

管理測定技術

試験が始まる前にこのページに書いてあることをよく読んでください。裏面以降は試験問題になっているので、指示があるまで見てはいけません。

1 試験時間：10:00～11:45（1時間45分）

2 問題数：6題（12ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよい物は、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、時計に限ります。計算機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計を机の上に出すことはできません。
- ② 電卓（電子式卓上計算機）、定規及び下敷きの使用はできません。
- ③ 携帯電話等の通信機器は使用できません。（電源を切ってカバン等にしまってください。）
- ④ 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び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。ただし、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験中に気分の悪くなった場合などは、手を挙げ試験監督員の指示に従ってください。
- ⑥ 試験終了の合図があったら、すぐ筆記用具を置いて、解答をやめてください。
なお、試験監督員が解答用紙を集め終わるまでは、席を離れることはできません。
- ⑦ 問題用紙は持ち帰っていただいて結構です。
- ⑧ 不正行為をした場合は、受験資格を失います。

4 解答用紙の扱いについて：

- ① 解答用紙は機械で読み取りを行いますので、解答用紙の注意事項に従い丁寧に記入してください。また折り曲げたり汚したりしないでください。
- 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、記入を訂正する場合に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・受験番号を必ず記入してください。特に、受験番号は受験票と照合して正しく記入してください。
- ④ 試験は択一方式で、解答は1つの問につき1つだけ選択してください。2つ以上選択（マーク）した場合は、零点になります。
- ⑤ 記入欄以外の余白及び裏面には、何も記入しないでください。
- ⑥ 以上の記入方法の指示に従わない場合、又は必要とされる記入事項が正しく記入されていない場合は、採点がなされません。

問 1 γ 線やX線を使用する作業場での外部被ばくの線量モニタリングに関する次の I～II の文章の () の部分に入る最も適切な語句又は記号を、それぞれの解答群から 1 つだけ 選べ。

I 作業場の線量モニタリングに使用される放射線測定機器は、固定して使用する (A) と持ち運びが容易な (B) の 2 種類に大別される。これらの検出器としては、主に、空気電離箱、GM 計数管及び NaI(Tl) シンチレーション検出器の 3 種類が用いられている。

この 3 種類のうち、空気電離箱では、検出した γ 線や X 線の数ではなく、 γ 線や X 線で生じる (イ) を測定して線量を得る。一方、GM 計数管では、(ロ) 現象に基づいて出力パルスが得られるため電子回路が簡単である反面、(ハ) が大きく、高線量率の場合は (ニ) 現象に注意する必要がある。また、NaI(Tl) シンチレーション検出器では、蛍光を (C) により電気信号に換えて線量を測定するが、(D) シンチレーション検出器に比べて、シンチレータの密度や (ホ) が大きいため検出効率が高い。しかし、測定範囲の低エネルギー領域では γ 線や X 線の相互作用として (ヘ) の寄与の割合が大きく、空気電離箱に比べてエネルギー依存性が大きくなる。

< I の A～D の解答群 >

- | | | | | | | | |
|----|---------|---|-----------|----|--------|----|---------|
| 1 | サーベイメータ | 2 | モニタリングポスト | 3 | エリアモニタ | | |
| 4 | ダストモニタ | 5 | 空気サンプラ | 6 | プラスチック | 7 | CsI(Tl) |
| 8 | BGO | 9 | ZnS(Ag) | 10 | AD 変換器 | 11 | 波形弁別器 |
| 12 | 光電子増倍管 | | | | | | |

< I のイ～への解答群 >

- | | | | | | | | |
|----|---------|----|--------|----|------|----|-------|
| 1 | 放電 | 2 | 発光 | 3 | 窒息 | 4 | 光電効果 |
| 5 | コンプトン効果 | 6 | 電子対生成 | 7 | 減衰時間 | 8 | 立上り時間 |
| 9 | 不感時間 | 10 | 実効原子番号 | 11 | 屈折率 | 12 | 分極 |
| 13 | 電離電荷 | 14 | 熱量 | | | | |

