

【20】原子力・放射線部門

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 軽水炉の運転に伴う燃料の燃焼に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 燃焼により核分裂生成物が増加すると、中性子の吸収反応が増えるため、原子炉に負の反応度が加わる。
- ② 燃焼初期の余剰反応度を抑えるために、燃料集合体に部分的に組み込んだり燃料物質に混ぜたりする中性子吸収材を可燃性毒物という。
- ③ サイクル末期炉心から取り出される使用済み燃料の平均燃焼度を取出し燃焼度という。
- ④ 非核分裂性核種が中性子を捕獲吸収し、核分裂性物質が生成される過程を転換という。
- ⑤ 核分裂により生成される核種の生成確率を核分裂収率と呼び、その総和は1.0である。

Ⅲ-2 半径 R 、長さ L の燃料ペレットが核分裂により一様に発熱しているとする。発熱密度を S 、ペレットの表面温度を T_0 、ペレットの熱伝導度を k とする。ペレット内部の中心から r の位置における半径方向温度分布 $T(r)$ を表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、ペレットの長さ L は十分長く、その両端の影響はないものとする。

$$\textcircled{1} \quad T = T_0 + \frac{SR^2}{4k} \left\{ 1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right\}$$

$$\textcircled{2} \quad T = T_0 - \frac{SR^2}{4k} \left\{ 1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right\}$$

$$\textcircled{3} \quad T = T_0 + \frac{SR^2}{4k} \left\{ 1 - \left(\frac{R}{r} \right)^2 \right\}$$

$$\textcircled{4} \quad T = T_0 - \frac{SR^2}{4k} \left\{ 1 - \left(\frac{r}{R} \right) \right\}$$

$$\textcircled{5} \quad T = T_0 + \frac{SR^2}{4k} \left\{ 1 - \left(\frac{r}{R} \right) \right\}$$

Ⅲ－３ 軽水炉の冷却材が失われる事故時には、燃料被覆管の損傷並びに燃料ペレットの溶融などによって核分裂生成物が放出される。原子炉燃料の温度が徐々に上昇することに伴って、核分裂生成物が放出されるまでに起きる現象は、

- (ア) 内圧による燃料被覆管破損、
- (イ) 二酸化ウラン融解、
- (ウ) 急激なジルコニウム－水反応、
- (エ) 崩壊熱で昇温し燃料揮散、

である。それらの発生順序として最も適切なものはどれか。

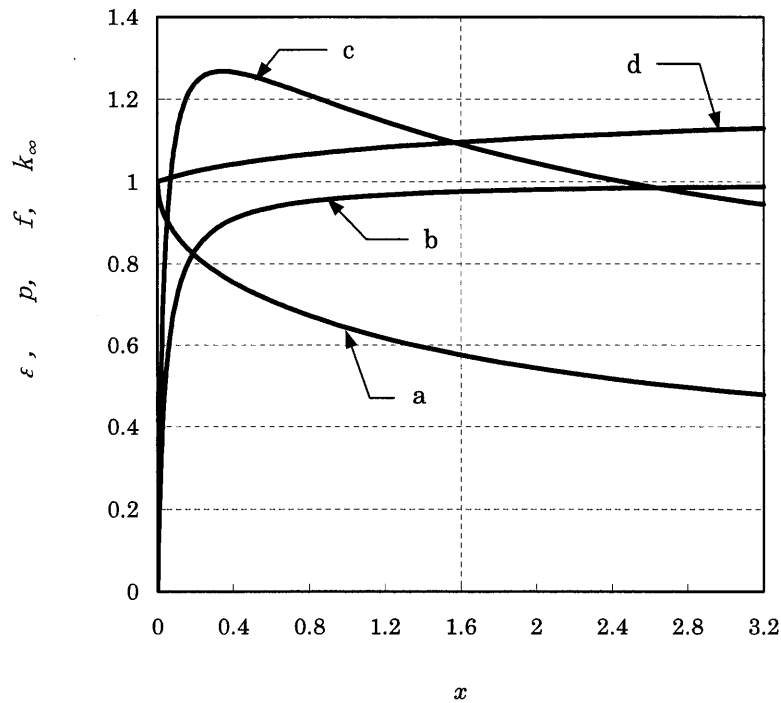
- ① ウ → エ → ア → イ
- ② ア → ウ → イ → エ
- ③ ア → イ → ウ → エ
- ④ ア → エ → ウ → イ
- ⑤ ウ → ア → エ → イ

