

# 15 ダイオキシン類特論

(令和元年度)

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 1900198765

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	9	0	0	1	9	8	7	6	5
<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]
[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]
[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]
[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	<input type="checkbox"/>
[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	<input type="checkbox"/>	[6]
[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	<input type="checkbox"/>	[7]	[7]
[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	<input type="checkbox"/>	[8]	[8]	[8]
[9]	<input type="checkbox"/>	[9]	[9]	[9]	<input type="checkbox"/>	[9]	[9]	[9]	[9]
[0]	[0]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]

(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 固体燃料の燃焼装置に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 流動層燃焼とは、高温の砂層に空気を下から吹き込んで沸騰に似た状態とし、そこに燃料を供給して燃焼させる方法である。
- (2) 噴霧燃焼とは、燃料を微粒子状で気相に吹き込み燃焼させる方法で、粉碎の必要のない食品廃棄物や畜産廃棄物には適している。
- (3) ストーカー燃焼炉は、ストーカーと呼ばれる分割した可動式の火格子を用い、燃料が供給側から排出側へ、順次移動する構造である。
- (4) ストーカー燃焼では、乾燥、熱分解、残渣の表面燃焼、揮発分の気相燃焼の場所を分けて、それぞれへの空気供給量を変えたりするような細かい制御を行いやすい。
- (5) ロータリーキルンとは、軸をわずかに傾斜させて回転する円筒形の炉(キルン)で、炉内滞留時間はキルンの全長だけで決まり、30分から数時間程度に設定することが多い。

問2 バグフィルターに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 見掛けろ過速度は、処理対象となるばいじんの性状、特にダスト径、フィルター形状などによって異なるが、大体0.2～6 m/min(0.003～0.1 m/s)の範囲で使用される。
- (2) 見掛けろ過速度は、ろ布自体の空隙率くうげきが小さい織布では小さく、空隙率の大きな不織布では大きくとられる。
- (3) 間欠式ダスト払い落とし方式は、集じん室を密閉して払い落としをするので、清浄ガス中へダストが逸出することがなく、高い集じん率が期待できる。
- (4) 連続式ダスト払い落とし方式は、集じん室のガス流れを停止せずに各ろ布の付着ダストを順次、連続的に払い落とすので、装置の圧力損失が変動しやすい。
- (5) 合成繊維製ろ材で高電気抵抗ダストの処理をするには、ろ材に金属繊維を織り込んだり、黒鉛処理をする。あるいは、ガスを調湿してろ布表面の吸湿性を高めるなどの工夫をする。

問3 電気集じん装置に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 大容量の集じん装置はガス流速の均一な分布ができるように、一般にガス流を鉛直方向としている。
- (2) 円筒形電気集じん装置は、小容量の排ガス処理に用いられる。
- (3) 対象粒子が乾燥した固体微粒子であり、これを乾燥したまま捕集するものを乾式電気集じん装置という。
- (4) 集じん電極表面に注水して水膜を作ったり、集じん室に水を噴霧したりして、集じん電極上に捕集した粒子を水とともに洗い流す方式のものを湿式電気集じん装置という。
- (5) 湿式電気集じん装置は、塩化水素などのガス吸収が同時にできる。

問4 電気集じんにおける逆電離現象の説明に関する記述中、(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。

集じん電極に付着したダスト層の電気抵抗率が極めて高い場合、ダスト層を流れる電流が増加すると層内に著しい電位の  (ア) を生じ、ダスト層内で  (イ) を起こす。これにより、  (イ) 点から、多量の  (ウ) のイオンが集じん空間に向かって放出されるため、ダストの電荷の中和や  (ウ) 極性への帯電が起こる。

- |     | (ア) | (イ)  | (ウ) |
|-----|-----|------|-----|
| (1) | 降下  | 絶縁破壊 | 負   |
| (2) | 降下  | 電界放出 | 負   |
| (3) | 上昇  | 絶縁破壊 | 正   |
| (4) | 降下  | 絶縁破壊 | 正   |
| (5) | 上昇  | 電界放出 | 負   |

問5 充填層式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) 代表的なものに充填塔、流動層スクラバーなどがある。
- (2) 一般に、低ダスト濃度ガスの処理に使用される。
- (3) 充填物としては、比表面積が大きく水膜が形成しやすいものが用いられる。
- (4) 充填塔では、充填層での処理ガス流速は1 m/s 以下であり、50 %分離粒子径は1 μm 前後である。
- (5) 充填物としては、従来は磁器製その他のラシヒリング、木製ハードル、コークスなどが用いられていたが、最近では真鍮<sup>しんちゆう</sup>やステンレススチール等、金属製のものが多く採用される。

