

令和6年度技術士第二次試験問題[原子力・放射線部門]

二次必須

①

20 原子力・放射線部門【必須科目Ⅰ】

Ⅰ 次の2問題（Ⅰ－1，Ⅰ－2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅰ－1 国連気候変動枠組条約第28回締約国会議（COP28）では原子力の役割に改めて注目が向けられ，その有効性が決定文書に明記されるとともに，世界全体の原子力発電容量を増やしていこうという共同宣言も発表された。一方，日本国内に目を向けると，新たな発電用原子炉建設の機運は必ずしも十分高まっておらず，既存の原子炉を有効活用することが重要である。この現状を踏まえ，次の問いに答えよ。

- （1）日本において火力発電を脱炭素電源で置換することを目指すときに解決すべき電力需給に関する技術的な課題を3つ抽出し，それぞれの課題を明記したうえで多様な観点から検討して，その内容を具体的に示せ。
- （2）前問（1）で抽出した課題のうち最も重要だと考える課題を1つ挙げ，その課題に対する既存の原子炉を用いた解決策を複数考案し，技術部門の専門技術用語を交えて示せ。
- （3）前問（2）で示した解決策に関連して新たに浮かび上がってくる将来的な懸念事項とそれへの対策について，技術的な検討を踏まえた考えを示せ。
- （4）前問（1）～（3）の業務遂行において必要な要件を，技術者としての倫理，社会の持続可能性の観点から題意に即して述べよ。

I－2 我が国では、発電用原子炉や大規模放射線発生施設などの多くの施設の廃止措置が今後進められることになっている。しかし、本格的に施設の解体が行われた事例は少なく、技術や知識の蓄積が十分ではない。このような状況において、廃止措置の作業従事者の安全と健康の確保を最優先に行い、放射線被ばく線量及び放射性廃棄物の発生量の低減に努め、保安及び環境保全のために必要な機能を維持管理しつつ廃止措置の作業を着実に進めることが重要となっている。

上記の状況を踏まえて以下の問いに答えよ。

- (1) 原子力施設の廃止措置の作業管理を担当する技術者としての立場で多面的な観点から3つの課題を抽出し、それぞれの観点を明記したうえで、その課題の内容を示せ。
- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を、技術部門の専門技術用語を交えて示せ。
- (3) 前問(2)で示したすべての解決策を実行して生じる波及効果と専門技術を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。
- (4) 前問(1)～(3)の業務遂行に当たり、技術者としての倫理、社会の持続可能性の観点から必要となる要件・留意点を題意に即して述べよ。

二次選択・原子炉

令和6年度技術士第二次試験問題〔原子力・放射線部門〕

20－1 原子炉システム・施設【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ－1，Ⅱ－2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ－1 次の4設問（Ⅱ－1－1～Ⅱ－1－4）のうち1設問を選び解答せよ。（緑色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙1枚にまとめよ。）

Ⅱ－1－1 長期的な環境や資源の持続性に配慮した革新的な原子炉の中から，軽水冷却炉以外のものを2つ取り挙げて，原子炉の基本的な構成要素の違い，及びそれぞれの特徴や利点を多様な視点から説明せよ。

Ⅱ－1－2 原子力施設の安全確保の基本思想は「深層防護」であるが，この思想に基づく安全対策を具体的に述べよ。

Ⅱ－1－3 配管内に突き出した円柱状構造物や蒸気発生器内の伝熱管など，原子炉システムにおいて流力振動による損傷事例が複数報告されている。このような流力振動とその防止に関してメカニズムを含む損傷現象の概要と設計に当たって考慮すべき留意点について述べよ。

Ⅱ－1－4 運転状態に対応した運転上の制限の逸脱（LCO逸脱）について，規制要求内容及び運用に関する概要を述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 東京電力柏崎刈羽原子力発電所での事例にもあるように，原子力施設の核セキュリティが近年改めて注目されている。核物質防護を含む核セキュリティの重要性を踏まえ，その対策について原子力発電所の施設設計あるいは運用にかかる核セキュリティ担当者として業務を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- （１）核セキュリティ上の対策を立てるうえで，調査・検討すべき対象事象（防止する事象）とそれらの重要性，内容を説明せよ。
- （２）原子力発電所の施設設計や運営管理上の主要な防止方策を２つ挙げて，業務を進めるうえでの手順，留意・工夫を要する点を述べよ。
- （３）前述の防止方策をプラント設計や施設の運営管理に適用するうえで調整が必要となる関係者を列記し，設計や運用などの業務を効率的，効果的に進めるための関係者との連携・調整について述べよ。

Ⅱ－２－２ 新型軽水炉の開発で従事者の被ばくを合理的な範囲で可能な限り低減することが求められる。あなたが新型軽水炉開発における従事者の被ばく低減の担当責任者に選ばれた場合，下記の内容に答えよ。

- （１）新型軽水炉の被ばく低減戦略を立案するために調査，検討すべき事項とその内容を幅広く述べよ。
- （２）被ばく低減の目標を達成するための開発手順を設計から点検・保守作業全般にわたって示し，それぞれの段階で留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- （３）被ばく低減策を実現するための開発を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

