

15 ダイオキシン類特論

(平成 30 年度)

試験時間 13:00～14:15 (途中退出不可) 全25問

答案用紙記入上の注意事項

この試験はコンピューターで採点しますので、答案用紙に記入する際には、記入方法を間違えないように特に注意してください。以下に答案用紙記入上の注意事項を記しますから、よく読んでください。

- (1) 答案用紙には氏名、受験番号を記入することになりますが、受験番号はそのままコンピューターで読み取りますので、受験番号の各桁の下の欄に示す該当数字をマークしてください。

(2) 記入例

受験番号 1800198765

氏 名 日本太郎

このような場合には、次のように記入してください。

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 氏 名 | 日 本 太 郎 | | | | | | | | |
| 受 験 番 号 | | | | | | | | | |
| 1 | 8 | 0 | 0 | 1 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

(3) 試験は、多肢選択方式の五者択一式で、解答は、1問につき1個だけ選んでください。したがって、1問につき2個以上選択した場合には、その問いについては零点になります。

(4) 答案の採点は、コンピューターを利用して行いますから、解答の作成に当たっては、次の点に注意してください。

① 解答は、次の例にならって、答案用紙の所定の欄に記入してください。


(記入例)

問 次のうち、日本の首都はどれか。

(1) 京 都 (2) 名古屋 (3) 大 阪 (4) 東 京 (5) 福 岡

答案用紙には、下記のように正解と思う欄の枠内を HB 又は B の鉛筆でマークしてください。

[1] [2] [3] [~~4~~] [5]

② マークする場合、[]の枠いっぱいにはみ出さないようにのようにしてください。

③ 記入を訂正する場合には「良質の消しゴム」でよく消してください。

④ 答案用紙は、折り曲げたり汚したりしないでください。

以上の記入方法の指示に従わない場合には採点されませんので、特に注意してください。

この試験では、物質名などについて略語を一部使用しています。
略語表は裏表紙の裏面にあります。

問1 固体燃料の燃焼に関する記述中、(ア)～(ウ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

一般に、 (ア) のように揮発分の (イ) 燃料が高温の雰囲気には供給されると、揮発分が急速に放出されるので、粒子近傍での酸素供給が間に合わず、すすが生成 (ウ) 。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----|-----|------|
| (1) | 泥炭 | 多い | しやすい |
| (2) | 泥炭 | 少ない | しにくい |
| (3) | 無煙炭 | 多い | しやすい |
| (4) | 無煙炭 | 少ない | しにくい |
| (5) | 無煙炭 | 少ない | しやすい |

問2 固体燃料の燃焼法の名称とその説明 a～c の組合せとして、正しいものはどれか。

- a：可動式の火格子を用い、燃料を移動させながら燃焼させる。
 b：微粒子状の燃料を気相中に吹き込み、燃焼させる。
 c：高温の砂層の下から空気を吹き込み、そこに燃料を供給して燃焼させる。

- | | ストーカー燃焼 | 流動層燃焼 | 噴霧燃焼 |
|-----|---------|-------|------|
| (1) | a | c | b |
| (2) | c | b | a |
| (3) | c | a | b |
| (4) | b | c | a |
| (5) | a | b | c |

問3 燃焼プロセスにおけるダイオキシン類生成抑制技術に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 排ガス処理工程を原則 200℃以下に管理する。
- (2) 排ガスを急速冷却する。
- (3) 黒煙を上げて燃える条件で燃焼させる。
- (4) 燃料が燃えやすいように、水分除去、粉碎、成分調整などを行う。
- (5) プロセス内の塩素をできるだけ排除する。

問4 バグフィルターにおけるろ布の形状と特性に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ろ布材には植物繊維、合成繊維、金属繊維製の織布や不織布あるいは焼結体などがある。
- (2) 大半は、円筒形あるいは封筒形として使用される。
- (3) 高い捕集特性以外にろ布材が備えておくべき特性には、低圧力損失、払い落としの容易さ、耐熱性、耐薬品性、高機械的強度、長寿命などがある。
- (4) 処理ガス温度が 250℃程度までの場合は、これまでポリエチレン繊維の織布が用いられてきた。
- (5) 耐酸、耐熱用として黒鉛繊維、静電気を帯びた高電気抵抗ダストの処理にステンレス繊維を織り込んだものなども用いられる。

