

第1次試験地	受験番号	氏名

2020年度

原子力規制庁原子力工学系職員採用試験問題

専門試験（記述式）

受験心得

1. 指示があるまでは開いてはいけません。
2. 問題は全部で5題ありますが、次の要領で解答してください。
 - (ア) 【No.1】は必ず解答してください。
 - (イ) 【No.2】～【No.5】のうち1題を選択し、解答してください。
 - (ウ) 以上、計2題について解答してください。なお、(イ)の選択解答問題について採点すべき答案が明らかでない場合は採点を行いませんので注意してください。
3. 解答時間は1時間です。
4. 答案用紙の記入について
 - (ア) 答案は濃くはっきりと書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるよう訂正してください。
 - (イ) 答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
 - (ウ) 答案用紙は問題によって使用するものが異なりますので注意してください。
 - (エ) 試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙には解答と関係のない事項を記載しないでください。
5. 誤って問題集を破損しても、問題集の交換はできませんので注意してください。
6. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
7. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。
なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、問題を転記したりしないでください。

※途中で退室する場合、本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを・・・希望しない

(必須解答問題 必ず解答してください。)

【No.1】 実用発電用原子炉に係る新規制基準について、深層防護の観点から重大事故等対策の要求内容の概要を、以下の用語を全て使用して説明せよ。ただし、同じ用語を複数回用いてもよい。(300字程度を目安)

(設計基準対象施設、重大事故に至るおそれがある事故、重大事故、格納容器破損、発生防止、拡大防止、放射性物質の拡散抑制)

(選択解答問題 【No.2】～【No.5】のうち1題を選択し、解答してください。)

【No.2】 以下の式で表される遅発中性子先行核1群近似の一点炉動特性方程式を考える。なお、 n は中性子数、 ρ は反応度、 β は遅発中性子割合、 Λ は中性子世代時間、 λ は遅発中性子先行核の崩壊定数、 C は遅発中性子先行核濃度である。

$$\frac{dn(t)}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta}{\Lambda} n(t) + \lambda C(t) \quad \text{①}$$

$$\frac{dC(t)}{dt} = \frac{\beta}{\Lambda} n(t) - \lambda C(t) \quad \text{②}$$

- (1) 式①及び②において遅発中性子先行核を1群として近似しているが、一般的には遅発中性子先行核を6群に近似して取り扱う。このように複数の群で取り扱う理由について、遅発中性子先行核を説明した上で端的に述べよ。

以下では、 $t = 0$ まで臨界状態であり、 $t = 0$ で瞬時に $\rho(t) = \rho_0 (\neq 0, \text{一定})$ のステップ状の反応度が加えられた場合を考える。

- (2) 反応度が加えられる直前の $t = 0$ のときについて考える。 $n(0) = n_0$ であるとき、 $C(0)$ を n_0 を用いて表せ。
- (3) 式①及び②の解を、パラメータ s を用いて以下のとおり表せると仮定したとき、パラメータ s に関する特性方程式を ρ_0 、 β 、 Λ 及び λ を用いて表せ。

$$n(t) = n e^{st}$$

$$C(t) = C e^{st}$$

- (4) (3)の特性方程式を解くことで、2つの根 s_1 及び s_2 が求まることから、 $n(t)$ 及び $C(t)$ の一般解は以下のとおり表される。

$$n(t) = n_1 e^{s_1 t} + n_2 e^{s_2 t}$$

$$C(t) = C_1 e^{s_1 t} + C_2 e^{s_2 t}$$

Λ が小さいことを踏まえ、 $(\beta - \rho_0 + \lambda\Lambda)^2 \gg 4\lambda\Lambda\rho_0$ 及び $\beta - \rho_0 \gg \lambda\Lambda$ であると近似できるとしたとき、 $n(t)$ が以下のとおり近似的に表されることを示せ。

$$n(t) = n_1 e^{\frac{\lambda\rho_0}{\beta - \rho_0} t} + n_2 e^{-\frac{\beta - \rho_0}{\Lambda} t}$$

- (5) 以下では、(4)の $n(t)$ に関する近似式に基づいて、正の反応度投入事象につ

いて記述している。[ア]～[エ]に当てはまる語句を答えよ。

正の反応度が投入された場合、中性子数 n は投入直後の n_0 から瞬時に変化する。この急変を[ア]と呼ぶ。その後、十分に時間が経った後の中性子数は指数的に変化する。このゆっくりと指数関数的に変化する挙動の時定数のことを[イ]と呼ぶ。