問6 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) 酸化バナジウム系触媒が実用化されている。
- (2) 触媒によっては、毒性の高い低塩素化物が増加する場合がある。
- (3) 排ガス流量を変えずに触媒量を増やすと、空間速度(SV 値)は大きくなる。
- (4) 圧力損失を小さくするため、一般にハニカム構造の触媒が用いられる。
- (5) 触媒寿命は、反応温度や排ガス組成に影響を受ける。

問7 活性コークスに関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

発電所や製鉄所<sup>(1)</sup>などの排ガス処理に適用されている炭素質材料で、比表面積はおおむね $20 \sim 40 \text{ m}^2/\text{g}$ <sup>(2)</sup>と活性炭の数分の1程度である。一部は、 $140 \text{ }^\circ\text{C}$ <sup>(3)</sup>程度の排ガスの脱硫<sup>(4)</sup>及び脱硝<sup>(5)</sup>に適用されている。

問 8 吸着処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 物理吸着した分子は、化学吸着した分子より容易に表面から脱離する。
- (2) 熱力学的には、吸着は吸熱過程である。
- (3) 一般に、比表面積の大きい吸着剤ほど平衡吸着量も多い。
- (4) ダイオキシン類は疎水性が著しく強いので、疎水性の活性炭表面には容易に吸着する。
- (5) 充填塔によるガス処理では、空間速度(SV 値)を大きくすると、破過時間は短くなる。

問 9 鉄鉱石焼結工程におけるダイオキシン類の挙動に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 焼成進行に伴う排ガス中ダイオキシン類濃度の変化は、 $\text{SO}_x$ 濃度の変化に類似している。
- (2) 配合原料中の塩素濃度とダイオキシン類生成量には、比較的強い正の相関関係が報告されている。
- (3) 焼結鉱中にはダイオキシン類がほとんど残留しない。
- (4) コークスや無煙炭など燃料の種類がダイオキシン類の発生量に影響する。
- (5) 焼成過程において、配合原料中に含まれるダイオキシン類のほとんどが揮発し、ダスト表面に吸着して排出される。

問10 製鋼用電気炉の排ガスに関する記述中、(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。

排ガス中には、 (ア) が  (イ) よりも多く存在し、ともに塩素数が  (ウ) の同族体が多い特徴を持つ。また、コプラナー PCB の TEQ 濃度は、 (ア) +  (イ) の  (エ) %程度である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	PCDDs	PCDFs	5, 6	15
(2)	PCDFs	PCDDs	5, 6	15
(3)	PCDFs	PCDDs	7, 8	30
(4)	PCDDs	PCDFs	7, 8	15
(5)	PCDFs	PCDDs	5, 6	30

問11 アルミニウム合金製造プロセス及びその原料に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 溶解炉のバーナーは、溶湯温度を 700 ～ 750℃程度に保持するために連続運転される。
- (2) 原料の一つである切り粉には、油溶性及び水溶性の切削油に由来する塩素が含まれている。
- (3) 切り粉は、油切り及び水切り処理し、さらに 300 ～ 500℃で乾燥する。
- (4) 焙焼炉では、使用済飲料缶の塗料に含まれる揮発分を除去するため、通常 500℃以上で処理を行う。
- (5) 溶解炉におけるドロスの分離、水素やアルカリ及びアルカリ土類金属の除去を促進するため、粉体状フラックスや塩素ガスを使用する。

問12 ダイオキシン類排出の現状に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 水への産業系排出施設では、パルプ製造漂白施設、塩ビモノマー製造施設などが特定施設として指定されている。
- (2) 2016(平成28)年の水への排出量は、大気への排出を含めた総量に対して約4.2%である。
- (3) 最近では塩素系ダイオキシン類に加えて、臭素系ダイオキシン類による環境汚染も懸念されている。
- (4) 化学品等の製造工程において塩素化合物を使用することによりダイオキシン類が生じて、排水として排出される場合がある。
- (5) 排水中のダイオキシン類は河川などの懸濁物質に付着して沈降し、底質として蓄積される。