Ⅲ－４ バックリングに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 臨界方程式 $\frac{k_{\infty}}{1+M^2B^2}=1$ を満足する B^2 を、材料バックリングという。
- ② 外挿距離（又は反射体節約）を含む3辺の長さ（ a, b, c ）の直方体炉心の形状バックリングは $B^2 = \left(\frac{\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{b}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{c}\right)^2$ で与えられる。
- ③ 材料バックリングと形状バックリングが等しいとき、臨界となる。
- ④ 拡散方程式 $\nabla^2\phi + B^2\phi = 0$ を満足する B^2 は、形状バックリングである。
- ⑤ 形状バックリングが大きい炉心ほど、炉心からの中性子の漏れは少ない。

Ⅲ-5 下図は、低濃縮ウランと水との均質な混合物について、横軸をウランと水との混合割合 x (ウランの原子個数密度/水の分子個数密度) とし、4 因子公式 ($k_{\infty} = \epsilon p f \eta$) に用いられるパラメータ、 ϵ (高速核分裂効果)、 p (共鳴吸収を逃れる確率)、 f (熱中性子利用率) 及び k_{∞} (無限増倍率) を表した曲線である。

図中の a, b, c, d の曲線に該当するパラメータの組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、4 因子のうち η (中性子再生率) は一定として、図には示していない。



	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>
①	p	f	k_{∞}	ϵ
②	ϵ	p	f	k_{∞}
③	k_{∞}	ϵ	p	f
④	f	k_{∞}	ϵ	p
⑤	f	p	k_{∞}	ϵ

Ⅲ－6 原子力利用活動における安全目標に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 原子力を利用する事業活動には、将来を含めた人類のエネルギー源の確保や、医療、工業、農業など幅広い分野の放射線利用等による便益がある一方、広範囲にわたる放射性物質の放散等を伴う事故が発生する可能性という、国民の健康や社会環境に大きな影響を及ぼすリスクが潜在することは否定できない。
- ② 世界の原子力安全関係者は、TMI事故やチェルノブイリ事故の経験を貴重な教訓として、発電用原子炉施設における、設計で想定した事象を大幅に超えて炉心の重大な損傷に至る事象（シビアアクシデント）のリスクを抑制することが重要と認識した。
- ③ 原子力安全規制活動によって達成し得るリスクの抑制水準として、確率論的なリスクの考え方をを用いて示す安全目標を定め、安全規制活動等に関する判断に活用することが、一層効果的な安全確保活動を可能とする。
- ④ 安全目標は、原子力発電事業者が目指すべき原子力発電所の安全性の目標であり、国が定める規制基準とは関係がない。
- ⑤ 事業者は、自らが行うリスク管理活動を、安全目標を参照して計画・評価することにより、規制当局の期待に応える活動をより効果的かつ効率的に実施することができる。

Ⅲ－7 ある発電用原子炉に直径1 cm、燃料部長さ4 mの燃料棒を使うことにした。原子炉の熱出力を3,000 MW、平均熱流束を600 kW・m⁻²とするとき、この原子炉に必要な燃料棒の本数に最も近い数値はどれか。

- ① 2,500 ② 5,000 ③ 10,000 ④ 20,000 ⑤ 40,000

Ⅲ－８ 次の記述の、に入る数値として最も適切なものはどれか。

ただし、ウラン235原子1個の核分裂によって発生するエネルギーを200 MeV、 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ 、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。また、石油1リットル当たりの発熱量を $4 \times 10^7 \text{ J}$ とする。