20-1 原子炉システム・施設【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（赤色の答案用紙に解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ-1 原子力施設の安全対策は東日本大震災の経験を踏まえて大幅に強化されてきたが，令和6年能登半島地震は外的事象に関する経験からさらに学び続ける必要性を示している。人と環境を放射線のリスクから効果的に保護するためには，原子力発電所内の活動に加えて，原子力災害対策を含む発電所外の活動や，発電所内外の連携にも配慮することが重要である。このような状況を考慮して，以下の問いに答えよ。

- （1）能登半島地震の経験を踏まえた安全性向上のための教訓を，取り組むべき主体や対策の実施場所の違いを考慮しながら3つ抽出し，その違いを明記したうえで，専門技術用語を交えて具体的に示せ。
- （2）自身の技術的専門性や職務経験を踏まえて，前問（1）で抽出された教訓の中から1つを選び，その教訓を反映する複数の方法を多様な視点で検討し，専門技術用語を交えて具体的に示せ。
- （3）前問（2）で示した具体策を実行したとしても残るリスクを，安全面に限らず幅広く検討し，その対応策を示せ。

Ⅲ-2 既存軽水炉プラントの寿命延長と令和7年6月に施行される改正法に基づく「高経年化した発電用原子炉に関する安全規制」への対応について，運転期間30年を超える軽水炉プラントを，40年を超えてさらに継続運転する準備を行う技術者として，以下の問いに答えよ。ここで言う準備は規制対応としての申請だけに限らず，プラント側の長期運転への対応を含めてよい。

- （1）高経年化にかかる新しい安全規制のこれまでの規制制度との主要な変更点（制度，技術のいずれの観点も可）を挙げて，それらに対応するうえでの課題を2つ抽出し，その内容を示せ。
- （2）前問（1）で挙げた課題の中から最も重要と考える課題を挙げて，これを最も重要とした理由を述べるとともに，2つ以上の課題解決策を示せ。
- （3）前問（2）で示した課題解決策を講じて，新たに生じ得るリスクあるいは将来的な懸念事項を示し，それへの対策について示せ。

二次選択・サイクル

令和6年度技術士第二次試験問題〔原子力・放射線部門〕

20-2 核燃料サイクル及び放射性廃棄物の処理・処分【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち1設問を選び解答せよ。（緑色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙1枚にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 ウラン濃縮に六フッ化ウラン（ UF_6 ）が使用される理由及びウラン濃縮方法とその概要を述べよ。

Ⅱ-1-2 我が国の再処理技術により回収されるプルトニウムを用いる軽水炉用MOX燃料の製造プロセスについて述べよ。

Ⅱ-1-3 核燃料物質取扱施設の特徴を踏まえた安全機能を3項目取り挙げ，その内容を述べよ。

Ⅱ-1-4 核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律が求める第二種廃棄物埋設の事業では，処分方法とその処分方法で取り扱うことができる放射性廃棄物の種類（区分）が定められている。その概要及び廃棄物埋設処分の現状について述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ あなたは，核燃料物質取扱施設から発生した核燃料物質に汚染された放射性廃棄物の受入れ，処理及び保管管理を行う部署の技術責任者である。あなたが保管管理する放射性廃棄物の保管廃棄施設の貯蔵率は90%を超え，このままのペースで放射性廃棄物が発生した場合，あと10年以内には保管廃棄施設は満杯になり，核燃料物質取扱施設の操業に支障を来す恐れがある。その一方で，新たな保管廃棄施設を新增設することは困難な状況にある。核燃料物質取扱施設の操業への影響を緩和するための措置を講じるに当たって，以下の内容について記述せよ。

- （１）核燃料物質取扱施設への影響緩和策を講じるに当たり，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- （２）核燃料物質取扱施設への影響緩和策を講じるうえでの手順を列举して，それぞれの項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- （３）核燃料物質取扱施設への影響緩和策を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 原子力発電所の運転に伴い増大する使用済燃料に対処するため，新たに金属キャスクを用いた中間貯蔵施設の建設を行うこととなった。あなたが，使用済燃料貯蔵施設の設計・建設・運用を行う部署の技術責任者としてこの業務を進めるに当たり，以下の内容について記述せよ。なお，金属キャスクは，原子力発電所において使用済燃料を収納したのち，核燃料輸送物として使用済燃料貯蔵施設に事業所外運搬（海上・陸上）され，そのまま貯蔵施設として使用する前提とする。

- （１）業務を進めるに当たり，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- （２）業務を進める手順を列举して，それぞれの項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- （３）業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

20-2 核燃料サイクル及び放射性廃棄物の処理・処分【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（赤色の答案用紙に解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ-1 近年，日本においても気候変動問題への対応策として，原子力への期待が大きくなっており，原子力発電を拡大する動きがみられる。このような状況を踏まえ，核燃料サイクル及び放射性廃棄物の技術者として，以下の問いに答えよ。

- （1）原子力発電を維持・拡大するうえで核燃料サイクル及び放射性廃棄物の処理・処分の課題を，技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，その課題の内容を示せ。
- （2）前問（1）で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，これを最も重要とした理由を述べよ。その課題に対する複数の解決策を，専門技術・手法を用いて示せ。
- （3）前問（2）で示した解決策に関連して新たに浮かび上がってくる将来的な懸念事項とそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