II 外部被ばく線量の個人モニタリングにおいては、人体に装着して一定期間の被ばく線量を評価するため、一般的に小型で（ A ）の線量計が用いられる。これらの線量計には測定原理の違いにより、以下のように様々な特性がある。

（ イ ）線量計は、 γ 線や X 線で生じた（ B ）に紫外線レーザーをパルス照射することにより、被ばく線量の情報を繰り返し読み取ることができる。この線量計は、（ C ）により情報を消去して、再使用が可能である。（ ロ ）線量計では、酸化アルミニウムを素子の主材料とし、可視光を照射して生じる（ D ）発光を読み取ることにより線量を測定する。これらの線量計は、従来用いられてきた臭化銀の感光作用を利用したフィルムバッジに比べ、（ E ）現象が極めて起こりにくい。（ ハ ）は、硫酸カルシウム、フッ化リチウムなどを素子の主材料とし、素子を加熱することで生じる蛍光を読み取ることにより、線量を測定する線量計である。

一方、電子式ポケット線量計は、小型の GM 計数管や（ ニ ）を検出部に用い、上記の線量計と異なり（ F ）の線量計として便利であるが、定期的に電池を充電・交換することなどが必要となる。

< II の A～F の解答群 >

- | | | | |
|------------|------------|--------|-------|
| 1 X 線 | 2 蛍光中心 | 3 陽イオン | 4 静電型 |
| 5 磁場型 | 6 直読式 | 7 積分型 | 8 退行 |
| 9 磁場 | 10 電場 | 11 即発 | 12 輝尽 |
| 13 熱アニーリング | 14 光アニーリング | | |

< II のイ～ニの解答群 >

- | | | | |
|----------|--------|-------------|------------|
| 1 エッチピット | 2 セリウム | 3 Si 半導体検出器 | 4 Ge 検出器 |
| 5 OSL | 6 TLD | 7 フリッケ | 8 アラニン |
| 9 蛍光ガラス | 10 ESR | 11 放射化箔 | 12 エレクトレット |

問2 次のⅠ～Ⅲの文章の（ ）の部分に入る最も適切な語句、数値又は数式をそれぞれの解答群から1つだけ選べ。ただし、各選択肢は必要に応じて2回以上使ってもよい。

Ⅰ 放射性同位元素の壊変に際して放出される放射線を計数する場合、測定時間は一定であっても、得られる計数値は（ A ）に変動する。このような（ A ）変動を予測する数学的モデルとして、（ B ）分布やこれを簡略化した（ C ）分布などがあるが、これらを適用することは煩雑にすぎるので、観測される計数値が 10 程度以下の少ない場合を除き、実際には（ D ）分布として取り扱うことが多い。なお、この（ D ）分布はガウス分布ともいい、平均値 m を中心に左右対称である。その標準偏差を σ とすると、 $m - \sigma$ から $m + \sigma$ の間に計数値が入る確率が（ イ ）%であることを意味する。 $m - 2\sigma$ から $m + 2\sigma$ の間に計数値が入る確率は（ ロ ）%、 $m - 3\sigma$ から $m + 3\sigma$ の間に計数値が入る確率は（ ハ ）% である。したがって、同じ条件で測定を繰り返した場合、ある計数値が（ A ）変動によって平均値から $\pm 3\sigma$ 以上離れる確率は（ ニ ）%である。このように、 $m - k\sigma$ から $m + k\sigma$ の間に計数値が入る確率を（ E ）といい、 k のことを包含係数という。

<ⅠのA～Eの解答群>

- | | | | | |
|--------|-------|--------|-------|-------|
| 1 ポアソン | 2 正規 | 3 二項 | 4 標準 | 5 系統的 |
| 6 偏差 | 7 統計的 | 8 信頼水準 | 9 自由度 | |

