

原子力・放射線部門

技 術 士 模 擬 試 験 問 題

第 二 次 試 験

「必 須 科 目」

Ⅱ（択一式）

平成 16 年 3 月

第二次試験必須科目（択一式問題）

（必須科目の記述問題、選択科目Ⅱ－２と合わせて４時間）

次の２０問題から１５問題を選び解答せよ。（解答欄に１つだけ記載すること。）

Ⅱ－１ 次の文章は 1975 年発行のある原子力ハンドブックの“はじめに”から採った文章である。

「原子力の技術は(ア)技術であり、原子力の(イ)はすなわち(ウ)の(イ)である。技術と経済をいかに人間社会の真の進歩と繁栄に奉仕させるかが今日の課題となっている中で、原子力こそはこの問題に正面から立ち向かうことを要求されて生まれ、そして育ちつつある(エ)であるといえよう。原子力発電の体系はまさにその典型であり、その計画、設置、運転の総ての段階で(オ)が論じられ、その研究、開発、設計の重点がつねに安全の問題におかれていることはこれを物語っている。」

上記記述中の(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)、(オ)に記入する字句として正しいものの組み合わせは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
①	安全性の	安全	放射線	唯一の産業	安全性
②	複合	成立性	最適化技術	科学技術	放射線問題
③	高度な	工学	放射線	科学技術	パブリック アクセプタンス
④	安全性の	経済	安全性	唯一の産業	安全性
⑤	パブリック アクセプタンスの	安全	放射線	科学技術	パブリック アクセプタンス

Ⅱ－２ 発電用原子炉施設の設計に関する下記の文章のなかで正しくないものはどれか。

- ① 安全機能の重要度分類（クラス 1， 2， 3）は、安全設計審査指針に定める各指針の具体的な適用に当たって安全上の重要度の目安を与えるものであるが、動的機器のみならず静的機器についても分類されている。
- ② 耐震設計上の重要度分類である耐震クラス A（A s クラスと呼称するものを含む）、B、C では、波及的破損が生じる可能性のあるときは耐震クラス C であっても設計用最強地震に対する評価が必要とされている。

- ③ 構造設計上の分類として、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」では第1種から第5種の種別が定義されているが、第2種は容器のみで配管は含まれていない。
- ④ 第1種容器の構造の基準に記載されている材料の設計応力強さと第3種容器の必要板厚の算出等に用いられる材料の許容引張り応力とは、同一の材料であれば同じ値となる。
- ⑤ 「電気工作物の溶接に関する技術基準」に定める第1種から第3種の容器は、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」に定める第1種から第3種の容器と基本的には同一の定義である。

II-3 原子炉システムの炉心設計における炉心の核的性能（公称値）評価は、各種「原子炉の理論」に基づいた特性解析手法で行われる。その評価を行うための解析に際しての以下の考え方の中で妥当なものを選べ。

- ① 炉心設計における炉心の核的性能評価では、極力最高性能を示す結果を与える解析手法を採用するのが通常である。
- ② 炉心設計における炉心の核的性能評価では、極力最低性能を示す結果を与える解析手法を採用するのが通常である。
- ③ 炉心設計における炉心の核的性能評価では、極力現実的な結果（実験値に近い値）を与えると考える手法を採用するのが通常である。
- ④ 理論的に最も厳密な手法を選べば、それが最も正しいはずであり、そのような手法を採用するのが通常である。
- ⑤ 実験データとの一致が良い結果を与えるように、ある種の内蔵定数データを調整設定した手法を採用するのが通常である。

II-4 発電用軽水型原子炉施設の安全評価においては、想定された事故事象が生じた場合、炉心の溶融あるいは著しい損傷のおそれがなく、かつ、事象の過程において他の異常状態の原因となるような2次的損傷が生じなく、さらに放射性物質の放散に対する障壁の設計が妥当であることを確認しなければならない。このことを判断する基準のうち正しくないものはどれか。

- ① 炉心は著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却が可能であること。
- ② 燃料エンタルピは制限値を超えないこと。
- ③ 原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、最高使用圧力の1.1倍以下であること。
- ④ 原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力は、最高使用圧力以下であること。
- ⑤ 周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと。

