

## 測定結果に基づく線量算出要領（案）における具体的算出例 （環境試料中の放射能）

環境試料中の放射能測定結果に基づく線量算出要領(案)(以下「要領」という。)に基づき、食品等の種類ごとに核種濃度等を算出する際の具体例を示す。

### 1 米、葉菜、根菜・いも類における核種濃度(要領 2. (3) 4)①)

該当する環境試料の最も高い測定値を、食品等の種類ごとの核種濃度として用いる(トリチウム、炭素-14については後述 6 及び 9 のとおり)。

【例】葉菜の〇〇核種の測定結果(サイクル)

(定量下限値 0.4Bq/kg 生の場合)

試料名	地点	測定値	食品等の種類ごとの核種濃度 (葉菜)
ハクサイ	出戸	0.7	該当する環境試料の最も高い測定値を用いる。 →ハクサイ(出戸) <u>0.7 Bq/kg 生</u>
ハクサイ	千樽	0.5	
キャベツ	横浜町	ND	

### ※バックグラウンドの差し引き(要領 2. (3) 5)①)

セシウム-137、ストロンチウム-90、プルトニウム等について、当該地点における過去 3 年間のモニタリング結果に定量下限値以上の測定値がある場合、対象施設からの寄与が認められない測定値の平均値をバックグラウンドとして差し引く。定量下限値未満の測定値が含まれる場合は 0 として取り扱い、全ての測定値が定量下限値未満の場合はバックグラウンドの差し引きは行わない。

【計算例】根菜・いも類の  $^{90}\text{Sr}$  測定結果(サイクル)

(定量下限値 0.04Bq/kg 生の場合)

試料名	地点	測定値	過去 3 年間の 測定値	差し引くバックグラウンド	食品等の種類ごとの核種濃度 (根菜・いも類)	
ダイコン	出戸	0.51	0.11,0.23,0.18	$(0.11+0.23+0.18)/3=0.17$	$0.51-0.17=0.34$	} 最も高い 測定値 ダイコン <u>0.34</u>
バレイショ	尾駸	0.04	ND,ND,ND	—	0.04	
ナガイモ	東北町	0.05	0.06,0.05,0.05	0.053	—	
ナガイモ	平沼	0.07	0.04,ND,ND	$(0.04+0+0)/3=0.013$	$0.07-0.01=0.06$	

### 2 海水魚における核種濃度(要領 2. (3) 4)②)

該当する環境試料の最も高い測定値を、食品等の種類ごとの核種濃度として用いる(トリチウムについては後述 7 のとおり)。

【例】海水魚 ○○核種の測定結果(東通原発)

(定量下限値 0.4Bq/kg 生の場合)

試料名	地点	測定値	食品等の種類ごとの核種濃度 (海水魚)
ヒラメ(県) ※サイクルと共通試料	六ヶ所村前面海域	0.4	最も高い測定値 <u>0.6 Bq/kg 生</u>
カレイ	東通村太平洋側 海域	ND	
ウスメバル		0.6	
コウナゴ		ND	
ヒラメ(事業者)	東通村太平洋側 海域	0.5	
アイナメ		0.5	

3 淡水魚、無脊椎動物(海水産)、無脊椎動物(淡水産)、海藻類及び牛肉における核種濃度(要領 2. (3) 4) ③)

該当する環境試料の最も高い測定値を、食品等の種類ごとの核種濃度として用いる。

【例】無脊椎動物(海水産)の○○核種の測定結果(東通原発)

(定量下限値 0.4Bq/kg 生の場合)

試料名	地点	測定値	食品等の種類ごとの核種濃度 (無脊椎動物(海水産))
アワビ	小田野沢沖	0.5	最も高い測定値 <u>0.5 Bq/kg 生</u>
ホタテ	横浜町前面海域	ND	
タコ	小田野沢沖	ND	
ホタテ	浜奥内沖	ND	
ウニ	小田野沢沖	ND	

4 牛乳における核種濃度(要領 2. (3) 4)④)

