

# 15 ダイオキシン類特論

(令和2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 2000198765

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									
2	0	0	0	1	9	8	7	6	5
[1]	[1]	[1]	[1]	<input checked="" type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
<input checked="" type="checkbox"/>	[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 checked="" type="checkbox"/>
[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	<input checked="" type="checkbox"/>	[6]
[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	<input checked="" type="checkbox"/>	[7]	[7]
[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	<input checked="" type="checkbox"/>	[8]	[8]	[8]
[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	<input checked="" type="checkbox"/>	[9]	[9]	[9]	[9]
[0]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" 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、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 固体燃料の燃焼における粒子の温度と熱分解に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 粒子の温度上昇率は、炉内雰囲気温度と粒子表面近傍の熱伝達率、それに周囲壁面の温度と放射率などによりほぼ決まる。
- (2) 高温や熱放射の強い条件では、急速に粒子温度が上昇し揮発分の放出が進む。
- (3) 分解燃焼の実態は気相での揮発分の燃焼であるので、揮発分と空気との混合速度、揮発分の化学反応速度などにより燃焼速度が決まる。
- (4) 一般に褐炭、泥炭のように揮発分の多い燃料が高温の雰囲気に供給されると、多量の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、すすが生成しやすいことが知られている。
- (5) プラスチックや一般廃棄物は、燃料用石炭に比べれば揮発分の少ない燃料である。

問2 廃棄物焼却における排出抑制に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類の生成量をゼロにすることは非常に困難なため、排ガス処理による排出抑制が重要である。
- (2) バグフィルターのダイオキシン類分離性能は高温ほどよくなる。
- (3) バグフィルターへの活性炭吹込みにより、気相のダイオキシン類を吸着除去できる。
- (4) ダイオキシン類は触媒による酸化分解が可能である。
- (5) 排ガス処理によるダイオキシン類除去率を上げると、集じん装置により分離されたフライアッシュ中のダイオキシン類濃度が高くなる傾向がある。

問3 大気汚染防止法における「ばいじん」の説明として、適切なものはどれか。

- (1) 集じんの対象となる固体粒子
- (2) 金属蒸気などが凝縮して生成する粒子
- (3) 物の破碎，選別等に伴い発生する粒子
- (4) 燃焼又は熱源としての電気の使用に伴い発生する粒子
- (5) 大気中に浮遊する液体の微粒子

問4 バグフィルターのダストの捕集機構に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) バグフィルターは、ダストの捕集と払い落としを繰り返しながら運転する。
- (2) 新しいろ布や払い落とし直後のろ布のように捕集粒子量が少ない段階では、慣性力，遮り，拡散，重力などの機構により，繊維内に捕集される。
- (3) ろ布表面近くがダストで埋め尽くされると，ろ布表面全体で粒子径によらずほぼ完全に捕集され，ダスト層が形成されるようになる。
- (4) ダスト層によるろ過では，ガスの流通抵抗が大きくなり，圧力損失が増加するので，ときどき堆積ダストを払い落とす。
- (5) 払い落とし後に残留するダストの量は払い落とし回数とともに増加し，最終的にはダストが強固に付着した二次付着層が形成される。

問5 ダストを主に慣性力，拡散，重力などの機構により液滴や液膜に捕集する集じん装置の名称はどれか。

- (1) スクラバー
- (2) 乾式電気集じん装置
- (3) 湿式電気集じん装置
- (4) バグフィルター
- (5) サイクロン

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。

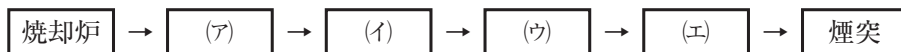
処理条件を表す指標として，以下の式で定義される空間速度(SV 値)が一般的に用いられる。

$$SV \text{ 値} = \frac{\text{(ア)}}{\text{(イ)}}$$

SV 値が大きくなるほど排ガスと触媒との接触時間は  なり，ダイオキシン類の分解率は  する。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	排ガス温度	排ガス流量	短く	増加
(2)	排ガス流量	触媒量	長く	増加
(3)	ダイオキシン類濃度	排ガス流量	短く	低下
(4)	ダイオキシン類濃度	排ガス温度	長く	増加
(5)	排ガス流量	触媒量	短く	低下

