

実 務

第1種放射線取扱主任者としての実務に関する次に掲げる課目

- イ 放射性同位元素及び放射線発生装置並びに放射性汚染物の取扱い並びに使用施設等及び廃棄物詰替施設等の安全管理に関する課目
- ロ 放射線の量及び放射性同位元素又は放射線発生装置から発生した放射線により生じた放射線を放出する同位元素による汚染の状況の測定に関する課目
- ハ 放射性同位元素等又は放射線発生装置の取扱いに係る事故が発生した場合の対応に関する課目

試験が始まる前に、このページの記載事項をよく読んでください。裏面以降の試験問題は、指示があるまで見てはいけません。

1 試験時間：13:00～14:40（1時間40分）

2 問題数：多肢択一式 6問（60点満点）（14ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよいものは、受験票、鉛筆又はシャープペンシル（HB又はB）、鉛筆削り、消しゴム、時計（計算機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計は不可）に限ります。
- ② 計算機（電卓）、定規及び下敷きの使用は認めません。
- ③ 不正行為等を防止するため、携帯電話等の通信機器は、必ず、電源を切ってカバン等の中に入れてください。
- ④ 問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁又は解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて試験監督員に知らせてください。なお、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験終了の合図があったら、ただちに筆記用具を置いてください。
なお、試験監督員が解答用紙を集め終わるまで、席を離れてはいけません。
- ⑥ 問題用紙は持ち帰って結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験資格を失ったものとみなし、試験室からの退出を命じます。また、試験終了後に不正行為を行ったことが発覚した場合、試験実施時にさかのぼり受験資格を失ったものとみなします。

4 解答用紙（マークシート）の取扱いについて：

- ① 解答用紙を折り曲げたり汚したりしないでください。また、記入欄以外の余白には、何も記入しないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆又はシャープペンシル（HB又はB）を使用してください。また、記入を訂正する場合は、消しゴムできれいに消してください。
- ③ 解答用紙の所定の欄に氏名・受験地・受験番号を忘れずに記入してください。特に、受験番号は受験票と照合して間違えないよう記入してください。
- ④ 解答は、1つの問いに対して、1つだけ選択（マーク）してください。2つ以上選択している場合は、採点されません。

問1 次のI、IIの文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

I 放射線管理の現場では、放射性物質を用いた中性子線源として、 ^{241}Am -Be中性子線源および ^{252}Cf 中性子線源が使用されている。これらの線源は、放射性物質が外部に漏れないようにステンレス鋼の堅牢なカプセルで密封された構造を持っている。

^{241}Am -Be中性子線源は、 ^{241}Am をベリリウム粉末に混ぜて焼結したペレットをカプセル中に封入したもので、 ^{241}Am から放出された α 線が□A反応である $^9\text{Be}(\alpha, n)^{12}\text{C}$ 反応を起こし、連続エネルギー分布を持つ速中性子を放出する。 ^{241}Am の半減期は□B yなので、長期間にわたり中性子放出率 $[\text{s}^{-1}]$ の経時変化が少なく、多くの施設で校正用線源として使用されている。また、59.5 keVなどの低エネルギー光子が放出されるが、カプセルで吸収される割合が大きく、光子による線量寄与が比較的少ない。以前は、 α 線放出体として ^{226}Ra を用いた中性子線源が使用されていたが、子孫核種である ^{214}Pb と ^{214}Bi が多数の光子を放出すること、また、ヘリウムや□Cの気体の蓄積によりカプセルの長期間にわたる健全性や安全性の確保が困難であるため、現在はあまり使用されていない。

^{252}Cf 中性子線源は、□Dである ^{252}Cf が自発核分裂を起こし、連続エネルギー分布を持つ速中性子を放出する。当該線源の中性子平均エネルギーは、 ^{241}Am -Be中性子線源よりも低い。 ^{252}Cf の半減期は2.65 yと比較的短い、比線源強度（単位放射能当たりの中性子放出率）が大きいので、線源を小形化できる特徴がある。