全採取地点における四半期ごとの最大値を年間で平均した値を用いて算出する。

【例】牛乳における○○核種の測定結果(サイクル)

(定量下限値 0.4mBq/L の場合)

試料名	地点	測定値				食品等の種類ごとの核種濃度 (牛乳)
		第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	
牛乳	二又	0.8	0.4	ND	ND	四半期ごとの全採取地点の最大 値を用いて年平均値を算出  [0.8+0.5+ND(0.4)+0.4]/4= 2.1/4= <u>0.53 mBq/L</u>  ※第3四半期のNDは定量下限値(0.4) を用いる。
	庄内	0.5	0.5	ND	ND	
	横浜町	ND	ND	ND	0.4	
	東北町	ND	ND	ND	ND	
	豊原	ND	ND	ND	ND	
	六原	ND	ND	ND	ND	
四半期最大値		0.8	0.5	ND	0.4	

5 飲料水及び空気における核種濃度(要領 2. (3) 4)⑤)

基本的にその地域で摂取されることから、採取地点ごとに年間平均値を算出し、その中で最も高い値とする。

【例】 飲料水(水道水)〇〇核種の測定結果(サイクル)

(定量下限値 0.4mBq/L の場合)

試料名	地点	測定値				地点ごとの 年平均値	食品等の種類ごとの 核種濃度(飲料水)
		第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期		
水道水	尾駸	0.8	0.4	ND	ND	0.5	(例)尾駸の場合 [0.8+0.4+ND(0.4) +ND(0.4)]/4=2.0/4 =0.5 地点ごとの平均で最も 高い値→ <u>0.5 mBq/L</u> (尾駸)
	尾駸(事業者)	0.5	0.5	ND	ND	0.45	
	二又	ND	ND	ND	0.4	0.4	

【例】 飲料水(水道水・井戸水)〇〇核種の測定結果(東通原発)

(定量下限値 0.4mBq/L の場合)

試料名	地点	測定値				地点ごとの 年平均値	食品等の種類ごとの 核種濃度(飲料水)
		第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期		
水道水	老部	0.8	0.5	ND	0.4	0.53	(例)老部での計算 [0.8+0.5+ND(0.4) +0.4)]/4=2.1/4= 0.53
	砂子又	0.5	0.5	ND	ND	0.45	
	一里小屋	ND	ND	ND	0.4	0.4	
井戸水	浜奥内	—	0.8	—	ND	0.6	地点ごとの平均で最も 高い値→ <u>0.6 mBq/L</u> (井戸水(浜奥内))
	白糠	—	0.4	—	ND	0.4	

【例】 空気 大気浮遊じん 〇〇核種の測定結果(サイクル)

(定量下限値 0.2mBq/m<sup>3</sup> の場合)

地点	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	年間平均値	核種濃度(空気)
尾駸	0.4	0.3	ND	ND	0.28	(例)尾駸での計算 [0.4 + 0.3 + ND(0.2) × 2)]/4= 1.1/4=0.28
吹越	0.2	0.3	ND	ND	0.23	
老部川	0.2	ND	ND	ND	0.2	地点ごとの平均で最も高 い値→ <u>0.28 mBq/m<sup>3</sup></u> (尾 駸)
二又	0.3	ND	ND	ND	0.23	
室ノ久保	ND	ND	ND	ND	0.2	

【例】 空気 大気中ヨウ素-131の測定結果(サイクル) (定量下限値 0.2mBq/m<sup>3</sup>)

各月における平均値を用い、地点ごとに年間平均値を求め、その中で最も高いものを核種濃度とする。

地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間 平均値
尾駈	0.9	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.28
吹越	0.4	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.23
老部川	0.8	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.4	0.28
二又	1.0	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.28
室ノ久保	1.4	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.4	0.33

(年間平均値計算例)

尾駈  $[0.9+0.3+ND(0.2) \times 9+0.3]/12=3.3/12=0.28$

室ノ久保  $[1.4+0.3+ND(0.2) \times 9+0.4]/12=3.9/12=0.33$

地点ごとの平均で最も高い値→ 0.33 mBq/m<sup>3</sup> (室ノ久保)