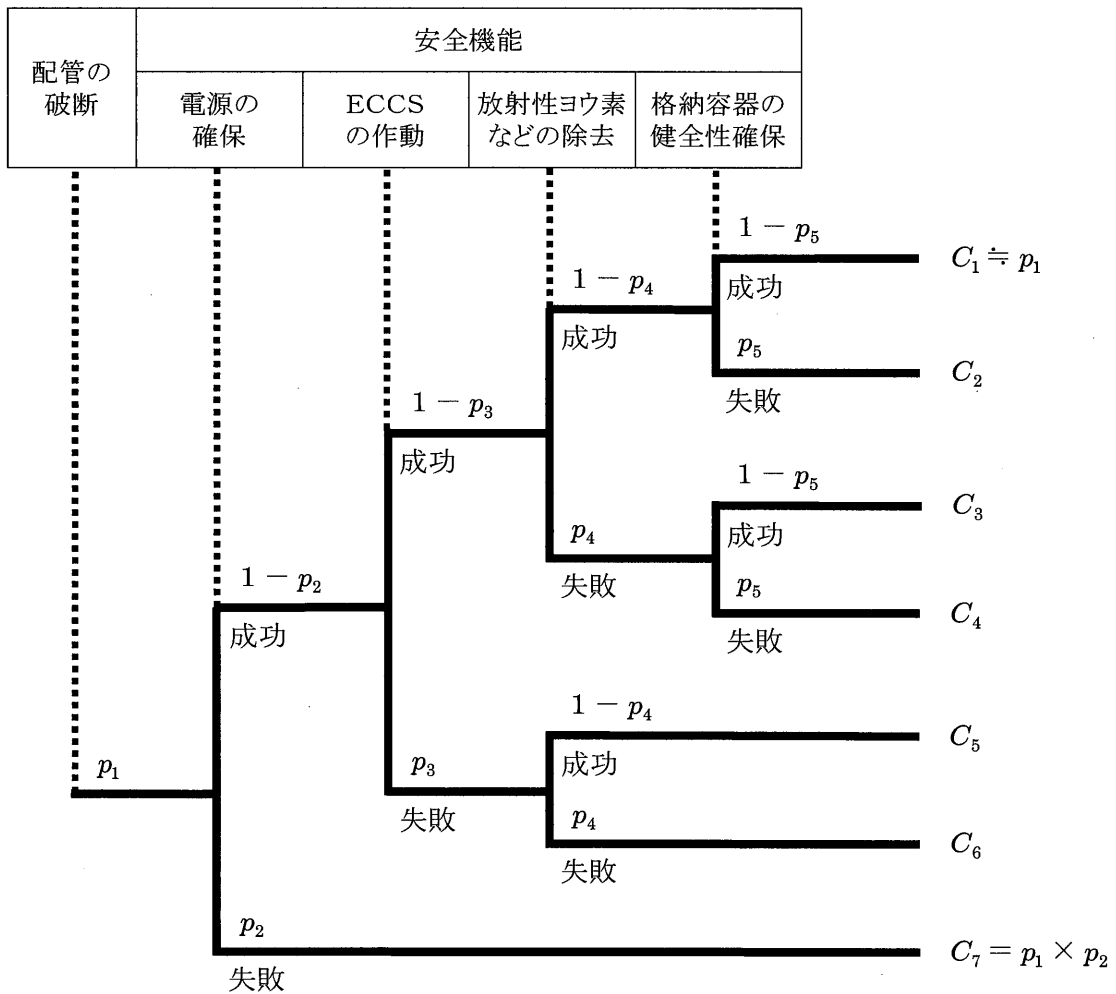
1 gのウラン235の核分裂により発生するエネルギーは、約キロリットルの石油の燃焼により発生するエネルギーに相当する。

- ① 2 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 8

Ⅲ－９ 我が国の沸騰水型軽水炉，加圧水型軽水炉，及び高速増殖原型炉（もんじゅ）に関する次の記述のうち，最も適切なものはどれか。

- ① 加圧水型軽水炉の蒸気発生器，高速増殖原型炉の蒸気発生器（蒸発器と過熱器）は，いずれも原子炉格納容器の外に設置されている。
- ② 高速増殖原型炉の一次冷却システムの冷却材はナトリウム，二次冷却システムの冷却材は水である。
- ③ 沸騰水型軽水炉，加圧水型軽水炉，及び高速増殖原型炉の熱効率は，いずれも33～35%程度に設計されている。
- ④ 沸騰水型軽水炉，加圧水型軽水炉，及び高速増殖原型炉の制御棒は，いずれも駆動力が喪失した場合でも重力で落下するように，炉心の上部から挿入する設計を採用している。
- ⑤ 発電しているときの原子炉圧力は，高い方から加圧水型軽水炉，沸騰水型軽水炉，高速増殖原型炉の順になる。

Ⅲ-10 下図は、軽水炉の冷却材喪失事故に起因する放射能放出の確率論的安全評価に関する簡単なイベントツリーである。シーケンスの事象の年当たりの発生頻度 $C_2 \sim C_6$ のうち、最も大きいものはどれか。ただし、 p_1 は配管破断の年当たりの発生頻度、 $p_2 \sim p_5$ はそのときに各安全機能が作動しない確率であり、 $p_2 = 2 \times 10^{-3}$ 、 $p_3 = 1 \times 10^{-3}$ 、 $p_4 = 3 \times 10^{-3}$ 、 $p_5 = 2 \times 10^{-3}$ とする。