問5 乾式電気集じん装置の特徴に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 爆発性ガスや可燃性ダストには使用できない。
- (2) 低抵抗ダストでは、ダスト粒子が集じん電極上で跳躍を起こして捕集されなくなる。
- (3) 粒子径0.1～1 μmのサブミクロン粒子に対する集じん率が相対的に低くなる。
- (4) ダストの見掛け抵抗率や可燃性以外にダスト特性に関する制限はない。
- (5) 装置内の平均ガス流速は0.5～2 m/s程度であり、処理時間は数秒から10秒程度が必要である。

問6 スクラバーに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) スクラバーでは、液滴によるダストの分離を有効にするため、液滴、液膜等の形成と洗浄方法に種々の工夫がされている。
- (2) ため水式スクラバーは、集じん室内に一定の水又はその他の液体を保有し、含じんガスを通過させ、含じんガスの洗浄を行う形式である。
- (3) ため水式スクラバーでは、処理ガス速度が小さいほど、細かい水滴が多量に形成され集じん率が高くなる。
- (4) ため水式スクラバーでは、洗浄後のガスに同伴されるミスト量が多くなるので、出口側にミスト分離装置を設置する必要がある。
- (5) ため水式スクラバーでは、保有水を循環使用するので、わずかな水の補給で集じんができる。

問7 排ガス中のダイオキシン類の触媒処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類と NO_x を同時に除去できる触媒が実用化されている。
- (2) フライアッシュ等の粒子状物質に含まれるダイオキシン類を、効率よく分解できる。
- (3) ハニカム構造の触媒は、圧力損失が小さく、ばいじんの堆積が起りにくい。
- (4) 触媒量が一定の場合、排ガスの流量を大きくすると、空間速度(SV 値)は大きくなる。
- (5) 触媒細孔の閉塞は、触媒劣化の要因となる。

問8 触媒フィルターに関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

触媒成分を含んだ樹脂ファイバー⁽¹⁾をフェルト状にしてふっ素樹脂多孔膜⁽²⁾で被覆した構造になっている。排ガスが導入されると、主にフィルター内部⁽³⁾でばいじんが捕捉されると共に、フィルターを通過するダイオキシン類は触媒層で分解される。実証試験では、180～250℃⁽⁴⁾の運転で、ダイオキシン類の出口濃度⁽⁵⁾を0.1 ng-TEQ/m³_N 以下に低減できたと報告されている。

問9 吸着剤に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類は、疎水性の表面に容易に吸着する。
- (2) 活性炭の比表面積は、おおむね 500～1200 m²/g である。
- (3) 活性コークスの比表面積は、おおむね 200～400 m²/g である。
- (4) 直径 50 nm 以上の細孔は、マクロ孔に分類される。
- (5) 直径 2～50 nm の細孔は、ミクロ孔に分類される。

問10 鉄鉱石焼結炉の排ガスに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) CO₂の大部分は、石灰石の分解反応により生成したものである。
- (2) 酸素濃度の平均値は約15%である。
- (3) ダイオキシン類濃度は焼成過程の後半部分で高く、SO_xと類似した変化を示す。
- (4) TEQに関しては、2,3,4,7,8-PeCDFが主要な異性体である。
- (5) TEQに占めるコプラナーPCBの割合は、およそ5～10%である。

問11 製鋼用電気炉に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 鉄スクラップの他、炭材や灯油、廃プラスチック類を装入する場合がある。
- (2) 操業の進行に伴う炉内温度及び排ガス組成の変動は大きい。
- (3) 排ガスの集じん装置として、一般にバグフィルターが用いられる。
- (4) 排ガス中のPCDFsの濃度は、PCDDsよりも高い。
- (5) 集じんダストの主成分はアルカリ金属であり、銅も1.5から3%程度存在する。

問12 亜鉛回収用に用いられる a～e の炉のうち、製鋼用電気炉のダストを直接処理するものはどれか。

- a : 立形電気抵抗式蒸留炉
- b : ロータリーキルン(向流式)形揮発炉
- c : ロータリーキルン(向流式)形還元炉
- d : 乾燥加熱炉
- e : ドワイトロイド形焼結炉

