ^{134}Cs s	5.2719 ₁₁ y	主要	$^{1173.22}_{1173.2102}_{1173.955}$	$^{1.11}_{100.}_{0.0}$	β^-
人工	^{132}I s			1190.35 ₇	0.0	
人工 人工 人工 人工	^{132}I ^{59}Fe ^{132}I ^{132}I		主要	$^{1290.73}_{1291.56428}_{1295.33}_{1298.25}$	$^{1.146}_{43.211}_{2.01}_{0.91}$	
人工 人工 人工	^{132}I ^{132}I s ^{58}Co s			$^{1317.17}_{1318.32}_{1321.755}$	$^{0.122}_{0.0}_{0.0}$	
人工	^{132}I s			1339.3 ₃	0.0	
人工	^{132}I			1372.07 ₁₃	2.5 ₁	
人工 人工 人工 人工	^{132}I ^{134}Cs s ^{214}Bi ^{134}Cs s ^{214}Bi			$^{1398.5710}_{1400.424}_{1401.504}_{1406.505}_{1407.984}$	$^{7.13}_{0.0}_{1.398}_{0.0}_{2.4810}$	
人工 人工	^{132}I s ^{132}I			$^{1440.316}_{1442.5610}$	$^{0.0}_{1.426}$	
人工 人工	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ ^{132}I s			$^{1475.76022}_{1479.92}$	$^{4.042}_{0.0}$	
人工 人工	^{228}Ac ^{132}I s ^{228}Ac $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ^{214}Bi			$^{1496.22}_{1499.74}_{1501.72}_{1505.0012}_{1509.22817}$	$^{0.9813}_{0.0}_{0.547}_{13.21}_{2.1911}$	
人工	^{212}Bi ^{132}I s ^{228}Ac		主要	$^{1620.6210}_{1622.257}_{1625.33}$	$^{1.41}_{0.0}_{0.3214}$	
人工	^{132}I s ^{214}Bi			$^{1727.177}_{1729.602}$	$^{0.0}_{2.9813}$	
人工	^{132}I			1757.5 ₂	0.38 ₃	

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{132}I s	-----	-----	1803.72 ₉	0.0	-----
機器 人工	^{56}Mn ^{132}I s	-----	-----	1810.72 ₄) 1811.12	27.2 ₉ 0.0	-----
人工	^{132}I s	-----	-----	1840.9 ₂	0.0	-----
人工 人工	^{93}Y ^{132}I	-----	-----	1917.8 ₁) 1921.08 ₁₂	1.4 ₄ 1.18 ₉	-----
人工	^{132}I s	-----	-----	1945.8 ₄	0.0	-----
人工	^{132}I s	-----	-----	1963.0 ₃	0.0	-----
人工	^{132}I	-----	-----	2002.30 ₁₂	1.1 ₁	-----
人工 人工	^{132}I s $^{110\text{m}}\text{Ag}$ s	-----	-----	2039.76 ₉) 2042.019 ₂₃ }	0.0 0.0	-----

	核種名	半減期	エネルギー (keV)		放出比 (%)	備考
人工	^{210}Pb	22.26_{22}y	主要	46.503_{15}	4.058	β^- , α 親: ^{226}Ra
	^{132}Te	78.2_{8}h		49.72_{1}	14.2	β^- 娘: ^{132}I
	^{227}Th	18.7176_{52}d		50.2_2	7.222	α 親: ^{227}Ac
	^{214}Pb	26.8m		53.226_{14}	2.24	β^- 親: ^{226}Ra
	^{143}Ce	33.0_2h	主要	57.365_1	~12.1	β^-
人工	^{228}Ac	6.13h		99.5_1	1.32	β^- 親: ^{232}Th
	^{239}Np	2.346_4d		99.55	14.56	β^- Pu(K α 2)
人工	^{228}Ac			100.40_{15}	0.122	
人工	^{239}Np			103.76	22.28	Pu(K α 1)
人工	^{239}Np		主要	106.14	27.89	
	^{235}U	7.038_5		109.14_2	1.52	α
人工	^{132}Te	$*10^8\text{y}$		111.76_8	1.83	
人工	^{132}Te			116.30_8	1.94	
人工	^{239}Np			117.26	8.14	Pu(K β 1)
人工	^{147}Nd			120.490_9	0.407	
人工	^{239}Np			120.6	2.7710	Pu(K β 2)
	^{223}Ra	11.4346_{11}d		122.4	1.237	α 親: ^{227}Ac
人工	^{132}Te		主要	228.16_6	88.3	
人工	^{239}Np			228.2	11.43	
人工	^{143}Ce			231.559_{33}	~ 2.02	
	^{227}Th		主要	236.02	11.2	
	^{212}Pb	10.643_{12}h	主要	238.626_5	43.1	β^- 娘: ^{212}Bi
	^{224}Ra	3.665_{19}d	主要	240.981_5	3.91	α 親: ^{228}Th
	^{214}Pb			241.924_{30}	7.68	