

第1次試験地	受験番号	氏名

2021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

(空白)

(空白)

(必須解答問題 必ず解答してください。)

【No.1】 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則では、重大事故等対処設備として、常設設備のほか可搬型設備の要求がある。可搬型設備が要求されている理由を常設設備との比較により説明せよ。ただし、以下の言葉をすべて用いること。(300字以内)

重大事故対策	常設設備	可搬型設備	設計上の想定
想定を超えた事象	柔軟性	作業環境	選択肢
困難	接続場所	耐震上の優れた特性	

(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】 実用発電用原子炉に係る新規制基準において、「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い機能を有するものは、当該系統を構成する機器又は器具の単一故障が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるように、当該系統を構成する機器又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものでなければならない。」としている。ここで、「単一故障」とは、単一の原因によって一つの機器又は器具が所定の安全機能を失うことをいい、従属要因による多重故障も含む。

上記を踏まえ、以下の(1)及び(2)の炉心への注水機能について、ポンプ及び非常用ディーゼル発電機に着目し上記の規制要求を満足しているか、理由を含めて説明せよ。(それぞれ100字程度)

(1) 2つのポンプに一つの非常用ディーゼル発電機が接続され、電力を供給している系統(図1)

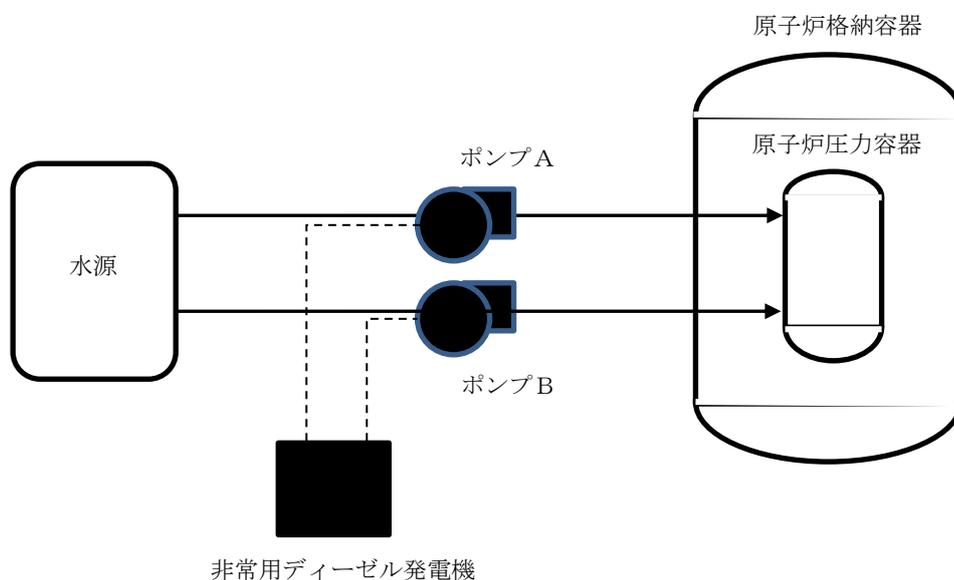


図1

(2) 2つのポンプの各々に非常用ディーゼル発電機が接続され、電力を供給している系統(図2)

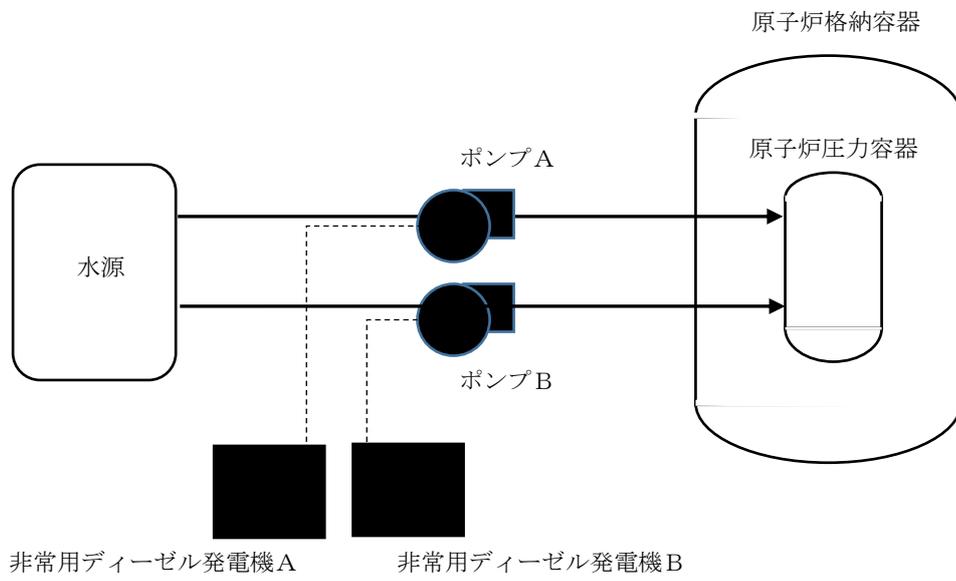


図 2

【No.3】 核分裂生成物である  $^{135}\text{Xe}$  及び  $^{149}\text{Sm}$  は熱中性子に対して大きな吸収断面積を有することから、これらの核種の生成及び消滅は原子炉の反応度に大きく影響する。