<Ⅰのイ～ニの解答群>

- | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|------|
| 1 0.3 | 2 1.0 | 3 5.0 | 4 10 | 5 68 |
| 6 90 | 7 95 | 8 99 | 9 99.7 | |

II 放射線測定器により計数を行い、時間 t の間に計数値 N を得たとすれば、その計数値の標準偏差

は、(A) であり、計数値の相対標準偏差は (B) $\times 100$ % である。計数率 r は $r = \frac{N}{t}$ と

なり、計数率の標準偏差は (C) である。したがって、最初に線源をおいて時間 t_1 の間、計数
 を行い計数値 N_1 を得た後、次にバックグラウンドを求めるために線源を取り去り、時間 t_2 の間、
 計数を行い計数値 N_2 を得たとすれば、バックグラウンドを差し引いた線源からの放射線による計

数率 r_s は $r_s = \frac{N_1}{t_1} - \frac{N_2}{t_2}$ となり、その標準偏差は (D) となる。

また、その相対標準偏差は (E) $\times 100$ % である。

< II の A ~ E の解答群 >

1 \sqrt{N} 2 $\frac{\sqrt{N}}{t}$ 3 $\sqrt{N} \cdot t$ 4 $\frac{1}{\sqrt{N}}$ 5 $\frac{1}{\sqrt{N}} t$

6 $\frac{N}{t}$ 7 $\frac{N}{\sqrt{t}}$ 8 $\sqrt{\frac{N_1}{t_1^2} - \frac{N_2}{t_2^2}}$ 9 $\sqrt{\frac{N_1}{t_1^2} + \frac{N_2}{t_2^2}}$

1 0 $\frac{\sqrt{N_1}}{t_1} - \frac{\sqrt{N_2}}{t_2}$ 1 1 $\frac{\sqrt{N_1}}{t_1} + \frac{\sqrt{N_2}}{t_2}$ 1 2 $\frac{\sqrt{\frac{N_1}{t_1^2} - \frac{N_2}{t_2^2}}}{\frac{N_1}{t_1} - \frac{N_2}{t_2}}$ 1 3 $\frac{\sqrt{\frac{N_1}{t_1^2} + \frac{N_2}{t_2^2}}}{\frac{N_1}{t_1} - \frac{N_2}{t_2}}$

1 4 $\frac{\frac{\sqrt{N_1}}{t_1} - \frac{\sqrt{N_2}}{t_2}}{\frac{N_1}{t_1} - \frac{N_2}{t_2}}$ 1 5 $\frac{\frac{\sqrt{N_1}}{t_1} + \frac{\sqrt{N_2}}{t_2}}{\frac{N_1}{t_1} - \frac{N_2}{t_2}}$

III 床面の放射能汚染を検査するため、床面を拭き取ったろ紙を GM 計数装置で 50 s 間測定を行い、

計数値 88 を得た。次に、バックグラウンドを求めるため、ろ紙を取り去った後 100 s 間計数を行
 い、計数値 49 を得た。この場合、バックグラウンドを差し引いた計数率は (A) s^{-1} と計算さ
 れ、その標準偏差は (B) s^{-1} と推定される。これを相対標準偏差で表せば、(C) % とな
 る。

< III の A ~ C の解答群 >

1 0.10 2 0.20 3 0.30 4 1.0 5 1.3
 6 1.7 7 9.4 8 10 9 11 1 0 16
 1 1 19 1 2 22

問3 次のⅠ～Ⅲの文章の（ ）の部分に入る最も適切な語句又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。

Ⅰ 放射性同位元素 ^{18}F を製造、使用する施設がある。この施設の利用に際しては、放射線発生装置特有の事項や取扱う放射性同位元素の物理的性質、化学的性質を知っておく必要がある。