Ⅱ－５ 次の各項目のうち誤りを選べ。

- ① 原子炉を起動する際には、中性子源が必要である。
- ② 最大の反応度値を持つ制御棒を炉心から引き抜くと原子炉は臨界になる。
- ③ 原子炉を起動した後、原子炉が臨界状態に到達しているかどうかは、中性子源を炉心から取り出しても中性子出力が一定値を保つことで確認できる。
- ④ 原子炉の臨界状態は、原子炉が高出力であれば安定であるが、零出力では不安定で制御棒等の原子炉制御装置で調整する必要がある。
- ⑤ 制御棒の反応度効果は、炉心状況によって影響を受け、変化する。

Ⅱ－６ システムの信頼性を向上するために冗長性をもたせたシステム設計が行われている。2 out of 3 方式の場合、単一要素の故障率を P としたとき、システム全体の故障率は下記のいずれか。

- ① $2P^3$ 、② $3P^2$ 、③ $3P^2(1-P)$ 、④ $3P^2-2P^3$ 、⑤ $4P^3-2P^2$

Ⅱ－７ 供用期間中の原子炉構造材の照射損傷に関する次の記述のうち誤っているものを選べ。

- ① 高速中性子は、結晶格子から原子を弾き出して空孔と格子間原子のペアを生成する。
- ② 中性子との核反応で生成するヘリウムは、結晶粒界に蓄積してヘリウム脆化をおこす。
- ③ 原子弾き出し損傷 (dpa) は、中性子のエネルギーが高いほど起きやすい。
- ④ 一般に中性子照射損傷を受けた原子炉構造材は、硬くなるとともに脆くなる。
- ⑤ 原子炉構造材の照射損傷は中性子特有の現象であり、ガンマ線では起こらない。

Ⅱ－８ 供用期間中検査に関する次の記述のうち正しいものを選べ。

- ① 供用期間中検査のことを略して IST と呼ぶ。
- ② 全ての溶接線について検査を行うことが必要である。
- ③ 遠隔テレビカメラにより目視検査が実施される場合もある。
- ④ 超音波探傷試験は水中では利用できない。
- ⑤ 傷が発見された場合には直ちに交換を行う。

Ⅱ－９ ウラン及びトリウムに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 同位体比の最も大きな核種は、それぞれ、 ^{238}U 及び ^{232}Th である。
- ② UO_2 と ThO_2 とは全率固溶する。
- ③ 蛍石型の結晶構造をもつ UO_2 及び ThO_2 の自己拡散において、イオン半径のより小さな重元素（ Th 及び U ）イオンの拡散係数が酸素イオンの拡散係数より大きい。
- ④ ウランの硝酸溶液は U(VI) 特有の黄色を示すが、トリウムの硝酸溶液は無色である。
- ⑤ 同じ重さ・性状のウランまたはトリウムからの γ 線を1mの距離で測定するとき、ウランの線量率はトリウムの線量率より小さい。

Ⅱ－10 次の再処理施設に関する説明の中で、誤っているものを次の中から選べ。

- ① 再処理施設の溶媒抽出工程では、供給する溶媒や逆抽出液などの試薬の流量が異常に減少すると工程内のPu濃度が上昇して臨界に至る可能性が生じるので、臨界管理上これら試薬の、供給流量の管理が重要である。
- ② 再処理施設における溶液の蒸発濃縮工程では、爆発防止対策として、蒸発缶内への有機溶媒の流入を防ぐこと及び加熱媒体の温度を一定温度以下に制限することなどの措置が施されている。
- ③ わが国の再処理施設では、回収した硝酸Pu溶液は硝酸U溶液と混合し、マイクロ波を利用した直接加熱脱硝法により、U・Pu混合酸化物(MOX)粉末を製造している。
- ④ 再処理施設で用いられるオーステナイト系ステンレス鋼は、溶接により加熱されるとクロム欠乏層が形成されて腐食が早まる効果があるので、炭素濃度の低い材料を用いるようにしている。
- ⑤ 再処理施設における臨界事故では、爆発的な破壊力により機器や構造物が破損して放射性物質が放出される可能性が高いため、臨界事故の可能性のある場所はその破壊力に耐えられる構造とすることが要求されている。