一点炉の原子炉が  $t = 0$  において、突然定常状態の中性子束  $\phi_0$  [個/cm<sup>2</sup>/s] になったとする。この時刻以前には原子炉は停止状態であり、核分裂生成物の濃度はゼロであったとする。このとき、以下の問いに答えよ。

ただし、 $X(t)$ 、 $X_\infty$ 、 $\lambda_X$ 、 $\gamma_X$  及び  $\sigma_X$  を、各々  $^{135}\text{Xe}$  に対する濃度 [個/cm<sup>3</sup>] の時間変化、平衡濃度 [個/cm<sup>3</sup>]、崩壊定数 [1/s]、核分裂収率及び微視的吸収断面積 [cm<sup>2</sup>] とする。また、 $I(t)$ 、 $I_\infty$ 、 $\lambda_I$  及び  $\gamma_I$  を、各々  $^{135}\text{I}$  に対する濃度 [個/cm<sup>3</sup>] の時間変化、平衡濃度 [個/cm<sup>3</sup>]、崩壊定数 [1/s] 及び核分裂収率とする。また、 $S(t)$ 、 $S_\infty$  及び  $\sigma_S$  を、各々  $^{149}\text{Sm}$  に対する濃度 [個/cm<sup>3</sup>] の時間変化、平衡濃度 [個/cm<sup>3</sup>] 及び微視的吸収断面積 [cm<sup>2</sup>] とする。また、 $P(t)$ 、 $P_\infty$ 、 $\lambda_P$  及び  $\gamma_P$  を、各々  $^{149}\text{Pm}$  に対する濃度 [個/cm<sup>3</sup>] の時間変化、平衡濃度 [個/cm<sup>3</sup>]、崩壊定数 [1/s] 及び核分裂収率とする。さらに、巨視的核分裂断面積 [1/cm] を  $\Sigma_f$  とする。

- (1)  $^{135}\text{Xe}$  は  $^{135}\text{I}$  を含む以下の簡略化されたチェーンに従うものとする。
- $^{135}\text{I}$  は核分裂から直接生成するが、放射性崩壊により消滅し、全て  $^{135}\text{Xe}$  に壊変する。
  - $^{135}\text{Xe}$  は核分裂と  $^{135}\text{I}$  の放射性崩壊により生成するが、放射性崩壊と中性子吸収により消滅する。

このとき、 $^{135}\text{Xe}$  と  $^{135}\text{I}$  の濃度の時間変化に従う燃焼方程式を示すとともに、これを解いて  $^{135}\text{Xe}$  と  $^{135}\text{I}$  の濃度の時間変化を求めよ。また、十分に時間が経過した後の  $^{135}\text{Xe}$  と  $^{135}\text{I}$  の平衡濃度を求めよ。

- (2)  $^{149}\text{Sm}$  は  $^{149}\text{Pm}$  を含む以下の簡略化されたチェーンに従うものとする。
- $^{149}\text{Pm}$  は核分裂から直接生成するが、放射性崩壊により消滅し、全て  $^{149}\text{Sm}$  に壊変する。
  - $^{149}\text{Sm}$  は  $^{149}\text{Pm}$  の放射性崩壊により生成するが、中性子吸収により消滅する。

このとき、 $^{149}\text{Sm}$  と  $^{149}\text{Pm}$  の濃度の時間変化に従う燃焼方程式を示せ。また、十分に時間が経過した後の  $^{149}\text{Sm}$  と  $^{149}\text{Pm}$  の平衡濃度を求めよ。

- (3) 十分に長い期間の運転によって  $^{135}\text{Xe}$ 、 $^{135}\text{I}$ 、 $^{149}\text{Sm}$  及び  $^{149}\text{Pm}$  のいずれもが平衡濃度に達したのち、原子炉が突然停止したものとする。停止後の  $^{135}\text{Xe}$  及び  $^{149}\text{Sm}$  の濃度の時間変化を、以下の回答例を参考に、理由と併せて定性

的に説明せよ。なお、 $^{135}\text{Xe}$  の崩壊定数は  $^{135}\text{I}$  の崩壊定数よりも小さく、 $^{149}\text{Sm}$  の放射性崩壊は無視できるものとする。

$^{135}\text{I}$  に対する回答例：

原子炉停止後は核分裂による生成が無くなり、放射性崩壊による消滅が継続する。このことから、濃度は単調に減少する。

【No.4】 加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則及びその解釈における設計基準事故及び重大事故に関する規定について、以下の3つの問いに答えよ。

- (1) 加工施設で想定すべき設計基準事故及び重大事故として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈で例示されている事例をそれぞれ2つ挙げよ。
- (2) 設計基準事故と重大事故の関係を150字以内で記述せよ。
- (3) 加工施設における重大事故に関する対策の要求は、加工施設の特徴によって程度が異なるが、区別している施設の特徴と要求の違いについて、相違している具体的な要求事項を含めて300字以内で記述せよ。

【No.5】 以下の問いに答えよ。

- (1) 国際放射線防護委員会（ICRP）が勧告している放射線防護に関する3つの基本原則を記述するとともに、それぞれの考え方を簡潔に説明せよ。
- (2) 遺伝的影響の発生率の推定方法には、直接法と間接法がある。それぞれの方法を簡潔に説明せよ。
- (3) 以下の用語について、簡潔に説明せよ。
  - A バイスタンダー効果
  - B 放射線ホルミシス効果
  - C スミア法

(空白)

(空白)