【預託実効線量の算出例】

$$\begin{aligned} \text{預託実効線量 (mSv)} &= [\text{年間の核種摂取量 (Bq)}] \times [\text{実効線量係数 (mSv/Bq)}] \\ &= (\text{施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと)}) \times (\text{食品等の1日の摂取量}) \times (\text{食品等の摂取日数}) \times [\text{実効線量係数 (mSv/Bq)}] \\ &= \left( \begin{array}{l} \text{食品等の1日の摂取量 空気 } 22.2\text{m}^3 \\ \text{1Bqを吸入摂取した場合の成人の実効線量係数} (^{131}\text{I}) \quad 1.5 \times 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \end{array} \right) \\ &= \underline{0.33 \text{ mBq/m}^3} \times 22.2 \text{ m}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日} \times 1.5 \times 10^{-5} \text{ mSv/Bq} = 4.0 \times 10^{-5} \text{ mSv} \end{aligned}$$

6 米、葉菜、根菜・いも類及び牛乳中のトリチウム濃度(要領 2. (3) 4)⑥ア)

食品中トリチウムの核種濃度については、次式を用いて算出する。

$$\underline{\text{食品中トリチウムの核種濃度 (Bq/kg)} = (\text{トリチウム濃度 (Bq/L)}) / (\text{水 1L 当たりの水素量 (kg/L)}) \times \text{食品中の水素の質量割合}}$$

食品中の水素の質量割合は自由水及び有機物を合計したものであり、実効線量係数については数値の大きい有機物の値を用いる。

大気中水蒸気状トリチウムに施設寄与が認められた場合、米、葉菜、根菜・いも類及び牛乳に移行することが考えられるため、環境試料中の自由水及び有機物のトリチウム比放射能が大気中水分の比放射能と等しいと仮定して食品中トリチウム濃度を算出する。

【預託実効線量の算出例】

要領 2.(3)3)の式(7)、式(8)及び要領 2.(3)4)⑥の式(9)より

$$\begin{aligned} \text{預託実効線量 (mSv)} &= [\text{年間の核種摂取量 (Bq)}] \times [\text{実効線量係数 (mSv/Bq)}] \\ &= (\text{施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと)}) \times (\text{食品等の1日の摂取量}) \times (\text{食品等の摂取日数}) \times [\text{実効線量係数 (mSv/Bq)}] \end{aligned}$$

$$= \frac{\text{（大気水分中トリチウム測定結果の年間平均値の最大値）}}{\text{（水 1L 当たりの水素量）}} \times \text{（食品中の水素の質量割合）} \\ \times \text{（食品等の 1 日の摂取量）} \times \text{（食品等の摂取日数）} \times \text{〔実効線量係数 (mSv/Bq)〕}$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{食品等の1日の摂取量 米 320g、葉菜 370g、根菜・いも類 230g、牛乳 0.25 L/日} \\ \text{1Bq を経口摂取した場合の成人の実効線量係数} (^3\text{H}) \text{ (有機物)} 4.2 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} \\ \text{水 1L 当たりの水素量 } 1 \times 2 / 18 = 0.11 \text{ kg/L} \\ \text{食品中の水素の質量割合 米 0.066、葉菜 0.11、根菜・いも類 0.10、牛乳 0.11} \end{array} \right)$$

大気水分中濃度が 2.1 Bq/L の場合

$$\text{米} \quad \frac{2.1 \text{ Bq/L}}{0.11} \times 0.066 \times 0.32 \text{ kg} \times 365 \text{ 日} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} \\ = 6.2 \times 10^{-6} \text{ mSv}$$

$$\text{葉菜} \quad \frac{2.1 \text{ Bq/L}}{0.11} \times 0.11 \times 0.37 \text{ kg} \times 365 \text{ 日} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} \\ = 1.2 \times 10^{-5} \text{ mSv}$$

$$\text{根菜・いも類} \quad \frac{2.1 \text{ Bq/L}}{0.11} \times 0.10 \times 0.23 \text{ kg} \times 365 \text{ 日} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} \\ = 6.7 \times 10^{-6} \text{ mSv}$$

$$\text{牛乳} \quad \frac{2.1 \text{ Bq/L}}{0.11} \times 0.11 \times 0.25 \text{ kg} \times 365 \text{ 日} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} \\ = 8.0 \times 10^{-6} \text{ mSv}$$