< Aの解答群 >

- | | | | | |
|-------|-------|--------|-------|------|
| 1 核破砕 | 2 放射化 | 3 しきい値 | 4 核分裂 | 5 発熱 |
| 6 吸熱 | 7 核融合 | | | |

< Bの解答群 >

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 127 | 2 223 | 3 301 | 4 433 | 5 526 |
| 6 633 | 7 705 | | | |

< Cの解答群 >

- | | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 ^{85}Kr | 2 ^{133}Xe | 3 ^{210}Bi | 4 ^{210}Pb | 5 ^{210}Tl |
| 6 ^{218}Po | 7 ^{222}Rn | | | |

< Dの解答群 >

- | | | |
|------------|-------------|----------|
| 1 核分裂生成物 | 2 天然一次放射性核種 | 3 超ウラン元素 |
| 4 アルカリ金属元素 | 5 希土類元素 | 6 安定同位元素 |
| 7 ウラン系列核種 | | |

II ^{252}Cf 中性子線源に関連する表1に示す条件に基づき、中性子および光子の線量について考察する。ただし、放射線のカプセルによる減衰および部屋の壁などでの散乱、並びにバックグラウンド放射線を無視する。

10 μg の ^{252}Cf の原子数は、であるから、その放射能は $1.98 \times 10^8 \text{ Bq}$ となる。また、この線源の中性子放出率 Q は、 $2.31 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$ であることから、1回の自発核分裂で放出される平均中性子数は個であることがわかる。

点状線源であることを仮定すると、 ^{252}Cf 中性子線源から $r[\text{m}]$ 離れた測定点における中性子フルエンス率 Φ は、と表せる。 $r=1 \text{ m}$ の場合、この線源から放出される中性子の1 cm線量当量率 D_n は、 $\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ となる。他方、同じ測定点における光子の1 cm線量当量率 D_γ は、 $\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ となるので、 D_γ/D_n は0.1以下となる。

ここで、校正定数が1.05である中性子線量当量(率)計の実効中心を線源から1 m離れた測定点に置いたとき、同線量当量(率)計の指示値は、 $\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ となる。

表1 ^{252}Cf 中性子線源に対する条件

放射性壊変の分岐比	α 壊変 96.9%、自発核分裂 3.1%
中性子フルエンスから 1 cm 線量当量への換算係数	$0.0385 \text{ pSv} \cdot \text{m}^2$
放出されるすべての光子に関する 1 cm 線量当量率定数	$0.0716 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{m}^2$

<アの解答群>

- 1 6.14×10^{15} 2 8.23×10^{15} 3 1.15×10^{16} 4 1.65×10^{16} 5 1.98×10^{16}
6 2.15×10^{16} 7 2.39×10^{16}

<イの解答群>

- 1 0.12 2 0.55 3 1.26 4 2.58 5 3.76
6 4.90 7 8.31

<Eの解答群>

- 1 $\frac{Q}{4\pi r}$ 2 $\frac{Q}{4\pi r^2}$ 3 $Q - 4\pi r^2$ 4 $Q - 2\pi r$ 5 $\frac{Q}{r^2}$
6 $\frac{Q}{2\pi r}$ 7 $\frac{Q}{2\pi r^2}$

<ウの解答群>

- 1 45.8 2 97.1 3 179 4 214 5 255
6 320 7 395

<エの解答群>

1 3.70	2 4.80	3 14.2	4 19.8	5 23.3
6 28.4	7 34.4			

<オの解答群>

1 43.6	2 48.1	3 92.5	4 102	5 170
6 178	7 188	8 204	9 225	10 243
11 285	12 305	13 336	14 376	15 415

問2 次のI、IIの文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

I □ A は、電離放射線により物質に与えられる平均エネルギーを質量で除した量で、着目している微小領域内のエネルギーのみを対象とする。物質中で非荷電粒子により解放された荷電粒子の初期運動エネルギーの総和のうち、衝突損失により失われるエネルギーをその物質の質量で割った値は、□ B と呼ばれ、質量エネルギー吸収係数にエネルギーフルエンスを乗じて計算できる。□ C が成立する場合、□ A と □ B は等しくなる。

