

15 ダイオキシン類特論

(令和3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 2100198765

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	1	0	0	1	9	8	7	6	5
[1]	<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	<input type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
<input 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 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]	[9]	[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 集じんの対象となる粒子に関する記述中、(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。

金属蒸気などが凝縮して生じた $1\ \mu\text{m}$ 以下の粒子は (ア) ，液体粒子はミストと呼ばれる。また、「大気汚染防止法」では、燃焼又は熱源としての電気の使用に伴い発生する粒子を (イ) ，物の破碎，選別，その他の機械的処理又は たいせき 堆積に伴い発生し，又は飛散する物質を (ウ) と規定している。

- | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-------------|------|---------|
| (1) 浮遊粒子状物質 | ばいじん | 粉じん |
| (2) ダスト | ばい煙 | 浮遊粒子状物質 |
| (3) フェーム | ばいじん | 粉じん |
| (4) 浮遊粒子状物質 | ばい煙 | ダスト |
| (5) フェーム | ばいじん | ダスト |

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) 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) ダスト層は、くうげき 空隙率が $80\sim 85\%$ 程度と多くの細孔を持つ堆積層となる。
- (3) 圧力損失は、堆積ダスト量とともに増加する。
- (4) 見掛けろ過速度が小さいほど、より確実なダスト分離が可能である。
- (5) 使用するろ布の空隙率は、織布のほうが不織布より大きい。

問3 触媒によるダイオキシン類の分解に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

触媒には、通常、金属又は金属酸化物⁽¹⁾が用いられる。ダイオキシン類は触媒に吸着し、表面上で還元分解⁽²⁾される。触媒は集じん装置の後流⁽³⁾に設置され、触媒表面への酸性硫酸アンモニウム⁽⁴⁾の析出による性能低下を防ぐために、通常 200℃以上⁽⁵⁾で運転される。

問4 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) 低い圧力損失で微細粒子の高効率浄化が可能である。
- (2) 一般に、放電電極を負極、集じん電極を正極とした負コロナ放電を利用する。
- (3) 放電電極には、通常、数万V程度の直流高電圧が印加される。
- (4) 湿式では、集じん電極上に捕集した粒子を水とともに洗い流す。
- (5) 乾式では、逆電離及び再飛散が発生しない。

問5 排ガス中のダイオキシン類の触媒処理について、(ア)及び(イ)の の中に挿入すべき数値の組合せとして、正しいものはどれか。

分析値及び処理条件が以下の場合、ダイオキシン類の分解率は (ア) %、
排ガス流量は (イ) $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$ である。

触媒入口のダイオキシン類濃度($\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$) : 4

触媒出口のダイオキシン類濃度($\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$) : 0.2

空間速度(h^{-1}) : 1500

触媒量(m^3) : 2

- | | (ア) | (イ) |
|-----|-----|------|
| (1) | 5 | 750 |
| (2) | 5 | 3000 |
| (3) | 80 | 6000 |
| (4) | 95 | 750 |
| (5) | 95 | 3000 |

問6 吸着材料に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

ヤシ殻系活性炭では⁽¹⁾ミクロ孔に細孔径分布が集中しており、石炭系活性炭では⁽²⁾マクロ孔も発達している。活性炭は、活性炭に比較して比表面積の⁽³⁾小さい炭素質材料であり、⁽⁴⁾脱硝能力を有するものもある。活性アルミナについては、⁽⁵⁾極性分子の吸着に適するといわれている。

問7 吸着に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 物理吸着は化学吸着に比べ、吸着した分子は比較的容易に表面から脱離する。
- (2) 吸着は発熱過程であることが多いため、吸着処理は高温のほうが有利である。
- (3) 活性炭表面は疎水性であり、ダイオキシン類は容易に物理吸着する。
- (4) 一般に、吸着剤の比表面積が大きいほど平衡吸着量は多い。
- (5) 吸着剤の破過曲線は、一般にS字形曲線となる。

問8 鉄鉱石焼結工程における排ガス処理及び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) 排ガス中のダイオキシン類濃度は、焼成前半にピークを示した後、徐々に低下する。
- (2) 配合原料の塩素濃度とダイオキシン類生成量には、比較的強い相関関係が報告されている。
- (3) 排ガスの一次集じんには、通常、乾式電気集じん機が用いられている。
- (4) 焼結鉱成品には、ダイオキシン類がほとんど残留しない。
- (5) 排ガス中のダイオキシン類濃度は、PCDDsよりもPCDFsが高い。