^{18}F などの PET 診断用の放射性同位元素を製造する放射線発生装置として、（ A ）が最も多く利用されている。 ^{18}F は主に（ B ）の濃縮同位体を含む水をターゲットとして用い、（ C ）照射で製造されている。また、幾つかの施設では（ D ）をガスターゲットとして用い、（ E ）照射によって ^{18}F を製造する方法も利用されている。放射線発生装置使用室内には、運転中、立ち入ることはできず、みだりに立ち入ろうとすると、（ F ）機構により発生装置は自動的に停止するようになっている。運転停止直後は室内の線量率が高いため、入室する際には、放射線モニタで室内の空間線量率の減衰を確認する。また、発生装置周辺には高線量率の場所があるため、数 $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ まで測定可能な（ G ）サーベイメータを携行するのが望ましい。

^{18}F は半減期が（ H ）分の β^+ 壊変核種である。陽電子の消滅時にエネルギーがおよそ（ I ）MeV の 2 本の消滅放射線が同時に反対方向に放出されるため、測定にはこの消滅放射線を同時計数する方法が利用されている。

また、フッ素は（ J ）の中で最も原子番号の小さい元素であり、化学反応性に富む。照射された水を（ K ）に通して ^{18}F を捕集できる。

<ⅠのA～Eの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|----|-------------|---|---------|---|---------|---|----|---|-----|
| 1 | ベータトロン | 2 | シンクロトロン | 3 | サイクロトロン | 4 | 炭素 | | |
| 5 | 窒素 | 6 | 酸素 | 7 | ネオン | 8 | 陽子 | 9 | 重陽子 |
| 10 | α 粒子 | | | | | | | | |

<ⅠのF～Iの解答群>

- | | | | | | | | |
|---|----------------------|---|--------|----|------------------|----|-----|
| 1 | インターロック | 2 | オートロック | 3 | NaI(Tl)シンチレーション式 | | |
| 4 | BF_3 比例計数管式 | 5 | 電離箱式 | 6 | 0.1 | 7 | 0.5 |
| 8 | 1.0 | 9 | 10 | 10 | 20 | 11 | 110 |

<ⅠのJ～Kの解答群>

- | | | | | | | | |
|---|----------|---|----------|---|--------|---|----------|
| 1 | ハロゲン元素 | 2 | アルカリ金属元素 | 3 | 遷移金属元素 | 4 | 陰イオン交換樹脂 |
| 5 | 陽イオン交換樹脂 | | | | | | |

II 次に、 ^{18}F を取扱う際の外部被ばく線量を推定しておくことにした。

10 GBqの ^{18}F を含む溶液0.1 mlがバイアルに入っている場合に、0.5 m離れた位置で10分間作業すると、被ばく線量は(A) mSvとなる。ただし、 ^{18}F の実効線量率定数は $0.140 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ とし、作業中の放射能の減衰は考慮しないこととする。

また、このバイアルを厚さ1.5 cmの円筒状の鉛容器の中に入れて取り扱えば、線源から0.5 m離れた位置で10分間作業する際の被ばく線量は(B) μSv となる。そこで、線源を入れた鉛容器の外側を、更に厚さ5 cmの円筒状の鉛遮へい体で囲むようにすると、作業者の体幹部での被ばくは鉛容器のみの時に比べ、更に(C)分の1以下に低減できる。ただし、消滅放射線に対する鉛の半価層は0.5 cmとする。

<IIのA~Cの解答群>

1	0.23	2	0.47	3	0.93	4	1.2	5	30
6	60	7	90	8	120	9	230	10	400
11	1000	12	100000						

III ^{18}F の飛散についても検討した。

10 GBqの ^{18}F をフード内で取扱う時に、10分の1の ^{18}F が飛散したと仮定して、排気中濃度を8時間平均濃度として求めてみると(A) $\times 10^{-3} \text{Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ となる。ただし、 ^{18}F の減衰は考慮しないものとする。ここで、排気能力は毎時 500m^3 、排気フィルターによる ^{18}F の捕集効率は99%とする。