Ⅲ-2 核燃料物質取扱施設には，施設の安全性を確保するために必要な設備や機器が数多く存在する。これらの機能を維持するためには，日常巡視や定期的な点検等を実施するだけでなく，万が一の故障等に対して代替手段を確保しておくことが重要である。このような状況を踏まえ，設備・機器の適切な機能を維持管理する技術者として，以下の問いに答えよ。

- （1）技術者としての立場で多面的な観点から3つの課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，その課題の内容を示せ。
- （2）前問（1）で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，これを最も重要とした理由を述べよ。その課題に対する複数の解決策を，専門技術・手法を用いて示せ。
- （3）前問（2）で示した解決策に関連して新たに浮かび上がってくる将来的な懸念事項とそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

二次選択・放射線

令和6年度技術士第二次試験問題〔原子力・放射線部門〕

20-3 放射線防護及び利用【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1、Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち1設問を選び解答せよ。（緑色の答案用紙に解答設問番号を明記し、答案用紙1枚にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 原子力発電所等の原子力施設の管理区域で働く作業員の被ばく線量管理に用いられている放射線業務従事者の中央登録管理制度について、その目的及び内容と課題について述べよ。

Ⅱ-1-2 国際放射線防護委員会（ICRP）では現在次期主勧告に向けた検討を進めているが、検討の課題となっている点を2つ以上示したうえで、そのうちの1つを選びその内容を述べよ。

Ⅱ-1-3 放射線輸送計算に用いるモンテカルロ法の原理を簡潔に記すとともに、その長所及び使用するに際して注意すべき点を各々2つ以上述べよ。

Ⅱ-1-4 X線を用いた放射線透過試験について、中性子を用いた場合と比較して、その特徴及び留意点を適切な被試験体の例を挙げて説明せよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 核燃料物質を非密封で取り扱うことのできる施設の管理区域であって人が常時立ち入る場所において，機器校正の目的で密封線源を使用していたところ，密封が破れて汚染を生じさせてしまった。このような場合に放射線管理の責任者として，安全確保のためにとるべき措置を記述せよ。なお，当該密封線源は放射性同位元素等規制法上の許可・届出を要しない数量のアルファ線を放出する放射性同位元素であり，薄膜で密封されていたが，薄膜を破損し汚染が生じたものとする。

- （１）調査検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- （２）評価を進める手順とその際に留意すべき点を説明せよ。
- （３）評価を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 悪性腫瘍に対する治療として外科手術や化学療法とともに放射線治療が多く行われ，種々の放射線治療装置が多くの病院に導入されつつある。その中でもX線・電子線のエネルギーが他の装置に比べて豊富であり，比較的小型で直線加速装置（高エネルギーリニアック）を内蔵している放射線治療装置を設置する場合が多い。病院において新たに上記のような比較的能量の高い最新型放射線治療装置を導入するに当たり，あなたが施設の遮蔽設計も含めた計画立案の担当者に指名されたとして以下のことについて述べよ。

- （１）計画立案に着手するに当たって施設設計上，調査検討すべき事項について述べよ。
- （２）留意すべき点，工夫を要する点を含めて業務を進める手順について述べよ。
- （３）効率的，効果的な施設設計及び装置導入を進めるに当たり，関係者との調整方法等，留意すべき事項について述べよ。

20－3 放射線防護及び利用【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ－1，Ⅲ－2）のうち1問題を選び解答せよ。（赤色の答案用紙に解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ－1 医療において放射線は広く利用されており無くてはならないものとなっている。また放射線診断は日常的に行われ，その有効性や恩恵について広く認識されている。一方，国民1人当たりの自然放射線から受ける年間の実効線量（約 2.1mSv/y ）に対して医療被ばくによる1人当たりの実効線量は現在 2.6mSv/y （原子力安全研究協会「生活環境放射線（国民線量の算定）第3版」（2020年））と推定されており自然放射線による被ばく線量を超えている。今後もX線CT検査などの利用増加が見込まれることから，放射線診断による医療被ばくの低減に向けた一層の社会システムや技術の開発が望まれる。このような状況を踏まえて以下の問いに答えよ。

- （1）放射線診断による医療被ばくの低減強化を図るうえでの課題を，技術者として多面的な観点から3つ抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，その課題の内容を示せ。
- （2）前問（1）で抽出した課題のうち重要あるいは有効性が高いと考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- （3）前問（2）で示した解決策に関連して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

Ⅲ－2 我が国ではかつては多くの試験研究炉が運用されてきたが，高経年化とともに稼働数は減少し，原子力研究開発，人材育成等を支える基盤の脆弱化が懸念される。このような中，新たな試験研究炉を設置することが政府方針として決定された。これを踏まえて研究用原子炉の中性子利用について以下の問いに答えよ。

- （1）新たな試験研究炉の設置後の利活用に関して，技術者として多面的な観点から3つの課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- （2）前問（1）で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- （3）前問（2）で示した解決策に関連して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。