具体的な原子炉の状態として、 $\beta = 0.0075$ 、 $\Lambda = 0.001$ (s)、 $\lambda = 0.08$ (s⁻¹) と考える。この原子炉に $\rho_0 = 0.0025$ である正のステップ状の反応度が投入されたとき、中性子数の挙動は、反応度投入直後から現れる右辺第 2 項が約[ウ]秒のごく短い時間で減衰する。その後は、右辺第 1 項が支配的となり、約[エ]秒の時定数で指数関数的に増加していく。

【No.3】 令和2年4月から新たな原子力規制検査（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号）第61条の2の2第1項の規定による原子力規制検査）が始まった。実用発電用原子炉施設の場合の原子力規制検査における監視業務の概略フローを下図に示す。この図にある検査指摘事項の重要度評価の概要を以下の用語を全て使用して説明せよ。ただし、同じ用語を複数回用いてもよい。（200字程度を目安）

（監視領域、追加検査、リスク情報の活用、定量的な情報、4段階（緑・白・黄・赤））

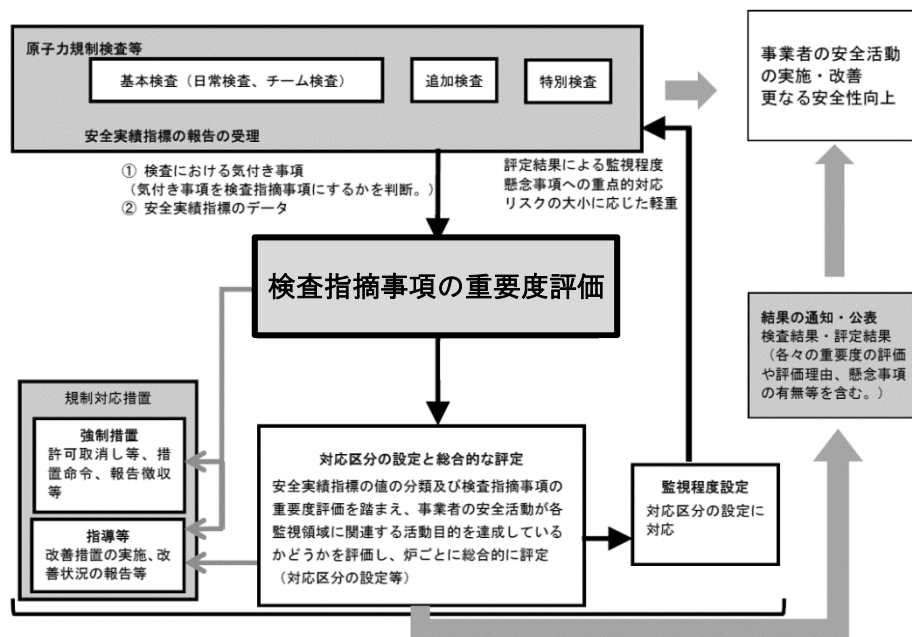


図. 原子力規制検査における監視業務の概略フロー
（実用発電用原子炉施設の場合）

【No.4】 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故を教訓として見直された我が国の原子力施設に対する規制体系においては、原子力施設の種別に応じて、深層防護の考え方に基づき求める対策の程度を設定している。実用発電用原子炉施設においては重大事故等対策を追加で求めているが、それ以外の原子力施設における事故対策の要求について、以下の3つの問いに答えよ。

- (1) 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律で規定している原子力施設の種類を全て挙げよ。
- (2) 上記法律で要求している事故対策の種類と各事故対策の適用範囲（当該事故対策が求められる原子力施設の範囲）について500字以内で記述せよ。
- (3) 上記（2）のように適用範囲を設定している考え方について、上記法律の目的に照らして200字以内で記述せよ。

【No.5】 原子力施設や放射性物質・放射線取扱施設の遮へい設計においては、線源となるものを特定し、そこから発せられる放射線を効率よく遮へいすることが必要となる。以下の代表的な施設の中から2つを選び、施設の特徴に応じた具体的な線源となるものを挙げるとともに、それらから発せられる放射線の遮へいの方策について、各々説明せよ。

（原子炉施設、使用済燃料再処理施設、放射性物質・放射線取扱施設、核融合炉施設、加速器施設）