- (1) a, c
- (2) b, c
- (3) c, d
- (4) c, e
- (5) d, e

問13 アルミニウム合金製造プロセスに関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

溶湯の精製工程において、水素、非金属介在物、重金属類の除去やドロスの分離を促進するため、粉体状フラックスや塩素ガスを使用する。

問14 排水処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 排水中のダイオキシン類の大部分は、懸濁^{けんたく}態で存在する。
- (2) 沈降分離では、水に懸濁している 1 μm 以下の粒子でも分離することができる。
- (3) 清澄ろ過では、凝集性のないコロイド粒子はほとんど除去できない。
- (4) 膜ろ過には、精密ろ過、限外ろ過、逆浸透法などがある。
- (5) 活性汚泥法では、排水中に含まれる有機物を酸化分解することができる。

問15 カプロラクタム製造プロセスに関する記述中、(ア)～(ウ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

主原料の (ア) に塩化ニトロシルを光反応させシクロヘキサノンオキシムを合成し、次いでシクロヘキサノンオキシムと (イ) からカプロラクタムを製造する。カプロラクタムは (ウ) の中間原料として使用される。

- | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-------------|------|--------|
| (1) シクロヘキサン | 濃硝酸 | ポリスチレン |
| (2) ヘキサン | 濃硝酸 | ナイロン |
| (3) シクロヘキサン | 発煙硫酸 | ナイロン |
| (4) ヘキサン | 濃塩酸 | 塩ビ樹脂 |
| (5) ベンゼン | 発煙硫酸 | ポリスチレン |

問16 クロロベンゼン類の製造プロセスに関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

鉄触媒等の存在下で、ベンゼンを塩素で塩素化する。生成した粗クロロベンゼン(1)を水で洗浄したのち蒸留塔に送り、未反応のベンゼンを回収するとともにモノ(4)クロロベンゼンを分離する。ダイオキシン類の主たる発生源は、蒸留工程(5)であると考えられる。

問17 ダイオキシン類測定分析方法の内標準法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ^{13}C 又は ^{37}Cl で標識した内標準物質を使用する。
- (2) サンプリクスパイク内標準物質は、試料採取から抽出前までの操作の結果を確認するために使用される。
- (3) クリーンアップスパイク内標準物質は抽出からクリーンアップまでの前処理操作全体の結果を確認し、ダイオキシン類を定量するための基準とするために使用される。
- (4) GC/MS への試料液の注入を確認するためにシリジスパイク内標準物質を添加する。
- (5) 試料中のシリジスパイク内標準物質のピーク面積が、標準液におけるシリジスパイク内標準物質のピーク面積の 60 % 以上でなければならない。

問18 ダイオキシン類測定分析方法の検出下限及び定量下限に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類の測定は、使用する装置、測定条件及び測定操作等により測定精度が大きく変動しやすい。
- (2) JIS では、装置、測定方法、試料のそれぞれについて検出下限及び定量下限が定義されている。
- (3) 装置の検出下限は、測定に使用する GC/MS で検出できる最大量である。
- (4) 測定方法の検出下限は、前処理から GC/MS による測定までの一連の操作において検出できる最小量である。
- (5) 試料における検出下限以上と定量下限以上の値とは区別して報告する。

問19 JIS K 0311 による試料採取装置に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 測定点の排ガス流速に対して相対誤差 $-5 \sim +10 \%$ の範囲内で、等速吸引による試料ガスの採取が可能である。
- (2) ダイオキシン類について十分な捕集率がある。
- (3) ダイオキシン類の二次生成、分解などの起こり得る可能性がない。
- (4) JIS I 形採取装置は、排ガス中のダイオキシン類をフィルタによるろ過捕集、吸収瓶による液体捕集及び吸着カラムによる吸着捕集で捕集する採取装置の基本となる装置である。
- (5) JIS II 形採取装置は、排ガス中のダイオキシン類をフィルタによりろ過捕集した後、アルミナ系の吸着剤を特殊加工して成形した円筒フィルタ状の吸着剤によって吸着捕集する装置であり、あらゆる排ガスに適用可能である。

問20 工場排水中のダイオキシン類試料採取に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 試料容器は特に断らない限りガラス製のものをを用いる。
- (2) 試料水中に残留塩素が存在する場合には、残留塩素 1 mg/L に対してチオ硫酸ナトリウム五水和物 7.0 mg/L を添加し、よく混合する。
- (3) 試料容器の栓にはゴム製、コルク製は使用しない。
- (4) 試料水による容器の洗浄を行ってから採水する。
- (5) 場合によっては測定地点において試料水を通水してダイオキシン類を捕集する大容量捕集装置を用いる採取を行ってもよい。