ブラッグ・グレイの空洞理論によれば、物質中の空洞に気体を充填した空洞電離箱において、気体の単位質量当たり生成するイオン対数を N 、 W 値を W 、物質の □ D を S_m 、気体の □ D を S_g とすると、物質の吸収線量は □ E で表される。このとき、電離箱の壁の厚さは、二次電子の飛程 □ F、一次放射線に対する遮蔽効果が無視できる程度に薄く、空洞は気体中の二次電子の数や分布に影響を与えない程度に小さい。

< A、B の解答群 >

- | | | |
|---------|--------------|---------|
| 1 照射線量 | 2 吸収線量 | 3 衝突カーマ |
| 4 制動カーマ | 5 エネルギーフルエンス | 6 フルエンス |
| 7 シーマ | | |

< C の解答群 >

- | | | | |
|----------|--------|-----------|-----------|
| 1 荷電粒子平衡 | 2 放射平衡 | 3 フルエンス平衡 | 4 エネルギー平衡 |
|----------|--------|-----------|-----------|

< D の解答群 >

- | | | | |
|------------|---------|----------|---------|
| 1 エネルギー阻止能 | 2 質量阻止能 | 3 線衝突阻止能 | 4 全線阻止能 |
| 5 線放射阻止能 | | | |

< E の解答群 >

- | | | | | |
|-----------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 $\frac{NWS_m}{S_g}$ | 2 NWS_mS_g | 3 $\frac{NW}{S_mS_g}$ | 4 $\frac{S_mS_g}{NW}$ | 5 $\frac{S_mS_gN}{W}$ |
| 6 $\frac{S_g}{NWS_m}$ | | | | |

< F の解答群 >

- | | | | |
|--------|---------|--------|--------|
| 1 より薄く | 2 と関係なく | 3 と等しく | 4 より厚く |
|--------|---------|--------|--------|

II 放射線管理の現場で用いられる放射線測定器で γ 線測定に適しているのは、感度が高くバックグラウンド測定も可能な **G** 式サーベイメータと、それより感度は低いエネルギー応答に優れた **H** 式サーベイメータである。表面汚染検査用測定器としては、**I** 式サーベイメータは β 線測定にも利用できるが、計数率が高いと数え落としが起きやすい。**J** 式サーベイメータは α 線測定に適している。

< G ~ J の解答群 >

- | | | |
|-------|-----------------------|-----------------------|
| 1 電離箱 | 2 NaI(Tl)シンチレーション | 3 ZnS(Ag)シンチレーション |
| 4 GM管 | 5 BF_3 比例計数管 | 6 ^3He 比例計数管 |

問3 次の文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

密封されていない放射性同位元素（非密封RI）を使用する際には、外部被ばくのみではなく、内部被ばくにも注意するとともに、身体や使用機器等のRIによる汚染を避けなければならない。

気体の非密封RIや飛散しやすい液体・粉体の非密封RIは、空気中への拡散を防ぎ、内部被ばくを低減できるように必要に応じてフードの中で取り扱う。フード内やフード周辺の床には、汚染を拡大しないように□Aを貼る。

非密封RIは、不注意や器具の破損でRIがこぼれても汚染が広がらないように□Aで覆ったバットの上で取り扱う。作業中は、RIからの放射線の種類に応じたサーベイメータを近くに置き、必要に応じて線量率の測定や汚染の有無の確認を行う。

作業終了後、RIを片付けたのち、フード内やフード周辺の床などの汚染検査を行う。汚染が確認されたらその場所に印をつける。床の汚染の場合は、汚染の拡大を防ぐために、汚染箇所の周囲を区画して立ち入らないようにする。汚染箇所は速やかに除染し、検出限界以下になったことを確認する。

汚染検査では、測定値から表面汚染密度 [$\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$]を計算し、その値を放射線施設内の人が常時立ち入る場所において人が触れる物の□Bと比較する。測定方法には、直接測定法と間接測定法がある。