問7 都市ごみ焼却施設での触媒処理の設備フローとして、(ア)~(エ)の  の中に挿入すべき語句の組合せとして、適当なものはどれか。



	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	消石灰吹込み	バグフィルター	再加熱器	触媒反応器
(2)	バグフィルター	触媒反応器	再加熱器	消石灰吹込み
(3)	触媒反応器	バグフィルター	消石灰吹込み	再加熱器
(4)	消石灰吹込み	再加熱器	触媒反応器	バグフィルター
(5)	バグフィルター	再加熱器	消石灰吹込み	触媒反応器

問8 活性炭に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 炭素の微結晶に多環芳香族分子などが積層し、さらに酸素や水素を含む官能基から成り立っていると考えられる。
- (2) 一般に、直径 50 nm 以上の細孔は、マクロ孔に分類される。
- (3) ヤシ殻系の活性炭では、メソ孔に細孔径分布が集中している。
- (4) 一般に、吸着容量は、ミクロ孔の量と分布に支配される。
- (5) 排ガス吸着運転を経た活性炭は、発火点が低下することが指摘されている。

問9 わが国の鉄鉱石焼結炉の排ガス処理に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

有効焼成面積  $500 \text{ m}^2$  程度の焼結炉からは  $\underline{100 \sim 150 \text{ 万}} \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$  の排ガスが発生し、排ガスのダイオキシン類濃度は  $\underline{\text{焼成前半}}$  にピークを示す。一次集じんは通常、 $\underline{\text{乾式電気集じん装置}}$  で行われ、集じん装置内のガス温度は  $\underline{100} \text{ }^\circ\text{C}$  前後、酸素濃度は  $\underline{15} \%$  程度である。

問10 製鋼用電気炉プロセスに関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 操業中の炉内温度や排ガス組成の変動は小さい。
- (2) 排ガス処理系統として、直引建屋合流方式と直引建屋単独方式があり、一般的に前者の方式のほうが、集じん装置内のろ過温度が高い。
- (3) 排ガス量は  $50 \sim 75 \text{ m}^3_{\text{N}} \cdot \text{t}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  程度であり、その顕熱を利用したスクラップ予熱が行われる場合がある。
- (4) 排ガス集じん装置として、主に電気集じん機が使用されている。
- (5) 排ガス集じんダストの粒径は、 $0.1 \sim 10 \text{ } \mu\text{m}$  程度であり、数%の塩素を含有する。

問11 製鋼用電気炉の集じんダストからの亜鉛回収工程及び各種炉とその説明の組合せとして、誤っているものはどれか。

- (1) 還元揮発法 — ペレット化された電気炉ダストをコークス等の還元剤とともに還元炉で処理し、亜鉛を還元揮発後、空気により酸化して酸化亜鉛を得る。
- (2) 塩化揮発法 — ペレット化された電気炉ダストをロータリーキルンで処理し、亜鉛を塩化揮発後、水素により還元して金属亜鉛を得る。
- (3) 還元炉(溶鋳炉) — 電気炉ダスト、還元剤、フラックスを混合して作製した団鋳を装入し、1300～1350℃の還元雰囲気において原料中の亜鉛を還元する。
- (4) ドワイトロイド形焼結炉 — 揮発炉で処理した焼成鋳を粉コークス及び返鋳かえしこうと混合し、アップドラフト方式で焼結する。
- (5) 蒸留炉 — 焼結鋳と塊コークスかいを炉頂から装入し、塊コークスを発熱体として昇温することにより、亜鉛を還元揮発させる。

問12 塩素系、臭素系ダイオキシン類の性状や排出に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 塩素系ダイオキシン類は、疎水性が強い。
- (2) 塩素系ダイオキシン類は、海水中では懸濁態で存在するものが多い。
- (3) 塩素系ダイオキシン類の排出抑制のため、排水を循環使用してはいけない。
- (4) 臭素系ダイオキシン類の毒性等価係数は、国際的に決まっていない。
- (5) 2017(平成29)年に発表された環境省の臭素系ダイオキシン類排出実態調査では、PBDD/Fsは大気への排出が45%程度、水への排出が55%程度と報告されている。