- ① C_2 ② C_3 ③ C_4 ④ C_5 ⑤ C_6

Ⅲ－11 沸騰水型軽水炉（BWR）と加圧水型軽水炉（PWR）の反応度制御方式に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① PWRでは燃焼に伴う反応度の補償は、主に冷却材に混ぜるホウ素濃度を調整するケミカルシムによって行う。
- ② PWRではホウ素濃度が炉心下部で高くなるので、軸方向の出力分布にわずかな歪が生じる。そこで燃料棒の濃縮度にわずかな差をつけて、これを補償している。
- ③ BWRでは炉心の上部で蒸気が発生するので軽水による中性子吸収効果が減り、軸方向の出力は上部で高くなる。そこで上部に濃縮度の低い燃料ペレットを使うことで、これを抑えている。
- ④ BWRでは出力の調整を制御棒だけで、燃焼に伴う反応度の補償を冷却材流量の調整だけで行う。
- ⑤ PWR、BWRともに中性子インポートランスの高い炉心中央部の出力が、周辺部よりできるだけ高くなるように設計する。

Ⅲ－12 原子炉材料に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 原子炉冷却材配管などの応力腐食割れを防止するために、（1）炭素含有量の低い鋼材の使用、（2）冷却材中の溶存酸素濃度の抑制、（3）溶接残留応力の抑制などが重要である。
- ② 原子炉圧力容器の破壊靱性の変化を監視するために、原子炉内部に試験片を挿入して中性子を照射し、これを運転年数に応じて計画的に取り出し脆性遷移温度の評価を行う。
- ③ 材料の引張強度以下であっても、繰り返し荷重を受けることで微小すべりがき裂に進展して成長し、やがて疲労破壊することを防ぐために、構造部材の設計では繰り返し応力の大きさと回数に注意が必要である。
- ④ 原子炉構造材料の非破壊検査の方法として、浸透探傷試験、放射線透過試験、超音波探傷試験、シャルピー衝撃試験などが用いられる。
- ⑤ 供用期間中の点検で構造部材に欠陥が発見された場合には、その欠陥の進展による設備の将来の健全性を予測し、現時点での補修・取替の要否、継続使用する場合の補修・取替時期を評価する。

Ⅲ－13 我が国の核燃料サイクル関連施設に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① ウラン濃縮施設では、隔膜を透過するときの $^{235}\text{UF}_6$ ガスと $^{238}\text{UF}_6$ ガスの分子の運動速度の差を利用するガス拡散法を採用している。
- ② 再転換施設では、ウラン濃縮施設で製品として得られた六フッ化ウラン (UF_6) を、燃料として用いられる八三酸化ウラン (U_3O_8) に還元している。
- ③ 軽水炉用の燃料製造（成型加工）施設では、ウラン粉末を圧縮成形して円筒状の成形体とし、次に研削工程により寸法を整えて、最後に高温で焼結してペレットを製造する。
- ④ 使用済燃料中間貯蔵施設（青森県むつ市）では、使用済燃料をプール水中に設置されたラック（金属製の枠組み）に収納して貯蔵する湿式貯蔵を採用している。
- ⑤ 再処理施設では、燃料を溶かした溶液から溶媒抽出によりウランとプルトニウムを分離する。

Ⅲ－14 我が国の放射性廃棄物に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 再処理工場で分離された高レベル廃棄物は、溶融プラスチックに溶かし込んで固めてプラスチック固化体とする。これを40年間程度地上で貯蔵保管して崩壊熱を下げた後、深地層に処分する計画である。
- ② 英仏へ委託した再処理に伴い発生した高レベル廃棄物は、一部のものが既に日本へ海上輸送により返還されており、六ヶ所村の原子燃料サイクル施設で埋設が始まっている。
- ③ 原子力発電所の運転に伴い発生する低レベルの放射性固体廃棄物は、現在、埋設処分場の立地を全国から公募している段階であり、将来処分場が決まるまで、すべて発電所内で厳重に保管されている。
- ④ 放射線防護に係る規制の枠組みに入っている放射性物質を含むもののうち、それによる放射線量が十分に低く、放射線防護の規制対象から外してよいとする判断基準をクリアランスレベルと呼ぶ。
- ⑤ 原子炉を解体して出てくる放射性廃棄物のうち、炉心近傍で使われた材料や制御棒などは、再処理工場から出る高レベル廃棄物よりも深い地中に埋設処分される計画である。