## 7 海水魚中のトリチウム濃度(要領 2. (3) 4) ⑥ア)

海水魚については、ヒラメ等の自由水中トリチウムの最も高い測定値をトリチウム濃度として用いる。食品中トリチウムの核種濃度は、自由水と有機物のトリチウムを合わせたものであるため、食品中の水素の質量割合を用いて、有機物のトリチウム比放射能が自由水に等しいと仮定して算出する。

【例】 海水魚(ヒラメ)のトリチウム測定結果(サイクル) (定量下限値 2Bq/L の場合)

試料名	地点	測定値	食品等の種類ごとの核種濃度 (海水魚)
ヒラメ(県)	六ヶ所村前面海域	3	最も高い測定値 <u>3 Bq/L</u>
ヒラメ(事業者)	六ヶ所村前面海域	ND	

【預託実効線量の算出例】

$$\text{預託実効線量 (mSv)} = \text{〔年間の核種摂取量 (Bq)〕} \times \text{〔実効線量係数 (mSv/Bq)〕} \\ = \frac{\text{（施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと)）}}{\text{（水 1L 当たりの水素量 (kg/L)）}} \times \text{（食品等の 1 日の摂取量）} \times \text{（食品等の摂取日数）} \times \text{〔実効線量係数 (mSv/Bq)〕} \\ = \frac{\text{（自由水中トリチウムの最大値 (Bq/L)）}}{\text{（水 1L 当たりの水素量 (kg/L)）}} \times \text{食品中の水素の質量割合 (0.10)} \times \text{（食品等の 1 日の摂取量 kg）} \times \text{（食品等の摂取日数）} \times \text{〔実効線量係数 (mSv/Bq)〕} \\ = \frac{3 \text{ Bq/L}}{0.11} \times 0.10 \times 0.2 \text{ kg} \times 365 \text{ 日} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} \\ = 8.4 \times 10^{-6} \text{ mSv}$$

## 8 空気中のトリチウム濃度(要領 2. (3) 4)⑥イ)

採取地点ごとに年間平均値を求め、その中で最も高いものを核種濃度とする。(要領 2. (3) 4)⑤と同様)

【例】大気中トリチウム測定結果(サイクル)

(定量下限値 40mBq/m<sup>3</sup>)

地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間 平均値
尾駮	ND	ND	ND	45	48	ND	50	ND	ND	ND	ND	ND	42
老部川	ND	ND	ND	ND	45	ND	47	ND	ND	ND	ND	ND	41
二又	ND	ND	ND	ND	ND	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	40

(年間平均値計算例)

尾駮  $[45+48+50+ND(40) \times 9]/12=503/12=42$

老部川  $[45+47+ND(40) \times 10]/12=492/12=41$

地点ごとの平均で最も高い値→ 42 mBq/m<sup>3</sup> (尾駮)

### 【預託実効線量の算出例】

大気中トリチウム濃度が定量下限値を超えた場合は、皮膚からの吸収分を加算して算出する。

要領 2.(3)3)の式(7)、式(8)より

預託実効線量(mSv)=[年間の核種摂取量(Bq)]×[実効線量係数(mSv/Bq)]

=(施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと))×(食品等の1日の摂取量)×(食品等の摂取日数)×[実効線量係数(mSv/Bq)]

食品等の1日の摂取量 空気 22.2m<sup>3</sup>(水蒸気状トリチウムの場合は皮膚からの吸収分(呼吸による吸収分の0.5倍)を  
加算する(ICRP Pub.71))