次に、換気が停止した状態でフードから10 MBqの ^{18}F が作業室内全体(5 m \times 5 m \times 2 m)に均一に飛散したとすると、室内の空気中濃度は(B) $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ となる。作業者がそこで10分間作業をした場合、作業者の受ける内部被ばく線量は(C) μSv と見積もられる。ただし、成人の呼吸量を毎分20 lとする。飛散した ^{18}F の化学形はフッ化水素とし、告示別表第2の第2欄に定められた吸入摂取した場合の実効線量係数は $5.4 \times 10^{-8} \text{mSv}\cdot\text{Bq}^{-1}$ である。

これらの排気中濃度及び作業室内での空気中濃度の計算結果を、それぞれ、告示別表第2の第5欄の排気中濃度限度 $4 \times 10^{-3} \text{Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ 及び告示別表第2の第4欄の空気中濃度限度 $4 \times 10^{-1} \text{Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ と比べると、(D) ことになる。

<IIIのA~Dの解答群>

1	0.1	2	0.2	3	0.5	4	1.0	5	1.2
6	2.2	7	2.5	8	5.0	9	12	10	22

- 1 1 排気中濃度限度、空気中濃度限度をともに超えた
- 1 2 排気中濃度限度を超えないが、空気中濃度限度は超えた
- 1 3 排気中濃度限度を超えたが、空気中濃度限度は超えなかった
- 1 4 排気中濃度限度、空気中濃度限度をともに超えなかった

問4 次のI～IVの文章の（ ）の部分に入る最も適切な語句又は記号を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。

I Ge 半導体検出器による（ A ）の測定によって放射性同位元素の種類・数量を求める場合、まず、既知数量の（ B ）などの標準線源を用いる検出器のエネルギーの校正及び（ C ）のエネルギー依存性の測定が必要となる。ただし、サムピークの生成を最小限にとどめるために、（ D ）を大きくとることがある。放射性同位元素を含む試料の放射能の定量に、この（ C ）を適用するには、標準線源と（ E ）を同一にする。

< I のA～Dの解答群 >

- | | | | | |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------|--------------------|
| 1 α 線 | 2 β 線 | 3 γ 線 | 4 特性X線 | 5 ^{55}Fe |
| 6 ^{99}Tc | 7 ^{152}Eu | 8 ^{210}Po | 9 数え落とし | 10 計数効率 |
| 11 エスケープピーク強度 | 12 距離 | 13 立体角 | 14 測定時間 | |
| 15 吸収体の厚さ | | | | |

< I のEの解答群 >

- | | | | |
|--------|-------|----------|------|
| 1 自己吸収 | 2 化学形 | 3 幾何学的配置 | 4 重量 |
|--------|-------|----------|------|

II 液体でも、（ A ）の低い物質や分解しやすい物質では、放射性の気体が発生する場合があるので、放射性同位元素の化学形や反応性についても注意する。放射性ヨウ素の化学形が（ B ）の場合には揮発性が高くなるので、こうした化学形になることを避ける。例えば、 ^{125}I で標識されたヨウ化ナトリウム水溶液の使用に際しては、 H_2O_2 等の（ C ）の混入の可能性等を事前に検討する必要がある。

混合による急激な化学反応の進行により、特に（ D ）である場合、放射性同位元素の飛散を招く可能性があるので、実験計画の段階から注意する。溶媒に（ E ）を用いる場合などは、特有の揮発性・引火性に注意が必要である。

< II のA～Cの解答群 >

- | | | | | |
|----------------|------------------|-------------------|-------|----------------|
| 1 透明度 | 2 吸光度 | 3 沸点 | 4 蒸気圧 | 5 I^- |
| 6 I_2 | 7 I_3^- | 8 IO_3^- | 9 酸化剤 | 10 還元剤 |

< II のD～Eの解答群 >

- | | | | |
|----------|---------|-------|----------|
| 1 吸熱反応 | 2 発熱反応 | 3 光反応 | 4 アルコール類 |
| 5 カルボン酸類 | 6 エーテル類 | | |