Ⅲ-15 次の記述の、に入る数値として最も適切なものはどれか。ただし、光速度を $3.0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、素電荷を $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。

ターミナル電圧1.2 MVのバンデグラフを用いて電子を加速した。加速後の電子の質量は静止質量 ($9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$) の約倍となる。

- ① 1.0 ② 1.2 ③ 2.2 ④ 2.4 ⑤ 3.4

Ⅲ-16 8年前に購入した ^{60}Co 線源の現在の放射能は30 MBqである。購入時の放射能(MBq)に最も近い値はどれか。ただし、 ^{60}Co の半減期を5.3年とする。

- ① 75 ② 85 ③ 90 ④ 95 ⑤ 105

Ⅲ-17 ある標的物質に中性子を照射することによって放射性核種Aが生成される。照射終了時の放射能を表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、中性子束を ϕ 、照射時間を t 、標的物質の原子数を n 、核反応の断面積を σ 、放射性核種Aの壊変定数を λ とする。

- ① $n\sigma\phi\lambda t$ ② $n\sigma\phi e^{-\lambda t}$ ③ $\frac{n\sigma\phi e^{-\lambda t}}{t}$
- ④ $n\sigma\phi(1-e^{-\lambda t})$ ⑤ $\frac{n\sigma\phi(1-e^{-\lambda t})}{t}$

Ⅲ-18 ^{90}Sr と ^{90}Y の放射化学分離に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

無担体の ^{90}Sr のみを含む水溶液中には β 壊変によって娘核種の ^{90}Y が次第に生成してくる。この溶液に、非放射性のSrとYを担体として加えたのち、にすると、 ^{90}Y はYとともに水酸化物として沈殿し、 ^{90}Sr はSrとともに水溶液中に残るため、 ^{90}Sr と ^{90}Y を分離することができる。もし、非放射性のSrを加えない場合には、 ^{90}Sr はになりやすく、Yの水酸化物に取り込まれる可能性がある。この現象をという。また、 ^{90}Sr を溶液中に残すために加えたSrのことをと呼んでいる。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>
①	アルカリ性	ラジオコロイド	共沈	保持担体
②	酸性	ラジオコロイド	共沈	スカベンジャ
③	酸性	イオン	ミルクキング	保持担体
④	アルカリ性	酸化物	ミルクキング	スカベンジャ
⑤	アルカリ性	イオン	共沈	スカベンジャ

Ⅲ-19 β 線と物質との相互作用に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 物質を電離し、電子・イオン対を生成する。
- ② 制動放射線は、プラスチックよりも鉛の方が多く発生する。
- ③ β 線の物質中の飛跡は、直線とみなすことができる。
- ④ β^+ 線は、運動エネルギーを失うと2つの消滅放射線を正反対の方向に放出する。
- ⑤ エネルギーの高い β 線では、空気中の最大飛程が5 mを超える場合がある。

Ⅲ-20 単一の元素からできている物質に対する γ 線の質量減弱係数に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 光電効果による質量減弱係数は、物質の原子番号の4乗にほぼ比例する。
- ② コンプトン効果による質量減弱係数は、物質の原子番号にほぼ比例する。
- ③ 電子対生成による質量減弱係数は、 γ 線エネルギーが高くなるとともに増加する。
- ④ 鉛に対する質量減弱係数は、約88 keVにK吸収端と呼ばれる不連続点を持つ。
- ⑤ 鉛に対する質量減弱係数は、4 MeV付近で最小値を示す。

Ⅲ-21 次のうち、放射線計測に関する組合せとして最も適切なものはどれか。

	放射線検出器	原理	測定機器
①	比例計数管	気体の電離	波高分析器
②	GM計数管	蛍光作用	前置増幅器
③	シンチレーション検出器	電子・正孔対の生成	振動容量型電位計
④	半導体検出器	固体の電離	分光光度計
⑤	フリッケ線量計	温度変化	光電子増倍管

Ⅲ-22 空気等価壁で作られた有効体積1リットルの空洞空気電離箱を γ 線場に置いたところ、 3.0×10^{-12} Aの電離電流が得られた。この γ 線場の空気吸収線量率 ($\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$) に最も近い数値はどれか。ただし、空気の密度を $1.2 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、空気のW値(1個のイオン対を生成するのに費やされる平均のエネルギー)を34 eV、素電荷を 1.6×10^{-19} Cとする。