問13 排水処理技術に関する記述中、(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。

水に懸濁している粒子のうち、大きさが  (ア)  $\mu\text{m}$  くらいまでは  (イ) 分離、浮上分離、清澄ろ過法で分離することができるが、  (ウ)  $\mu\text{m}$  以下の粒子になると  (エ) 法を用いないと機械的な分離ができない。

- |     | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1) | 1   | 凝集  | 0.1 | 沈降  |
| (2) | 1   | 沈降  | 0.1 | 凝集  |
| (3) | 10  | 凝集  | 0.1 | 沈降  |
| (4) | 10  | 沈降  | 1   | 凝集  |
| (5) | 100 | 凝集  | 1   | 沈降  |

問14 凝集沈殿処理技術に関する記述中、(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。

凝集の過程は、粒子表面の荷電中和による  (ア) と、さらに粒子を架橋作用により粗大化させる  (イ) に大別される。一般的に使われている凝集剤は、 (ア) のための  (ウ) と、 (イ) のための  (エ) とに分けられる。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	フロック化	安定化	無機凝集剤	高分子凝集剤
(2)	不安定化	フロック化	無機凝集剤	高分子凝集剤
(3)	安定化	フロック化	無機凝集剤	高分子凝集剤
(4)	不安定化	フロック化	高分子凝集剤	無機凝集剤
(5)	フロック化	不安定化	高分子凝集剤	無機凝集剤

問15 アルミナ繊維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。

アルミニウム粉に水<sub>(1)</sub>と塩酸<sub>(2)</sub>を作用させ、オキシ塩化アルミニウム ( $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )とし、これにシリカゾル<sub>(3)</sub>、増粘剤(無機化合物)<sub>(4)</sub>を混和し減圧濃縮する。この液を熱風<sub>(5)</sub>中に噴射し製綿する。

問16 2,3-ジクロロ-1,4-ナフトキノン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。

(1) ニトロベンゼンを溶媒としてナフトキノンを溶解させ、触媒として塩化鉄(Ⅲ)を加え冷却後、塩素を吹き込み、ナフトキノンを塩素化する。この塩素化反応工程がダイオキシン類の主な発生原因であると推測され、TEQに占める割合はPCDDsが非常に高い。目的生成物は、農薬中間体などとして使用される。

問17 ダイオキシン類の測定分析方法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分析は超微量の分離定量分析である。
- (2) ダイオキシン類の異性体は多数あり、その異性体ごとに毒性は異なるため、可能な限りの異性体の分離分析が求められる。
- (3) 測定で求めた異性体の濃度から毒性等量(TEQ)が算出される。
- (4) ダイオキシン類測定分析の操作過程は、一般的には、試料採取、試料の前処理、GC/MS分析に分類される。
- (5) GC/MS分析では、低分解能質量分析計が用いられる。

問18 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) I形、II形、III形及びIV形の4種類の装置が附属書に示されている。
- (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) 試料採取後から抽出操作を行うまでの操作において、ダイオキシン類の損失がない。
- (5) ダストなどによる汚染及び試料採取中に現場の大気への混入などがない。

問19 抽出液量 100 mL のうち 50 mL を分取し、最終検液量 20  $\mu$ L、GC/MS 注入量 1  $\mu$ L、TeCDDs の測定方法の検出下限が 0.04 pg の場合、試料ガスにおける検出下限 0.0008 ng/ $m^3$  (0  $^{\circ}$ C, 101.325 kPa) を得るために必要な標準状態(0  $^{\circ}$ C, 101.325 kPa)における試料ガス採取量( $m^3$ )はいくらか。

- (1) 1.0      (2) 1.5      (3) 2.0      (4) 2.5      (5) 4.0

問20 ダイオキシン類の測定分析における前処理操作に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 排ガス試料のフィルタ部に捕集されたダストは、塩酸による処理を行う。
- (2) 排水試料のろ液からの抽出は、固相抽出法又は液-液抽出法から選択する。
- (3) 固相抽出を行う場合、吸着破過を起こす通水量の確認ができていない試料については、1枚の抽出用固相への通水量を 10 L 以下とする。
- (4) カラムクロマトグラフ操作におけるダイオキシン類の溶出条件は、フライアッシュの抽出液などすべてのダイオキシン類を含む試料液を用いた分画試験で確認しなければならない。
- (5) 試料中に鉱物油などの油分が多いときなどは、必要に応じてジメチルスルホキシド(DMSO)分配処理操作を加えてもよい。