直接測定法は、器具や床などの表面の汚染を、サーベイメータを用いて直接測定する方法である。汚染のない場所でバックグラウンド計数率を把握しておき、サーベイメータの□Cに応じた速さで検出部を移動させながら測定しないと、汚染を見逃してしまうことがあるので注意が必要である。

間接測定法は、□Dで表面をふき取り、ろ紙に付着したRIを測定、定量する方法である。汚染場所のバックグラウンド計数率が高い場合や、汚染核種の□E場合に有効な方法である。しかしながら、表面汚染密度を定量するには、ふき取り効率を考慮しなければならない。

実際の汚染検査に備えて、次のような模擬試料による実験を行った。実験室の床と同じ材質の板に ^{32}P を含む水溶液を10 cm四方内に滴下し、乾燥させた。まず、GMサーベイメータで直接測定したところ、15,550 cpmであった。なお、バックグラウンド計数率は50 cpmとする。次に、□Dで汚染箇所の10 cm四方内をふき取り、この□DをGM計数装置で測定したところ5,430 cpmであった。ふき取った部分をGMサーベイメータで再び同様に直接測定したところ6,250 cpmであった。これより、ふき取り効率は□ア%であり、表面汚染密度は□イ $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ である。なお、GM計数装置のバックグラウンド計数率は30 cpmであり、計数効率は15%とする。

汚染が確認されたら、汚染の状況に応じた方法により除染を行う。除染は、まず水でふき取る。除染対象により使用される除染剤は異なるが、いずれの除染対象にもよく利用される除染剤に□Fがある。ただし、効果があるのは限られた核種（元素）であることに注意が必要である。

<A～Dの解答群>

- | | | |
|---------|------------|--------|
| 1 アルミ箔 | 2 ポリエチレンろ紙 | 3 薬包紙 |
| 4 スミアろ紙 | 5 表面密度限度 | 6 検出限界 |
| 7 定量限界 | 8 時定数 | 9 壊変定数 |
| 10 減衰定数 | | |

<Eの解答群>

- | | | |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| 1 β 線エネルギーが低い | 2 β 線エネルギーが高い | 3 γ 線エネルギーが低い |
| 4 γ 線エネルギーが高い | | |

<アの解答群>

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1 10 | 2 20 | 3 30 | 4 40 | 5 50 |
| 6 60 | 7 70 | 8 80 | | |

<イの解答群>

- | | | | | |
|-------|---------|-----|------|------|
| 1 2 | 2 5 | 3 6 | 4 10 | 5 34 |
| 6 600 | 7 1,000 | | | |

<Fの解答群>

- | | | | |
|-------|-------|-----------|-------|
| 1 可塑剤 | 2 乳化剤 | 3 キレート形成剤 | 4 中和剤 |
| 5 沈殿剤 | | | |

問4 次の文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

非密封の ^3H 、 ^{14}C 、 ^{32}P 、 ^{45}Ca の4種類のRIを使用する実験を計画しているグループと、取扱等について事前の打合せを行った。

これらのRIはすべて□A放出核種であり、半減期が最長のものは最短のものに比べて約□B倍長く、放出する□Aのエネルギーもさまざまであるため、取扱いや廃棄物処理には各核種に適した異なる配慮が必要となる。 ^3H と ^{14}C は有機化合物として、 ^{32}P と ^{45}Ca は水溶液での使用を計画している。

計画の一部には ^3H と ^{14}C を同時に使用する実験がある。 ^3H と ^{14}C は、液体シンチレーション計数装置を用いて測定し、□Cを行うことにより、 ^3H と ^{14}C の放射能を同時に測定できる。液体シンチレーション計数装置での放射能測定では、試料をシンチレーションカクテルと混合するために一般に測定試料はその後の実験に使用できないが、□Dのように□Aのエネルギーが高い場合には、試料からの□Eを測定することによって水溶液のまま測定ができるので貴重な試料を損失しない。一方□Dが放出するようなエネルギーが高い□Aに対して、□Fの発生をおさえながら効率的に遮蔽するためには、□Gを用いる。実験では気化しやすい ^3H と ^{14}C を含む標識化合物を取り扱うため、排気設備に接続した□H内で行うことにした。