- ① 1×10^{-7} ② 3×10^{-6} ③ 3×10^{-4} ④ 1×10^{-2} ⑤ 3×10^{-1}

Ⅲ-23 ある試料をGM計数装置を用いて5分間測定したところ1,800カウントであった。また、この装置でバックグラウンドを10分間測定したら1,000カウントであった。この試料に対する正味計数率は260 cpmであるが、その標準偏差 (cpm) に最も近い値はどれか。なおcpmは毎分の計数率を表す単位である。

- ① 9 ② 16 ③ 21 ④ 50 ⑤ 80

Ⅲ-24 深さ3 mのプールの底に、100 TBq (100×10^{12} Bq) の ^{60}Co 線源が沈んでいる。水面から1 m上方の位置において3時間の作業をする場合、予想される被ばく線量 (μSv) に最も近い値はどれか。ただし、 ^{60}Co の実効線量率定数は $0.31 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 、 ^{60}Co γ 線の3 mの水に対する実効線量透過率は 3.6×10^{-7} 、プール壁からの γ 線の反射は無視できるとする。

- ① 0.70 ② 1.2 ③ 2.1 ④ 3.7 ⑤ 8.4

Ⅲ-25 放射線被ばくによって引き起こされるDNA損傷と修復に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① DNAの損傷には、塩基の架橋、一本鎖切断、二本鎖切断などがある。
- ② 二本鎖切断は一本鎖切断より起こりにくい。
- ③ ヒトの細胞は、除去修復や組換え修復などのDNA損傷を治す能力を有している。
- ④ 一本鎖切断は切断端どうしを結合させて修復されるが、この場合修復エラーが起こりにくい。
- ⑤ 二本鎖切断は修復されないため、細胞死（アポトーシス）が起き、突然変異は起きない。

Ⅲ-26 人への放射線影響に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 被ばく線量と影響の発生頻度の関係から、確率的影響と確定的影響に分類される。
- ② しきい線量とは、確定的影響が現れる最小の線量である。
- ③ 確定的影響では、被ばく線量が大きくなると重篤度が増す。
- ④ 妊娠中に被ばくした胎児に現れる影響は遺伝的影響である。
- ⑤ 確率的影響には、発がんや遺伝的影響が含まれる。

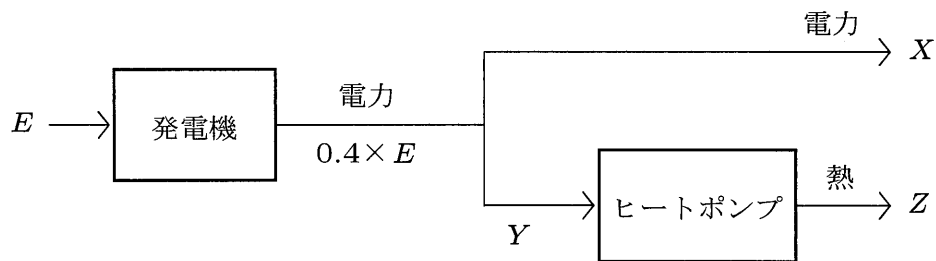
Ⅲ-27 「原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）」の報告書（2008年）に基づく、自然放射線による全世界平均の被ばくに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 実効線量の全世界平均は、2.4 mSv/年である。
- ② 大気上層では、地上に比べて外部被ばくの線量は低い。
- ③ 内部被ばくは、主としてラドンの吸入や⁴⁰Kの経口摂取によるものである。
- ④ 外部被ばくは、主として宇宙線や大地からの放射線によるものである。
- ⑤ 大地からの放射線は、主として⁴⁰K、ウラン系列核種、トリウム系列核種によるものである。

Ⅲ-28 放射線利用の事例に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ウリミバエ等の害虫を駆除するために、放射線で不妊化する方法が利用されている。
- ② 燃焼排ガスの脱硝、脱硫をするために、中性子照射が利用されている。
- ③ イネの品種を改良するために、 γ 線照射が利用されている。
- ④ ジャガイモの発芽を抑制するために、 γ 線照射が利用されている。
- ⑤ 発泡ポリエチレンを製造するために、放射線による架橋反応が利用されている。

Ⅲ-29 下図のような発電機とヒートポンプからなるシステムを考える。発電機からは、 E の入力に対して $0.4 \times E$ の電力が発生し、このうちの Y の電力によりヒートポンプ（成績係数=6）を駆動することにより Z の熱を発生する。また、残りの電力量を X とするとき、システムの総合効率 e を $e = (X + Z) / E$ と定義する。さて、このシステムの負荷の熱電比 (Z / X) の値が2であるときの総合効率 e はいくらか。なお、ヒートポンプの成績係数は Z / Y である。