問21 ダイオキシン類の測定分析における前処理操作に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 試料の抽出液にクリーンアップスパイク内標準物質を添加した後に、クリーンアップを行う。
- (2) 排水試料は、吸引ろ過し、ろ過残留物とろ液に分け、それぞれ抽出操作を行う。
- (3) 採取した排水試料は、試料容器中の全量を測定に用いる。
- (4) 抽出液を作製した後の排水試料の前処理操作は、原則的に排ガスと同様である。
- (5) 再測定の必要な場合があるため、抽出液の一部を保存しておくことが望ましい。

問22 ダイオキシン類の GC/MS による測定分析に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 検量線の作成は、各検量線作成用標準液を 1 濃度に対して最低 2 回 GC/MS に注入し、全濃度領域で合計 10 点以上のデータをとる。
- (2) 各標準物質及び内標準物質のピーク面積を求め、各標準物質の対応するクリーンアップスパイク内標準物質に対するピーク面積の比及び注入した標準液中のその標準物質と内標準物質の濃度の比を用いて検量線を作成し、相対感度  $RRF_{cs}$  を算出する。
- (3) 検量線作成時の  $RRF_{cs}$  は変動係数が 10 % を超えてはならない。
- (4) 検量線作成用標準液の中から一つ以上を選び  $RRF_{cs}$  を求め、この相対感度が検量線作成時の  $RRF_{cs}$  に対して  $\pm 10\%$  以内であれば、検量線作成時の相対感度を用いて測定を行う。
- (5) クロマトグラム上において、ベースラインのノイズ幅( $N$ )に対して 3 倍以上のピーク高さ( $S$ )であるピーク、すなわちピーク高さで  $S/N = 3$  以上となるピークについて、ピークとして検出する。

問23 酸素濃度 12 % に換算した排ガス試料の 2,3,7,8-TeCDD 濃度( $\text{ng}/\text{m}^3$  ( $0^\circ\text{C}$ ,  $101.325\text{ kPa}$ ))はおよそいくらか。ただし、測定値は以下のとおりとする。

抽出液全量中の 2,3,7,8-TeCDD の量 (ng) : 21  
空試験での 2,3,7,8-TeCDD の量 (ng) : 0  
排ガスの採取量 ( $0^\circ\text{C}$ ,  $101.325\text{ kPa}$ ) ( $\text{m}^3$ ) : 5.0  
排ガス中の酸素濃度 (%) : 18

- (1) 0.7      (2) 1.4      (3) 2.8      (4) 8.4      (5) 12.6

問24 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) シリンジスパイク内標準物質は、GC/MS への測定用試料液の注入を確認するために使用される。
- (2) クリーンアップスパイク内標準物質の回収率は、70 ~ 130 % の範囲内であればならない。
- (3) 装置の検出下限は、コプラナー PCB では  $0.2\text{ pg}$  以下でなければならない。
- (4) 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。
- (5) 操作ブランク試験は、測定用試料の調製又は GC/MS への導入操作などに起因する汚染を確認する操作である。

問25 クリーンアップ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。

クリーンアップスパイク回収率は、クリーンアップ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相対感度を用いて計算できる。測定値が以下の場合、クリーンアップスパイク回収率はおおよそ  (イ)  %である。

クリーンアップスパイク内標準物質のピーク面積：400000

対応する  (ア)  内標準物質のピーク面積       ：300000

対応する  (ア)  内標準物質の添加量 (pg)       ：700

対応する  (ア)  内標準物質との相対感度       ：1.050

クリーンアップスパイク内標準物質の添加量 (pg)：1000

	(ア)	(イ)
(1) シリンジスパイク		89
(2) シリンジスパイク		98
(3) サンプルリングスパイク		50
(4) サンプルリングスパイク		89
(5) サンプルリングスパイク		98

## 略 語 表

略 語	用 語
2,3,7,8-TeCDD	2,3,7,8-テトラクロロ(四塩化)ジベンゾ-パラ-ジオキシン
GC/MS	ガスクロマトグラフ質量分析計
PCDDs	ポリ塩化(ポリクロロ)ジベンゾ-パラ-ジオキシン
PCDFs	ポリ塩化(ポリクロロ)ジベンゾフラン
$RRF_{cs}$	測定対象物質のクリーンアップスパイク内標準物質に対する 相対感度
TeCDDs	テトラクロロ(四塩化)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	コプラナーポリ塩化(ポリクロロ)ビフェニル