問21 抽出液量 50 mL のうち 20 mL を分取し、最終検液量 20 μL 、GC/MS 注入量 2 μL 、TeCDDs の測定方法の検出下限が 0.08 pg の場合、試料ガスにおける検出下限 0.0008 ng/m^3 (0 $^{\circ}\text{C}$ 、101.325 kPa) を得るために必要な標準状態(0 $^{\circ}\text{C}$ 、101.325 kPa)における試料ガス採取量(m^3)はいくらか。

- (1) 2.0 (2) 2.5 (3) 3.0 (4) 3.5 (5) 4.0

問22 抽出液量 200 mL のうち 100 mL を分取し、最終検液量 10 μL 、GC/MS 注入量 1 μL 、TeCDDs の測定方法の検出下限が 0.06 pg の場合、試料における検出下限 0.08 pg/L を得るために必要な試料採水量(L)はいくらか。

- (1) 4 (2) 8 (3) 15 (4) 25 (5) 30

問23 ダイオキシン類の同定に関する記述中、(ア)~(エ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

モニターした二つ以上のイオンにおけるクロマトグラム上のピーク (ア) の比が標準物質のものとはほぼ同じであり、塩素原子の同位体存在比から推定されるイオン強度比に対して \pm (イ) %以内(検出下限の3倍以下の濃度では \pm (ウ) %)であれば、そのピークはダイオキシン類によるものであるとする。標準物質のない化合物の同定は、分析に用いたカラムのクロマトグラム上における溶出 (エ) を参考にして行う。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| (1) 面積 | 10 | 20 | 順位 | |
| (2) 面積 | 15 | 20 | 速度 | |
| (3) 面積 | 15 | 25 | 順位 | |
| (4) 高さ | 10 | 25 | 順位 | |
| (5) 高さ | 10 | 20 | 速度 | |

問24 サンプリグスパイク回収率に関する記述中、(ア)及び(イ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

排ガスの試料のサンプリグスパイク回収率は、サンプリグスパイク内標準物質のピーク面積と (ア) 内標準物質のピーク面積の比及び対応する (ア) 内標準物質との相対感度を用いて計算できる。測定値が以下の場合、サンプリグスパイク回収率はおおよそ (イ) %である。

サンプリグスパイク内標準物質のピーク面積：300000

対応する (ア) 内標準物質のピーク面積：200000

対応する (ア) 内標準物質の添加量 (pg)：600

対応する (ア) 内標準物質の相対感度：1.050

サンプリグスパイクの添加量 (pg)：1000

| | (ア) | (イ) |
|-----------------|-----|-----|
| (1) シリンジスパイク | | 86 |
| (2) シリンジスパイク | | 90 |
| (3) シリンジスパイク | | 106 |
| (4) クリーンアップスパイク | | 86 |
| (5) クリーンアップスパイク | | 106 |

問25 ダイオキシン類測定 of 精度管理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) クリーンアップスパイク内標準物質の回収率は、50～120%の範囲内でなければならない。
- (2) 得られた装置の検出下限が、コプラナーPCBで0.4 pgより大きいときには、器具、機器を確認して、この値以下になるように調節する。
- (3) 得られた試料ガスにおける検出下限は、評価しなければならない濃度の1/30以下でなければならない。
- (4) 排ガス試料の空試験には、操作ブランクとトラベルブランクの2種類がある。
- (5) 試料採取、前処理操作及び測定操作における総合的な信頼性を確保するために、水試料では、同一試料から二つ以上の測定試料について同様に測定する。

略 語 表

| 略 語 | 用 語 |
|-----------------|-------------------------|
| 2,3,4,7,8-PeCDF | 2,3,4,7,8-ペンタクロロジベンゾフラン |
| GC/MS | ガスクロマトグラフ質量分析計 |
| PCDDs | ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン |
| PCDFs | ポリクロロジベンゾフラン |
| TeCDDs | テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン |
| TEQ | 毒性等量, 等価換算毒性量 |
| コプラナー PCB | コプラナーポリクロロビフェニル |