Ⅲ 放射性の金属イオンの相互分離には、陽イオン交換樹脂による方法があるが、塩酸系で（ A ）を形成する場合には陰イオン交換樹脂による分離も可能である。陰イオン交換樹脂に吸着された放射性同位元素について、（ A ）の（ B ）が大きく異なると、溶離液の（ C ）を順次変えることで、それらの元素を少量の溶離液で分離することができる。

<ⅢのA～Cの解答群>

- | | | | |
|---------|--------|----------|---------|
| 1 クロロ錯体 | 2 アコ錯体 | 3 単体の微粒子 | 4 安定度定数 |
| 5 溶解度積 | 6 G 値 | 7 温度 | 8 流速 |
| 9 酸濃度 | | | |

Ⅳ 実験室の床面が ^{14}C によりスポット状に汚染された場合、サーベイ法による汚染位置の特定には（ A ）サーベイメータが用いられる。汚染の固着性の程度により、汚染の拡大の可能性や除染の方針などが変わるため、スミア法による放射能測定も行われる。この場合には、（ B ）を用いて測定するのが最も検出効率が高い。汚染核種が ^{32}P の場合には（ C ）によるチェレンコフ光計測も利用できる。いずれの核種の場合にも、固着性の汚染の場合には、スミア法で（ D ）。

遊離性の汚染の除去には、一般に、水、中性洗剤、酸、可溶性錯塩形成剤などが用いられる。可溶性錯塩形成剤としては（ E ）などが用いられる。ただし、 ^{14}C が（ F ）として存在している場合には、（ G ）を用いると $^{14}\text{CO}_2$ の発生により汚染が拡大する可能性がある。

<Ⅳの解答群>

- | | | | |
|-----|------------------|-----------------------|--------------------|
| (A) | 1 電離箱式 | 2 GM 管式 | 3 NaI(Tl)シンチレーション式 |
| (B) | 1 液体シンチレーション計数装置 | 2 GM 計数装置 | |
| | 3 Si(Li)半導体検出器 | 4 NaI(Tl)シンチレーション計数装置 | |
| (C) | 1 液体シンチレーション計数装置 | 2 GM 計数装置 | |
| | 3 Si(Li)半導体検出器 | 4 NaI(Tl)シンチレーション計数装置 | |
| (D) | 1 検出できない | 2 検出できる可能性は高い | |
| | 3 必ず検出できる | | |
| (E) | 1 アセチルアセトン | 2 エチレンジアミン四酢酸(EDTA) | |
| | 3 リン酸トリブチル(TBP) | | |
| (F) | 1 炭酸イオン | 2 クエン酸イオン | 3 シュウ酸イオン |
| (G) | 1 水 | 2 中性洗剤 | 3 酸 |
| | | | 4 可溶性錯塩形成剤 |

問5 次のⅠ～Ⅱの文章の（ ）の部分に入る最も適切な語句又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。

Ⅰ 放射線防護の目的は（ A ）の発生を防止し、（ B ）の発生を減らすことである。放射線防護に当たっては、①行為の（ C ）、②防護の（ D ）及び③個人の線量限度の3つを考慮しなければならない。行為の（ C ）とは、放射線被ばくを伴うどのような行為も、それによってもたらされる（ E ）よりも（ F ）が大きくなければ採用してはならないという原則である。また、防護の（ D ）とは、個人線量の大きさ、人数及び被ばくする機会を、経済的、社会的要因を考慮して、合理的に達成できる限り低く抑えるという原則である。例えば、外部被ばくの場合には、作業をするに当たって（ G ）を短くする、（ H ）する、及び（ I ）を長くするなどの処置をとり、被ばく線量をできるだけ低く抑えることが重要である。