実験廃液中の ^{32}P はリン酸イオン(PO_4^{3-})の化学形であり、 ^{32}P は□Iに共沈させて除去しておくことにした。また、実験廃液中の ^{45}Ca はカルシウムイオン($^{45}\text{Ca}^{2+}$)の化学形であり、 ^{45}Ca は□Jとして沈殿分離することとした。

< A、Bの解答群 >

- | | | | | |
|--------------|---------------|---------------|--------------|------------|
| 1 α 線 | 2 β^- 線 | 3 β^+ 線 | 4 γ 線 | 5 消滅放射線 |
| 6 制動放射線 | 7 内部転換電子 | 8 オージェ電子 | 9 500 | 10 1,500 |
| 11 5,000 | 12 15,000 | 13 50,000 | 14 150,000 | 15 500,000 |

< C、Dの解答群 >

- | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| 1 同時計数 | 2 波高弁別 | 3 減衰時間測定 |
| 4 デッドタイム補正 | 5 計数率補正 | 6 クエンチング補正 |
| 7 ^3H | 8 ^{14}C | 9 ^{32}P |
| 10 ^{45}Ca | | |

< E～Gの解答群 >

- | | | | |
|-----------|-----------|----------|----------|
| 1 チェレンコフ光 | 2 燐光 | 3 二次電子 | 4 化学発光 |
| 5 消滅放射線 | 6 制動放射線 | 7 内部転換電子 | 8 オージェ電子 |
| 9 パラフィン紙 | 10 コンクリート | 11 アクリル板 | 12 鉄ブロック |
| 13 鉛ブロック | | | |

< Hの解答群 >

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1 コールドボックス | 2 クーラーボックス | 3 グローブボックス |
| 4 デシケータ | 5 オートクレーブ | 6 インキュベータ |

< Iの解答群 >

- | | | | |
|------------|----------|-------|-----------|
| 1 硫化銅 | 2 硫酸バリウム | 3 塩化銀 | 4 水酸化鉄(Ⅲ) |
| 5 水酸化ナトリウム | 6 水酸化亜鉛 | | |

< Jの解答群 >

- | | | |
|-------------|-----------|-----------|
| 1 フッ化カルシウム | 2 硝酸カルシウム | 3 臭化カルシウム |
| 4 炭酸水素カルシウム | 5 塩化カルシウム | |

問5 次のⅠ～Ⅲの文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

Ⅰ 放射性物質を体内に取り込むことにより内部被ばくが生ずる。飲食物と一緒に放射性物質を取り込むことを□Aと呼ぶ。体内に取り込んだ放射性物質の量が、代謝や排泄によって半分に減るまでの時間が生物学的半減期であり、放射性壊変による減衰と代謝や排泄による減少によって半分に減るまでの時間が有効半減期である。有効半減期は、□B。一般に、放射性物質の生物学的半減期は、年齢により変化する。例えば、 ^{137}Cs を□Aにより体内に取り込んだ場合、各年齢区分における生物学的半減期と物理的半減期について、短いものから順に並べると、□Cとなる。

< Aの解答群 >

- 1 経皮吸収 2 吸入（吸入摂取） 3 経口摂取

< Bの解答群 >

- 1 物理的半減期よりも短く、生物学的半減期よりも短い
2 物理的半減期よりも長く、生物学的半減期よりも長い
3 物理的半減期よりも短く、生物学的半減期よりも長い
4 物理的半減期よりも長く、生物学的半減期よりも短い
5 物理的半減期と等しい
6 生物学的半減期と等しい

