

第 48 回

核燃料取扱主任者試験

核燃料物質の取扱いに関する技術

(注意) (イ) 解答用紙には、問題番号のみを付して解答すること。

(問題を写し取る必要はない。)

(ロ) 問題は全部で6問。1問題ごとに1枚の解答用紙を使用すること。

平成 28 年 3 月 15 日

第1問

(1) 加工施設の安全上重要な施設に関して、次の間に答えよ。

次の文章中の□に入る適切な語句又は数値を番号とともに記せ。

なお、同じ番号の□には、同じ語句又は数値が入る。

〔解答例〕 ⑪ 安全

「安全上重要な施設」は、それが果たす安全機能の性質に応じて、□①と□②の2種類に分類される。

□①とは、その機能の喪失により、加工施設を異常状態に陥れ、もって公衆ないし放射線業務従事者に□③を及ぼすおそれのあるもので、また、□②とは、加工施設の異常状態において、この拡大を□④し、又はこれを速やかに収束せしめ、もって公衆ないし放射線業務従事者に及ぼすおそれのある□③を□④し、又は□⑤する機能を有するものである。

プルトニウムを取り扱う加工施設の「安全上重要な施設」に該当するものとしては、イ)プルトニウムを□⑥で取り扱う設備・機器を収納する□⑦及びプルトニウムを□⑥で取り扱う設備・機器であって、□⑦と同等の□⑧を必要とするもの、ロ)上記イ)の□⑨設備、ハ)上記イ)を直接収納する構築物及びその□⑨設備、ニ)核的、熱的又は化学的制限値を有する設備・機器及び当該制限値を維持するための設備・機器、等がある。ただし、上記の機能を喪失したとしても、公衆及び従事者に□③を及ぼすおそれのないことが明らかな場合はこの限りでない。

□③を及ぼすおそれとは、敷地周辺の公衆への実効線量の評価値が発生事故当たり□⑩ミリシーベルトを超えることをいう。

(2) 加工施設の遮蔽に関して、次の間に答えよ。

次の文章中の□に入る適切な語句を番号とともに記せ。なお、同じ番号の□には、同じ語句が入る。

〔解答例〕 ⑨ 遮蔽

加工施設の安全機能を有する施設は、通常時において加工施設からの□①線及び□②線による工場等周辺の線量が十分に低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない。

管理区域その他工場等内の人が立ち入る場所には、遮蔽設計の基準となる□③を適切に設定するとともに、管理区域を□③に応じて適切に区分すること。また、放射線を遮蔽するための壁等に、□④又は配管等の□⑤があるものに対しては、壁等の外側の□③が遮蔽設計の

基準となる〔③〕を満足するよう、必要に応じ、放射線漏えい防止措置が講じられていること。

遮蔽設計では、遮蔽計算に用いられる〔⑥〕、遮蔽体の形状及び〔⑦〕、〔⑧〕等を考慮し、十分な安全裕度を見込むこと。

- (3) プルトニウムを取り扱う加工施設において、 γ 線、中性子線の発生源となる核種及び遮蔽対策について簡潔に述べよ。

第2問

- (1) 次の文章は、ウラン加工施設の作業環境及び周辺環境の汚染防止についての設計上の対策について述べたものである。文章中の〔 〕に入る適切な語句を番号とともに記せ。なお、同じ番号の〔 〕には、同じ語句が入る。

〔解答例〕 ⑪ 汚染防止

管理区域は、ウランを〔①〕して取り扱い又は〔②〕し、汚染の発生するおそれのない区域（第2種管理区域）と、そうでない区域（第1種管理区域）とに区分して管理する。

第1種管理区域において、ウランを取り扱う工程の設備・機器のうち、ウランが設備・機器から空気中へ飛散するおそれのあるものについては、〔③〕系を設けること等によりウランの空気中への飛散を防止できるような構造とすること。

第1種管理区域にはウラン除去機能を有する〔④〕システムを設け、所要の換気を行うこと。

第1種管理区域において、内部の床・壁の表面はウランが浸透しにくく、〔⑤〕が容易で、〔⑥〕しにくい材料で仕上げること。

第1種管理区域は、〔⑦〕の少ない構造とするとともに、当該区域の外から当該区域に向かって空気が流れるように給排気のバランスを取る。内部を〔⑧〕状態に維持し得るものであること。

第1種管理区域において、汚染のおそれのある空気を〔④〕するシステムには、周辺環境の汚染を合理的に達成できる限り少なくするため、〔⑨〕等の適切に核燃料物質等を除去できる機能を有する設備を設けること。