<ⅠのA～Dの解答群>

- | | | | | |
|----------|----------|------------|---------|--------|
| 1 放射線感受性 | 2 多因子遺伝病 | 3 メンデル型遺伝病 | 4 確率的影響 | |
| 5 確定的影響 | 6 遺伝的影響 | 7 小児がん | 8 悪性貧血 | |
| 9 適応応答 | 10 低減化 | 11 正当化 | 12 最適化 | 13 規格化 |
| 14 効率化 | 15 最大化 | | | |

<ⅠのE～Iの解答群>

- | | | | | |
|-------|-------|-------|------|-------|
| 1 損害 | 2 損傷 | 3 効率 | 4 容認 | 5 便益 |
| 6 軽減 | 7 停止 | 8 遮へい | 9 密閉 | 10 距離 |
| 11 収納 | 12 貯蔵 | 13 時間 | | |

II 個人が受けるすべての線源からの被ばくの総線量を制限するために線量限度が設けられている。線量限度以下の被ばくであれば（ A ）に比べ、リスクは（ B ）できると考えられる。仕事で放射線を被ばくする可能性のある人の被ばくを（ C ）被ばくと呼び、5年間で受ける放射線の線量限度は（ イ ）mSvで、この範囲内で1年間に（ ロ ）mSvを超えることがないように制限されている。ただし、妊娠する可能性のある女性の場合は（ ハ ）mSv/3月、妊娠している女性の腹部表面では、本人の申出等により許可届出使用者等が妊娠の事実を知ったときから出産までの間につき（ ニ ）mSvである。また、ICRPの勧告では、一般公衆の被ばくについても1年間当たり（ ホ ）mSvという限度が設定されている。他方、線量限度は（ D ）被ばくには適用されない。これは、CTやPETなどによる（ E ）、ガンマナイフなどによるがんの（ F ）、あるいは、IVR(インターベンショナルラジオロジー)等に放射線を利用する便益を制限しないためである。

< IIのA～Bの解答群 >

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 負担 | 2 促進 | 3 認可 | 4 損害 | 5 否認 |
| 6 修復 | 7 影響 | 8 尊重 | 9 利害 | 10 確認 |
| 11 容認 | 12 便益 | 13 負荷 | 14 期待 | |

< IIのC～Fの解答群 >

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 公衆 | 2 治療 | 3 業務 | 4 作業 | 5 職業 |
| 6 環境 | 7 医療 | 8 外部 | 9 内部 | 10 診断 |
| 11 予防 | 12 計画 | 13 集団 | 14 手術 | |

< IIのイ～ホの解答群 >

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 1 | 2 2 | 3 5 | 4 10 | 5 20 |
| 6 50 | 7 80 | 8 100 | 9 150 | 10 200 |
| 11 250 | 12 300 | 13 400 | 14 500 | |

問6 放射線事故等での被ばく線量評価に関する次のI～IIの文章の()の部分に入る最も適切な語句又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。

I 放射線事故等で被ばくする形態は、外部被ばく、内部被ばく、体表面汚染及び創傷汚染に分類することができる。外部被ばくは体外から被ばくするものであるが、(A)による外部被ばくでは体内の物質が(B)され放射線を出すため、緊急時には内部被ばくや表面汚染がある場合と区別しにくいことがある。体内で(B)される元素のうち体外から放射線計測されるものとしては(C)の寄与が大きく、(A)による外部被ばく線量評価に用いられることもある。

個人線量計や事故現場での空間線量計以外の全身外部被ばくにおける線量評価法としては、臨床症状・検査データからの線量評価、染色体分析による線量評価、(B)による線量評価の他に、歯や爪を用いた(D)による線量評価などが挙げられる。

臨床症状による線量評価としては、嘔吐、下痢、頭痛、意識障害及び発熱などが指標として用いられる。これらの症状の発現時期、発現頻度、重篤度は線量に依存し、嘔吐、下痢、頭痛、発熱がほぼ80～100%の頻度で1～2時間以内に認められるのは(イ) Gy以上の線量域である。