Ⅱ－11 核燃料物質に関する説明の中で、誤っているものを次の中から選べ。

- ① 使用済燃料の取扱い施設の臨界安全設計・管理において、燃料の燃焼に伴う反応度の低下を考慮することを燃焼度クレジットという。

- ② ^{235}U 水溶液の最小臨界濃度は、 ^{239}Pu 水溶液の最小臨界濃度に対しておよそ 1.6 倍である。
- ③ プルトニウムを大量に取り扱う場合、 γ 線に加えて中性子線の遮蔽対策が重要であり、中性子線は透過力が強いため、鉛、鉄等の厚い層が要求される。
- ④ 不明物質量 (MUF) は、すべての分かっている核燃料物質の移動や損耗を計上して確定した量に基づく帳簿在庫と核燃料物質の実在庫量との在庫差であり、正、負あるいは 0 の値となる。不明物質量が正の値であってもそれだけで軍事目的への転用があったと結論されるわけではない。
- ⑤ MOX 燃料は、燃料加工工場からの輸送において、通常 B 型核分裂性輸送物として輸送される。

II - 1 2 放射性廃棄物処分に関する記述のうちで、正しいものを次の中から選べ。

- ① ウラン廃棄物処分の特徴の一つは段階的管理が極めて容易なことである。
- ② 我が国において、クリアランスレベルは既に法制化され、放射性廃棄物のクリアランスは実施されている。
- ③ TRU 廃棄物の処分評価上、重要となる核種は TRU 核種のみである。
- ④ 我が国に人工構築物を設置しない処分概念は存在しない。
- ⑤ 我が国における高レベル放射性廃棄物処分の人工バリアは、ガラス固化体、オーバーパック、緩衝材などである。

II - 1 3 γ 線は電荷を持たないため、直接物質中の原子を電離することはないが、(ア)、(イ)、(ウ)のいずれかの過程を通じて 2 次電子を作り、この電子が電離を起こす。(ア)では γ 線のほとんど全てのエネルギーが軌道電子に与えられる。(イ)では γ 線と軌道電子との弾性衝突により、 γ 線のエネルギーの一部が与えられる。(ウ)では γ 線が原子核の作る強い電場の中で消滅し、その時に電子と陽電子を作る。

上記記述中の(ア)(イ)(ウ)に記入する字句として正しいものの組み合わせは次のうちのどれか。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|---------|---------|---------|
| ① | コンプトン効果 | 光電効果 | 電子対生成 |
| ② | コンプトン効果 | 電子対生成 | 光電効果 |
| ③ | 光電効果 | 電子対生成 | コンプトン効果 |
| ④ | 光電効果 | コンプトン効果 | 電子対生成 |
| ⑤ | 電子対生成 | 光電効果 | コンプトン効果 |

II-14 1 MeV, 2 MeV, 4 MeV の陽子線の空気中での飛程を、それぞれ 2.3 cm, 7.0 cm, 23.0 cm とすると、4 MeV の α 線の空気中での飛程は次のうちどれか。

- ① 2.3 cm, ② 4.6 cm, ③ 7.0 cm, ④ 9.2 cm, ⑤ 23.0 cm

II-15 体積 V (cm^3) の電離箱 (中の気体は空気) で γ 場の線量率を測定したら流れる電流は i (A) であった。空気の吸収線量率 d (Gy) は以下のようにして求めることができる。素電荷を e (C) とすると 1 時間当たりには生じるイオン対の数は、(ア) で与えられる。空気の (イ) を u (eV) とすると空気に与えられるエネルギーは毎時 (ウ) (eV) であるので、空気の密度を y (g/cm^3) とすると、空気の吸収線量率 d は (エ) (Gy/h) で与えられる。

上記記述中の (ア) (イ) (ウ) (エ) に記入する字句として正しいものの組み合わせは次のうちのどれか。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|---|-----------------------------|------------|-------------------------------------|--|
| ① | $\frac{i}{e}$ 、 | 電離エネルギー、 | $\frac{i}{e} \cdot u$ 、 | $10^3 \times \frac{i}{e} \cdot u \cdot \frac{1}{V \cdot y}$ |
| ② | $3600 \times \frac{i}{e}$ 、 | 電離エネルギー、 | $3600 \times \frac{i}{e} \cdot u$ 、 | $3.6 \times 10^3 \times i \cdot u \cdot \frac{1}{V \cdot y}$ |
| ③ | $3600 \times \frac{i}{e}$ 、 | 平均電離エネルギー、 | $3600 \times \frac{i}{e} \cdot u$ 、 | $3.6 \times 10^6 \times i \cdot u \cdot V \cdot y$ |
| ④ | $\frac{i}{e}$ 、 | 平均電離エネルギー、 | $\frac{i}{e} \cdot u$ 、 | $10^3 \times \frac{i}{e} \cdot u \cdot V \cdot y$ |
| ⑤ | $3600 \times \frac{i}{e}$ 、 | 平均電離エネルギー、 | $3600 \times \frac{i}{e} \cdot u$ 、 | $3.6 \times 10^6 \times i \cdot u \cdot \frac{1}{V \cdot y}$ |