- ① 0.3 ② 0.5 ③ 0.7 ④ 0.9 ⑤ 1.1

Ⅲ-30 原子力利用の基本的考え方は「原子力基本法」の第1条及び第2条に示されている。これらの条文について、下記の□に入る語句の正しい組合せはどれか。

(目的)

第一条 この法律は、原子力の研究、開発及び利用（以下「原子力利用」という。）を推進することによって、将来におけるエネルギー資源を確保し、□ a □の進歩と産業の振興とを図り、もって人類社会の□ b □と国民生活の水準向上とに寄与することを目的とする。

(基本方針)

第二条 原子力利用は、平和の目的に限り、安全の確保を旨として、□ c □な運営の下に、□ d □にこれを行うものとし、その□ e □を公開し、進んで国際協力に資するものとする。

2 前項の安全の確保については、確立された国際的な基準を踏まえ、国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的として、行うものとする。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>	<u>e</u>
①	科学技術	発展	自主的	民主的	技術
②	学術	福祉	民主的	自主的	成果
③	学術	発展	自主的	民主的	成果
④	科学技術	福祉	民主的	自主的	技術
⑤	学術	発展	自主的	民主的	技術

Ⅲ－31 我が国の核セキュリティを維持する必要性及び目的について述べた次の文章の、
□に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

原子力の研究、開発及び利用においては、核物質及びその他の□ a □並びにこれらを使用した施設が利用されている。こうした利用にあたっては、核物質、その他の□ a □、その関連施設及びその輸送を含む関連活動を対象にした盗取、妨害破壊行為等の□ b □又は□ c □によって人の生命、身体、財産、社会及び環境が□ d □ことがないようにすべきである。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>
①	核燃料物質	テロ行為	故意の違反行為	破壊される
②	放射性物質	テロ行為	偶発的事故	脅かされる
③	核燃料物質	犯罪行為	偶発的事故	破壊される
④	放射性物質	犯罪行為	故意の違反行為	脅かされる
⑤	核燃料物質	犯罪行為	偶発的事故	脅かされる

Ⅲ-32 下表は2009年におけるアメリカ、イギリス、フランス、中国、ドイツ、日本の発電電力量と発電電力量に占める各電源（石油、石炭、LNG、原子力、水力、再生可能エネルギー（地熱・風力・可燃再生・廃棄物の合計；以下「再エネ」という。））の割合を示したものである。表中のA～Eに該当する電源の組合せとして、最も適切なものはどれか。

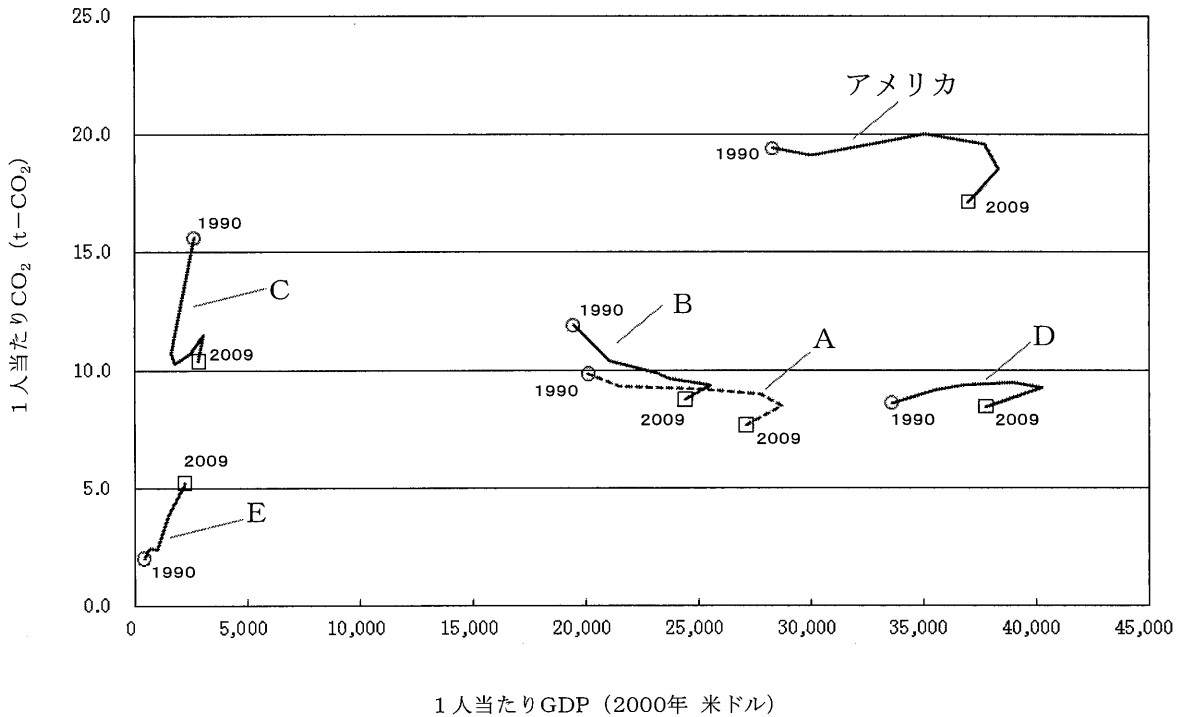
	アメリカ	イギリス	フランス	中国	ドイツ	日本
石油	1.2	1.2	1.1	0.4	1.6	8.8
A	22.8	44.4	3.9	1.4	13.5	27.4
B	4.0	5.8	2.7	0.8	14.9	2.9
C	45.5	28.5	5.3	78.8	43.9	26.8
D	6.6	1.4	10.6	16.7	3.2	7.2
E	19.9	18.6	76.4	1.9	23.0	26.9
発電電力量	41.7	3.7	5.4	37.0	5.9	10.4