< Cの解答群 >

- 1 物理的半減期 < 幼児（1歳）の生物学的半減期 < 成人の生物学的半減期
2 物理的半減期 < 成人の生物学的半減期 < 幼児（1歳）の生物学的半減期
3 幼児（1歳）の生物学的半減期 < 物理的半減期 < 成人の生物学的半減期
4 幼児（1歳）の生物学的半減期 < 成人の生物学的半減期 < 物理的半減期
5 成人の生物学的半減期 < 幼児（1歳）の生物学的半減期 < 物理的半減期

II 体内に取り込まれ血漿中に存在する ^{137}Cs は、主に [D] として排泄される。また、セシウムはカリウムと似た性質を持つため、排泄されずに残った ^{137}Cs は [E] に多く分布することが知られている。そのため、 ^{137}Cs のモニタリングとして、[D] のバイオアッセイや全身カウンタによる体外計測が行われている。体内に取り込んだ放射性物質の総放射エネルギーは、残留している放射能を体内残留率で割る、あるいは排泄された放射能を排泄率で割ることによって求められる。この体内残留率や排泄率を評価するために、体内動態モデルが利用されてきた。セシウム体内動態モデルの構築には、カリウムやセシウムの他に、カリウムと似た性質を持ち体内に多く天然放射性物質として含まれる [F] のデータが使われている。

ICRP Publication 137 のセシウム体内動態モデルでは、線源となる各臓器・組織をコンパートメントとして表し、セシウムのコンパートメント間の移行を計算する。例えば、摂取後の時間 $t[\text{d}]$ における血漿と [E] の各コンパートメントのセシウム量を、それぞれ $A(t)$ 、 $B(t)$ 、血漿から [E] への移行係数 $[\text{d}^{-1}]$ を a 、逆方向を b とすると、[E] コンパートメントのセシウム量の時間変化は、

$$dB(t)/dt = aA(t) - bB(t) \quad (1)$$

と表すことができる。なお、このモデルでは、[E] は、血漿との間でのみセシウムの交換を行うと仮定されている。体内分布が平衡に達した時の血漿と [E] のコンパートメントのセシウム量（全身量に対する割合）を各々 A_e と B_e とすると、式 (1) より [G] の関係式が得られる。ここで、 A_e と B_e をそれぞれ 0.002、0.8 とすると、血漿から [E] への移行係数 a が 30.0 d^{-1} であるとき、[E] から血漿への移行係数 b は [H] d^{-1} と求めることができる。これらの移行係数を用いたセシウム体内動態モデルを利用することにより、体内残留率や排泄率を評価することができる。

<D、Eの解答群>

- | | | | | |
|------|--------|------|-------|-------|
| 1 毛髪 | 2 歯 | 3 汗 | 4 涙 | 5 尿 |
| 6 痰 | 7 爪 | 8 呼気 | 9 骨格筋 | 10 肝臓 |
| 11 脳 | 12 甲状腺 | 13 腸 | 14 骨 | 15 心臓 |

<Fの解答群>

- | | | | |
|---------|--------|-----------|--------|
| 1 ルビジウム | 2 鉛 | 3 ポロニウム | 4 ラドン |
| 5 リン | 6 コバルト | 7 ストロンチウム | 8 ラジウム |

<Gの解答群>

- | | | | |
|---------------------|-------------------|------------------|---------------------|
| 1 $a/b = B_e/A_e$ | 2 $a/b = A_e/B_e$ | 3 $ab = A_e B_e$ | 4 $a+b = A_e + B_e$ |
| 5 $a-b = A_e - B_e$ | | | |

<Hの解答群>

- | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 7.5×10^{-8} | 2 5.3×10^{-5} | 3 7.5×10^{-2} | 4 3.0×10^1 | 5 1.2×10^4 |
|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|

Ⅲ 放射性物質が体内に取り込まれ、体内に留まることにより将来にわたって受ける内部被ばく線量は、預託実効線量と呼ばれる。国際放射線防護委員会の 2007 年勧告では、成人の場合は摂取後 年間に受ける線量により預託実効線量を評価することが推奨されている。ここで、1 年間毎日摂取することにより ^{137}Cs の預託実効線量 0.9 mSv を成人にもたらす食品中の ^{137}Cs 放射能濃度を求めてみよう。計算条件として、この食品の 1 日の摂取量を 1 kg とし、預託実効線量の計算に用いる実効線量係数を $0.013 \mu\text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$ とする。この条件の場合、食品中の ^{137}Cs 放射能濃度は、 $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ と計算できる。