1Bqを吸入摂取した場合の成人の実効線量係数(<sup>3</sup>H)(水)  $1.8 \times 10^{-8}$  mSv/Bq

= 42 mBq/m<sup>3</sup>×22.2 m<sup>3</sup>/日×1.5×365 日× $1.8 \times 10^{-8}$  mSv/Bq =  $9.2 \times 10^{-6}$  mSv

## 9 米、葉菜及び根菜・いも類の炭素-14の核種濃度(要領 2. (3) 4)⑦)

該当する環境試料中の放射能濃度に施設寄与分の炭素-14 比放射能/比放射能(測定値)を乗じて算出し、  
その中で最も高い値を施設寄与分の炭素-14 濃度とする。

施設寄与分の炭素-14 濃度 = 放射能濃度測定値(Bq/kg 生) ×  $\frac{\text{施設寄与分の比放射能}}{\text{比放射能(測定値)}}$

= 放射能濃度測定値(Bq/kg 生) ×  $\frac{\text{比放射能(測定値)} - \text{バックグラウンド}}{\text{比放射能(測定値)}}$

### ※バックグラウンドの差し引き(要領 2. (3) 5)②)

過去3年間の施設寄与が認められない測定値の平均値をバックグラウンドとして差し引く。これが難しい場合は、施設寄与が認められない測定値を用いて求めた減衰曲線から、当該年度の炭素-14のバックグラウンドを推定し差し引く。

【計算例】農作物の炭素-14 測定結果(サイクル) (定量下限値 2Bq/kg 生)

比放射能のバックグラウンドが 0.24Bq/g 炭素の場合

食品等の種類	試料	採取地点	測定値		核種濃度
			比放射能 (Bq/g炭素)	放射能濃度 (Bq/kg生)	
米	精米	尾駈(県)	0.24	91	施設寄与分の炭素-14濃度が最も高い値 尾駈(事業者) $100 \times (0.26 - 0.24) / 0.26 = 7.7 \text{ Bq/kg生}$ 戸鎖 $99 \times (0.26 - 0.24) / 0.26 = 7.6 \text{ Bq/kg生}$
		尾駈(事業者)	0.26	100	
		千樽	0.25	93	
		戸鎖	0.26	99	
		二又	0.25	97	
		野辺地町	0.25	94	
葉菜	ハクサイ	出戸	0.25	5	
		千樽	0.26	6	
	キャベツ	横浜町	0.27	6	
根菜・ いも類	ナガイモ	平沼	0.26	18	$18 \times (0.26 - 0.24) / 0.26 = 1.4 \text{ Bq/kg生}$
		東北町	0.24	15	
	ダイコン	出戸	0.27	7	

【預託実効線量の算出例】

要領 2.(3)3)の式(7)、式(8)及び要領 2.(3)4)⑦の式(10)より

預託実効線量(mSv) = [年間の核種摂取量(Bq)] × [実効線量係数(mSv/Bq)]

= (施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと)) × (食品等の1日の摂取量) × (食品等の摂取日数) × [実効線量係数(mSv/Bq)]

[
 食品等の1日摂取量 米 320g、葉菜 370g、根菜・いも類 230g  
 1Bqを経口摂取した場合の成人の実効線量係数(<sup>14</sup>C)  $5.8 \times 10^{-7} \text{ mSv/Bq}$ 
]

米  $7.7 \text{ Bq/kg生} \times 0.32 \text{ kg} \times 365 \text{ 日} \times 5.8 \times 10^{-7} \text{ mSv/Bq} = 5.2 \times 10^{-4} \text{ mSv}$

葉菜  $0.67 \text{ Bq/kg生} \times 0.37 \text{ kg} \times 365 \text{ 日} \times 5.8 \times 10^{-7} \text{ mSv/Bq} = 5.2 \times 10^{-5} \text{ mSv}$

根菜・いも類  $1.4 \text{ Bq/kg生} \times 0.23 \text{ kg} \times 365 \text{ 日} \times 5.8 \times 10^{-7} \text{ mSv/Bq} = 6.8 \times 10^{-5} \text{ mSv}$