問13 排水処理技術における活性汚泥法に関する記述中、(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。

活性汚泥は、多数の  (ア) 微生物や有機・無機性の浮遊物質などから成るゼラチン状のフロックである。この活性汚泥と排水を接触させることによって、排水中に含まれる  (イ) を吸着して  (ウ) 分解することができる。

- |     | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | 好気性 | 有機物 | 還元  |
| (2) | 嫌気性 | 有機物 | 還元  |
| (3) | 好気性 | 無機物 | 酸化  |
| (4) | 嫌気性 | 無機物 | 還元  |
| (5) | 好気性 | 有機物 | 酸化  |

問14 生物的手法による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) 生物膜法によって、ダイオキシン類を効率よく分解することは非常に困難であると考えられる。
- (2) 活性汚泥の固液分離により、排水中のダイオキシン類を除去することが可能である。
- (3) ダイオキシン類は活性汚泥に吸着しやすい。
- (4) 活性汚泥法によりダイオキシン類を除去するためには、BOD 除去率は低いほうがよい。
- (5) 汚泥容積指標(SVI)が 200 mL/g を超えると、汚泥が処理水中に流出するおそれがある。

問15 パルプ漂白技術に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

ECF(Elemental Chlorine Free)漂白は、ダイオキシン類発生の主たる要因となる分子状塩素<sup>(1)</sup>を使用せず、二酸化塩素<sup>(2)</sup>と酸素系漂白剤を組み合わせた漂白である。二酸化塩素<sup>(2)</sup>は酸化反応<sup>(3)</sup>を主体とする漂白薬品であり、酸素系漂白剤としては、酸素<sup>(4)</sup>、過酸化水素<sup>(4)</sup>、さらし粉<sup>(5)</sup>などが用いられている。

問16 カーバイド法アセチレン製造プロセスに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 湿式製造法では、大量の水中にカーバイドを添加してアセチレンを発生させる。
- (2) 乾式製造法では、残渣<sup>ざんさ</sup>の炭酸カルシウム中の水は通常2～10%程度である。
- (3) 生成するアセチレンガス中には、不純物として、りん化水素、硫化水素等が含まれている。
- (4) 酸化洗浄工程では、次亜塩素酸ナトリウム、塩素水、塩化鉄(Ⅲ)等が使用される。
- (5) ダイオキシン類は、洗浄工程で生成していると推測される。

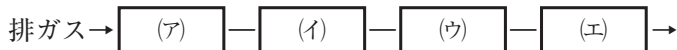
問17 ダイオキシン類測定分析における内標準物質に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類測定分析には、 $^{13}\text{C}$  又は  $^{37}\text{Cl}$  で標識した内標準物質を使用する。
- (2) サンプリグスパイク用内標準物質は、試料採取から抽出までの操作の結果を確認するために使用され、その回収率は 70 ~ 130 % の範囲内であればならない。
- (3) クリーンアップスパイク用内標準物質は、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) クリーンアップスパイク用内標準物質の回収率は、40 ~ 120 % の範囲内であればならない。
- (5) シリンジスパイク用内標準物質は、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。

問18 ダイオキシン類測定分析における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、非常に低い濃度の測定であり、測定に使用する装置、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、様々な濃度範囲において一定のレベル以上の測定精度を常に維持できるように、検出下限及び定量下限を、最終の測定段階で検出・定量できる最小量として定義した。
- (3) 使用する測定装置の感度及び精度によって決まる「装置の検出下限及び定量下限」と、前処理方法を含めた測定操作全体の感度によって決まる「測定方法の検出下限及び定量下限」の 2 種類を定義した。
- (4) 「測定方法の検出下限及び定量下限」を基にして、実際の試料において検出及び定量できる最小濃度として「試料における検出下限及び定量下限」を求める。
- (5) 欧米の規格と同様に、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に定められた試料ガス採取装置の構成として、(ア)～(エ)の  の中に挿入すべき語句の組合せとして、適当なものはどれか。