濃縮施設及び再転換施設の〔⑩〕ウランを取り扱う設備で〔⑩〕ウランが著しく〔⑦〕するおそれがあるものは、〔⑦〕の拡大を適切に防止し得る構造であること。

(2) ウラン加工施設の安全機能の確保に関して、次の問に答えよ。

次の文章中の□に入る適切な語句を番号とともに記せ。なお、同じ番号の□には、同じ語句が入る。

〔解答例〕 ⑨ 加工

ウラン加工施設には、外部電源系統からの電気が停止した場合において、監視設備その他安全機能を確保するために必要な設備が使用できる□①設備を設けなければならない。

ウラン加工施設においては、停電等の外部電源系統の機能喪失時に、第1種管理区域の□②設備、□③監視設備、□④等の警報設備、□⑤設備及び□⑥の安全機能の確保を確実にを行うために、十分な□⑦、機能及び□⑧を有した□①設備を備えなければならない。

(3) UF_6 をウラン燃料の原料となる UO_2 粉末に再転換する製法について、湿式法と乾式法から具体的方法を各々1つ挙げ、それぞれの特徴とともに簡潔に説明せよ。

第3問 以下は、使用済燃料の再処理工場について述べたものである。(1)及び(2)の文章中の□に入る適切な語句又は数値を番号とともに記せ。なお、同じ番号の□には、同じ語句又は数値が入る。また、(3)及び(4)の問いに答えよ。

〔解答例〕 ⑮ 東京

(1) ピューレックス法を軸とする使用済燃料の再処理では、燃料棒をせん断し、燃料被覆管内に残存する核燃料を、□①の硝酸に溶かす。これにより、硝酸溶液中に、ウランは□②価、プルトニウムは□③価の状態^(A)で溶解するが、核分裂生成物の一部は溶けずに、不溶解残渣となる。燃料を溶解した硝酸溶液の濃度を□④に調整して水相とする。これを、^(B)有機溶媒で希釈したTBP溶液(有機相)との間で混合・接触させると、□⑤が有機相に移り、□⑥は水相に残る。

(2) 再処理工場では、可燃性の有機溶媒を含む多くの化学薬品が使用される。これらの化学薬品の性質、□⑦、取扱い方法について十分に教育が行われることが重要であり、取り扱う際には、□⑧などの保護具を身につける。薬品が漏れないように、配管には□⑨しにくい材質のものを使用する。火災や□⑩の防止の観点から、化学薬品は、必ず□⑪よりも低い温度で使用する。抽出工程では希釈した30%TBPが使用されるが、純粋なTBPの□⑪は□⑫ $^{\circ}C$ である。放射性物質を含む溶液の取扱いでは、加熱処理をしていなくても、□⑬によって機器内の温度が上昇していることもあるので注意が必要である。また、放射線分解によって発生する□⑭の滞留にも注意が必要である。

- (3) 上記文中の「(A)核分裂生成物の一部は溶けずに、不溶解残渣となる」において、不溶解残渣となる元素と不溶解残渣中における主な化学形を3つ答えよ。
- (4) 上記文中の「(B)有機溶媒で希釈した TBP 溶液 (有機相)」で、該当する有機溶媒を答えるとともに、なぜ有機溶媒で希釈するのか、その理由を簡単に記せ。

第4問 放射性廃棄物の発生、処理、処分、埋設に関する次の問いに答えよ。

- (1) 使用済燃料の再処理工程では、廃液の温度上昇による乾固が進むにつれて、ルテニウムが気相中に放出される。放出に至るメカニズムを説明するとともにその抑制策についても述べよ。
- (2) 再処理施設およびMOX燃料加工施設から発生するTRU廃棄物について、その処分方法を簡単に説明せよ。
- (3) 低放射性液体廃棄物の処理方法を1つあげ、その処理方法と特徴を説明せよ。
- (4) 再処理施設で発生した高放射性廃液は、安定な形態とするためにガラス固化処理される。このガラス固化処理について、「ホウケイ酸ガラス」「電極」「キャニスター」の3つのキーワードを必ず使用して説明せよ。
- (5) 高放射性廃液をガラス固化した廃棄物の処分では、地下300mよりも深い地層処分を想定している。このような地下深くの環境が、廃棄物の処分にとって適している理由を簡単に説明せよ。

第5問 核燃料物質の取扱いに関して、次の事項を簡潔に説明せよ。

- (1) 保障措置の封じ込め・監視
- (2) 中性子相互干渉

第6問 核燃料物質等の取扱いに関して、次の事項を簡潔に説明せよ。

- (1) 再処理後の回収ウランの同位体組成
- (2) 臨界安全に係る施設管理
- (3) 第一種廃棄物埋設と第二種廃棄物埋設