(単位 %，発電電力量は 千億 kWh)

【IEA, Energy Balances 2011より作成】

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	石炭	LNG	再エネ	水力	原子力
②	原子力	LNG	水力	再エネ	石炭
③	LNG	再エネ	石炭	水力	原子力
④	再エネ	水力	原子力	石炭	LNG
⑤	水力	石炭	LNG	原子力	再エネ

Ⅲ-33 下図は、1人当たり実質国民総生産（GDP：2000年米ドル基準）と1人当たり二酸化炭素排出量の1990年（○）から2009年（□）までの推移について、アメリカ、イギリス、ドイツ、ロシア、日本、中国を国別に比較したものである。図中のA～Eに該当する国の組合せとして、最も適切なものはどれか。



【エネルギー・経済統計要覧 2012より作成】

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	イギリス	ドイツ	ロシア	日本	中国
②	ドイツ	日本	中国	イギリス	ロシア
③	日本	ドイツ	中国	イギリス	ロシア
④	日本	イギリス	ロシア	ドイツ	中国
⑤	ドイツ	日本	イギリス	ロシア	中国

Ⅲ－34 地球環境問題への取組みに関する次の記述について、最も不適切なものはどれか。

- ① 「持続可能な開発」という用語が広く認識されたきっかけは、1987年ブルントラント委員会が公表した「我ら共有の未来 (Our Common Future)」と言われている。
- ② 「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」は、1988年に国連環境計画と世界気象機関によって設立され、地球温暖化に関する最新の科学・技術・社会経済情報を検証している。
- ③ 2011年に気候変動枠組み条約第17回締約国会議 (COP17) が南アフリカ共和国ダーバンで開かれ、京都議定書後の枠組みに関し合意を目指した交渉が行われたが、継続協議となった。
- ④ クリーン開発メカニズム (CDM) の実施に様々な課題があるため、日本政府は CDMと並行して二国間オフセット・クレジット制度に関する取り組みを進めている。
- ⑤ 温室効果ガス削減に向け、1990年代以降欧州各国を中心に環境関連税制の見直し・強化が進んでいる。欧州連合 (EU) では2005年から域内における排出量取引制度も始まった。

Ⅲ－35 稼働率70 %で運転されている100万kWの原子力発電所の年間発電量は約6,100 GWh (約 5×10^{15} cal) である。この原子力発電所の代替として、LNG火力発電所を1年間動かすとする。このためには、LNG調達に必要な燃料購入費用とCO₂排出量をオフセットするCO₂クレジット購入費用が必要となる。

このとき、燃料購入費用とCO₂クレジット購入費用の合計 (億円) に最も近い値はどれか。ただし、LNG火力発電所の熱効率は50 %、LNGの発熱量は 1.3×10^{10} cal/t、LNGのCO₂排出係数は 2.0×10^{-4} g-CO₂/cal、LNGの価格は50,000円/t、CO₂クレジット価格は500円/t-CO₂とする。

- ① 200 ② 300 ③ 400 ④ 500 ⑤ 600