	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) 採取管部	捕集部	吸引ポンプ	流量測定部	流量測定部
(2) 捕集部	採取管部	吸引ポンプ	流量測定部	流量測定部
(3) 採取管部	捕集部	流量測定部	吸引ポンプ	吸引ポンプ
(4) 捕集部	採取管部	流量測定部	吸引ポンプ	吸引ポンプ
(5) 流量測定部	捕集部	採取管部	吸引ポンプ	吸引ポンプ

問20 JISに定められた水試料の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使用する。
- (2) 測定対象物質が採水器内壁に吸着しない採水器を用いる。
- (3) 試料水による容器の洗浄は行わない。
- (4) 採水した試料は、試料容器に空間が残らないように入れ、密栓する。
- (5) 試料水中に残留塩素が存在する場合には、チオ硫酸ナトリウム五水和物を添加し、よく混合する。

問21 抽出液量 200 mL のうち 50 mL を分取し、最終検液量 50  $\mu$ L, GC-MS 注入量 2  $\mu$ L, TeCDDs の測定方法の検出下限が 0.06 pg の場合、試料ガスにおける検出下限 0.0008 ng/ $m^3$  (0  $^{\circ}$ C, 101.32 kPa) を得るために必要な標準状態(0  $^{\circ}$ C, 101.32 kPa)における試料ガス採取量( $m^3$ )はおよそいくらか。

- (1) 1.6      (2) 3.1      (3) 4.8      (4) 7.5      (5) 9.6

問22 ダイオキシン類測定分析における試料の前処理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は、塩酸による処理を行う。
- (2) 排ガス試料の吸着剤などの固体からの抽出は、ソックスレー抽出又はこれと同等の抽出方法で行う。
- (3) 排水試料は、ガラス繊維ろ紙(孔径 5.0  $\mu\text{m}$  程度)で吸引ろ過する。
- (4) 排水試料のろ液からの抽出で固相抽出法を用いる場合、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、一つの抽出用固相への通水量は 5 L 以下とする。
- (5) 液-液抽出法では、ろ液 1 L に対してジクロロメタン 100 mL の割合で添加し、振とう幅約 5 cm、毎分 100 回以上で約 20 分間振り混ぜて抽出する操作を 3 回行う。

問23 ダイオキシン類測定分析における GC/MS の MS 部に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 分解能は 10000 以上とする。
- (2) 検出方法は質量校正用標準物質を用いたロックマス方式による SIM 法を用いる。
- (3) 試料及び内標準物質の塩素化物ごとに、一つの選択イオンの質量/電荷( $m/z$ )とロックマス用の選択イオンの質量/電荷( $m/z$ )を設定する。
- (4) 測定時のデータサンプリング周期は、ピークを構成する測定点が 7 点以上となるように設定する。
- (5) 時間分割によるグルーピング測定をする場合は、グループごとに適切な内標準物質のピークが出現するように条件の設定を行う。

問24 クリーンアップスパイク用内標準物質の回収率(%)はおよそいくらか。ただし、測定値は以下のとおりとする。

クリーンアップスパイク用内標準物質のピーク面積 : 300000

対応するシリンジスパイク用内標準物質のピーク面積 : 200000

対応するシリンジスパイク用内標準物質の添加量(pg) : 600

対応するシリンジスパイク用内標準物質との相対感度 : 1.050

クリーンアップスパイク用内標準物質の添加量(pg) : 1000

- (1) 50            (2) 86            (3) 106            (4) 110            (5) 120

問25 JIS K 0311 に定められたダイオキシン類の測定結果の報告に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 各化合物の濃度は、試料ガスにおける検出下限以上の値はそのまま記載する。
- (2) 各化合物の濃度は、試料ガスにおける検出下限未満の値は検出下限未満であったことがわかるように記載する。
- (3) 実測値は、排ガスについては  $\text{ng/m}^3$  (0℃, 101.32 kPa) として表示する。
- (4) 各化合物の濃度については、JIS Z 8401 によって数値を丸め、有効数字を2桁として表す。
- (5) 各化合物の TEQ は、丸めの操作を行わずに表示する。

## 略 語 表

略 語	用 語
GC/MS	ガスクロマトグラフ質量分析法
GC-MS	ガスクロマトグラフ質量分析計
PBDD/Fs	ポリブロモジベンゾ-パラ-ジオキシン/ジベンゾフラン
SIM 法	選択イオン検出法
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