II-16 放射線の物理的特性を利用した RI 電池は、一般に次のような特徴がある。正しいのはどれか。

- ① 大きい電流を得るため、比較的半減期の短い RI が利用される。
 ② γ 線を放出する RI が利用される。
 ③ β 線を放出する RI は利用できない。
 ④ 放射線を熱エネルギーに変換して利用する。
 ⑤ 宇宙などで利用されることはない。

II-17 放射線影響・障害について記述した以下の文章のうち不適切なものはどこか。

- ① がん、遺伝的影響は確率的影響である。
- ② 放射線影響は、きわめて多量の放射線を受けた場合を除き、被ばくしてから影響が現れるまでに潜伏期間が存在するのが特徴である。
- ③ 被ばくしてから、数週間以内に現れる影響が早期影響であり、急性放射線皮膚障害は早期影響に分類される。
- ④ 確率的影響とは、しきい線量が存在しないと仮定されている影響で、被ばく線量の増加とともに発生確率と重篤度が増加すると考えられている。
- ⑤ 確定的影響は、しきい線量が存在すると考えられている影響であり、しきい線量を超えた場合、線量の増加とともに重篤度も増加する。

II-18 ICRP（国際放射線防護委員会）の1990年勧告に示された放射線荷重係数に関して誤った記述を1つ選択せよ。

- ① 体外線源について放射線荷重係数のすべての数値は身体に入射する放射線に対して定義されている。したがって、身体内部で発生する二次放射線については、線量評価上、あえて考慮する必要はない。
- ② 体内線源について放射線荷重係数のすべての数値はそのまま適用できない。
- ③ 光子に関する放射線荷重係数は全エネルギーに対して1である。
- ④ 高LET放射線の確率的影響に関する生物学的効果比RBE_Mは放射線荷重係数を求めるための基礎情報として考慮されている。
- ⑤ 中性子に関する放射線荷重係数はエネルギー依存性がある。

II-19 次の核種に関する記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① ^3H 、 ^{14}C 、 ^{238}U は天然放射性核種であり、それらは半減期の短い順に並んでいる。
- ② ^{252}Cf は自発核分裂物質で中性子放出を伴う。
- ③ ^3H 、 ^{14}C 、 ^{35}S などのβ線エネルギーの小さい核種の測定には、液体シンチレーションカウンタ測定法が有効である。
- ④ 自然界に存在するラドン及びその子孫核種を吸入することによる1年間の被ばく線量（実効線量）は、体内に存在する ^{40}K からの被ばくよりも一般に小さいとされている。
- ⑤ ^{192}Ir は半減期は約74日と短い、遮蔽も ^{60}Co に比べて容易であり、ラジオグラフィ用線源として良く用いられる。

Ⅱ－２０ 次の記述のうち、法規制上、放射線管理区域からみだりに持ち出してはならないものの組合せはどれか。次の①～⑤の中から選べ。

(ア) 鉄 55 のみによって汚染された物であって、その表面の放射性同位元素の密度が 3 ベクレル毎平方センチメートルであるもの。

(イ) コバルト 60 とセシウム 137 によって汚染された物であって、コバルト 60 の表面汚染密度が 2 ベクレル毎平方センチメートル、セシウム 137 の表面汚染密度が 1 ベクレル毎平方センチメートルであるもの。

(ウ) 天然ウランのみによって汚染された物であって、表面汚染密度が 3 ベクレル毎平方センチメートルであるもの。

(エ) アメリシウム 241 のみによって汚染された物であって、表面汚染密度が 3 ベクレル毎平方センチメートルであるもの。

① (ア) (イ) ② (ア) (ウ) ③ (イ) (ウ) ④ (イ) (エ)

⑤ (ウ) (エ)

以上