末梢血の検査データによる線量推定として、(E)や血小板の減少が用いられる。(E)は放射線高感受性で主に(F)により細胞死が起こり、1～2 Gyの全身被ばくにより24時間以内に正常の約(ロ)%に減少する。また、末梢血中の(G)数は2 Gy以上の全身被ばくで2～3日以内に一過性増加が観察され、線量評価に用いられている。

染色体異常の検査は、感度、精度、再現性が高く信頼度が高い線量評価法である。染色体異常の指標としては環状染色体と(H)が最もよく用いられる。染色体異常による検出限界はγ線やX線の場合、約(ハ) Gyである。

< I のA～Dの解答群 >

- | | | | | |
|----------|----------------|------------------|------|--------|
| 1 イオン化 | 2 活性化 | 3 放射化 | 4 水素 | 5 炭素 |
| 6 酸素 | 7 ナトリウム | 8 γ線 | 9 X線 | 10 電子線 |
| 11 中性子線 | 12 組成分析 | 13 電子スピン共鳴(ESR)法 | | |
| 14 質量分析法 | 15 核磁気共鳴(NMR)法 | | | |

< I のE～Hの解答群 >

- | | | | |
|----------|-----------|--------|---------|
| 1 染色体数異常 | 2 二動原体染色体 | 3 逆位 | 4 欠失 |
| 5 転座 | 6 セネッセンス | 7 分裂死 | 8 増殖死 |
| 9 アポトーシス | 10 ネクローシス | 11 赤血球 | 12 リンパ球 |
| 13 樹状細胞 | 14 顆粒球 | 15 単球 | |

< I のイ～ハの解答群 >

- | | | | | |
|---------|-------|-----|-----|------|
| 1 0.001 | 2 0.2 | 3 2 | 4 8 | 5 50 |
| 6 95 | | | | |

II 内部被ばくの線量評価に関して、 γ 線放出核種による内部被ばくが疑われる場合には（ A ）を用いて放射能測定をして線量評価を行う。測定に際しては着衣に汚染がないことの確認と、（ B ）に汚染がない状況で測定することが必要である。また、吸入摂取が考えられる場合には（ C ）により試料を採取して放射能を測定する。この評価法は、試料の放射能と摂取量との相関性の点から線量評価精度が（ D ）。

α 線や β 線放出核種による内部被ばくが疑われる場合には、排泄物等の生体試料の放射能測定から線量評価を行う。便の場合には、排泄されたものの全量を（ E ）にわたり採取する必要がある。また、 α 線放出核種であるプルトニウムの吸入の場合には、肺モニタを用いて α 壊変に伴い放出される（ F ）を主に測定することで線量評価を行う。

体表面汚染の測定に関しては、 β ・ γ 線放出核種による汚染の測定には（ G ）式サーベイメータが主に用いられ、 α 線放出核種による汚染の測定には（ H ）式表面汚染検査用サーベイメータが主に用いられる。創傷部位の汚染に関しては、（ I ）で洗浄・除染し、その際の洗浄液を回収して放射能測定のための試料として用いる。

< II の A～D の解答群 >

- | | | | | |
|------------|---------------------|--------------|---------|------|
| 1 体表面 | 2 口腔 | 3 気道 | 4 消化管 | 5 高い |
| 6 低い | 7 エリアモニタ | 8 ホールボディカウンタ | | |
| 9 バイオアッセイ法 | 10 ^3H 計数管 | 11 体表スミア | 12 鼻スミア | |
| 13 耳スミア | | | | |

< II の E～I の解答群 >

- | | | | |
|---------------|--------------------|-----------|----------|
| 1 中性洗剤 | 2 生理食塩水 | 3 過酸化水素水 | 4 数時間 |
| 5 数日間 | 6 数ヶ月 | 7 1年間 | 8 特性 X 線 |
| 9 制動 X 線 | 10 γ 線 | 11 オージェ電子 | 12 消滅放射線 |
| 13 液体シンチレーション | 14 ZnS(Ag)シンチレーション | 15 GM 計数管 | |