<I、Jの解答群>

1	10	2	20	3	30	4	40	5	50
6	70	7	90	8	100	9	130	10	160
11	190	12	220	13	250	14	300	15	500

問6 次の文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

国際放射線防護委員会ICRPの2007年勧告では、確率的影響に対する放射線防護の目的においては、代表的個人における性別及び年齢で平均化された生涯リスク推定値を用いることが適切であるとの判断を示している。確率的影響には発がんが□Aが含まれ、線量の増加とともにリスクが増加する直線しきい値なしモデルに従うと考えると防護体系が構築されている。そのリスクの推定においては、結果の重篤度を表現するため、致死率や生活の質(QOL)の低下、寿命損失などの確率を考慮に入れて計算が行われている。

具体的には、日本の原爆被爆者の寿命調査(Life Span Study)を中心とした疫学研究による各臓器・組織に対するがんの罹患率等のデータから、各臓器・組織の部位別の生涯リスクを推定した。次いで、□B以外の臓器・組織のがんのリスクについては、線量・線量率効果係数を考慮して、推定値を□アに調整した。ここで得られた推定値から、疾患の自然発生率が異なる集団間で一般化するために、適切に重み付けして各臓器・組織の症例数を推定する方法を定めてアジア4集団と欧米3集団に適用し、その平均として、各臓器・組織の1万人当たり1 Sv当たりに増加する症例数を求めた。これを「□C」と呼ぶ。さらに□Cに対して、致死率、QOL、寿命損失などの確率を評価して各臓器・組織の1万人当たり1 Sv当たりの□Dを計算し、その合計値として、「□D」で調整された□C」が求められた。これにより得られた数値をもとに、がんについて全集団で□イ%/Sv、成人作業場で□ウ%/Sv、□Aについて全集団で□エ%/Svという推定値が示された。

組織加重係数についても□Dから推定されている。□Dを合計して1になるように規格化した相対□Dを計算したうえで、この推定過程における不確実性を考慮し、各臓器・組織を4つのカテゴリーにグループ分けして、それぞれの組織・臓器に対してグループに共通の値を割り当てた。例えば□Eに対しては0.01という値が、□Fに対しては0.04という値が割り当てられている。

< Aの解答群 >

- | | | |
|--------|------------|--------|
| 1 組織反応 | 2 遺伝性(的)影響 | 3 急性影響 |
| 4 晩発影響 | 5 遠達効果 | |

< B～Dの解答群 >

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1 乳房 | 2 皮膚 | 3 生殖腺 |
| 4 骨髄 | 5 骨表面 | 6 疾病 |
| 7 死亡率 | 8 罹患率 | 9 損害 |
| 10 損失 | 11 過剰相対リスク | 12 過剰絶対リスク |
| 13 名目リスク係数 | 14 生物学的効果比 | |

< アの解答群 >

- | | | | |
|------|------|--------|--------|
| 1 5倍 | 2 2倍 | 3 2分の1 | 4 5分の1 |
|------|------|--------|--------|

<イ～エの解答群>

1	0.01	2	0.02	3	0.04	4	0.05	5	0.1
6	0.2	7	0.4	8	0.5	9	0.8	10	1.3
11	4.1	12	4.8	13	5.5	14	6.0		

<E、Fの解答群>

- | | | | | | |
|---|------------------------|---|---------------|---|------------|
| 1 | 骨表面、唾液腺、皮膚 | 2 | 骨髓（赤色）、唾液腺、皮膚 | 3 | 生殖腺 |
| 4 | 結腸、肺、甲状腺 | 5 | 膀胱、食道、肝臓 | 6 | 心臓、腎臓、リンパ節 |
| 7 | ^{すい} 膵臓、小腸、脾臓 | | | | |