問9 製鋼用電気炉集じんダスト組成の例を示す表のうち、(ア)～(ウ)に対応する元素記号の組合せとして、正しいものはどれか。

表 製鋼用電気炉集じんダスト組成の例

(単位：%)

ダスト	Fe	Si	(ア)	(イ)	(ウ)	Pb
A	35.8	2.16	0.12	2.89	22.7	1.48
B	20.9	1.68	0.22	9.00	43.3	2.20
C	31.1	1.81	0.30	7.86	24.9	2.26
D	20.6	0.93	0.18	11.9	39.4	2.93
E	28.3	1.10	0.16	9.33	35.7	2.50

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | Cu | Zn | Cl |
| (2) | Al | Zn | Cl |
| (3) | Cu | Cl | Zn |
| (4) | Al | Cl | Zn |
| (5) | Cl | Zn | Al |

問10 塩化揮発法による亜鉛回収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) ロータリーキルンを用いて電気炉ダストの不純物を揮発除去して焼成鋳を得る。
 これを粉コークスと混合し、ドワイトロイド形焼結炉で焼結する。得られた焼結
 鋳を塩化カルシウムとともに蒸留炉(立形抵抗電気炉)に装入して亜鉛を還元揮発
 後、酸化して酸化亜鉛とする。

問11 アルミニウム合金製造用焙焼炉に関する記述中、(ア)～(ウ)の の中に挿入すべき語句と数字の組合せとして、正しいものはどれか。

シュレッダーで粉碎した使用済みアルミ缶をキルン式の炉で (ア) に加熱し、塗料に含まれる揮発分を除去する。キルン内の酸素濃度は、アルミニウムの酸化防止のため (イ) に抑える必要がある。キルンの出口ガスはサイクロン式の集じん機を経て、再加熱炉に導入される。 (ウ) 前後で燃焼した後、再加熱炉を出たガスの約 1/2 は再度キルンに戻される。

(ア)	(イ)	(ウ)
(1) 300℃程度	0.1%以下	500℃
(2) 300℃程度	6～8%程度	800℃
(3) 500℃以上	6～8%程度	800℃
(4) 500℃以上	6～8%程度	500℃
(5) 500℃程度	0.1%以下	800℃

問12 ダイオキシン類含有排水処理技術に関する記述中、(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。

懸濁態けんだくのダイオキシン類は、一次処理による (ア) ，二次処理での (イ) などにより大部分が除去でき、溶存態のダイオキシン類は、三次処理での活性炭吸着、オゾン処理、 (ウ) などにより分解・除去できる。

(ア)	(イ)	(ウ)
(1) 浮遊物質の除去	活性汚泥の固液分離	促進酸化処理
(2) 浮遊物質の除去	促進酸化処理	pH調整
(3) 無機栄養塩類の除去	促進酸化処理	活性汚泥の固液分離
(4) 活性汚泥の固液分離	無機栄養塩類の除去	促進酸化処理
(5) 活性汚泥の固液分離	浮遊物質の除去	pH調整

問13 凝集沈殿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) 水中の $0.001 \sim 1 \mu\text{m}$ の大きさの粒子が凝集処理の対象となる。
- (2) 無機凝集剤には、粒子表面の荷電中和により不安定化する作用がある。
- (3) アルミン酸ナトリウムは、硫酸アルミニウムとの併用により凝集効果が高まるといわれている。
- (4) 陽電荷のコロイドに対しては、陽イオン性ポリマーの単独使用で、荷電中和とフロック化を同時に行わせて凝集処理を行うことがある。
- (5) 非イオン性ポリマーは、低 pH 域の凝集処理に有効である。

問14 膜ろ過による排水処理に関する記述中、(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。

膜ろ過は、使用する膜の穴の大きさによって分類される。 (ア) では、ミクロンオーダーの懸濁物や細菌などの微粒子を除去できる。 (イ) では、サブミクロン領域のコロイドや高分子物質を除去できる。 (ウ) では、分子量数千までの低分子物質も除去できる。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|------|------|------|
| (1) | 精密ろ過 | 逆浸透法 | 限外ろ過 |
| (2) | 限外ろ過 | 精密ろ過 | 逆浸透法 |
| (3) | 逆浸透法 | 限外ろ過 | 精密ろ過 |
| (4) | 限外ろ過 | 逆浸透法 | 精密ろ過 |
| (5) | 精密ろ過 | 限外ろ過 | 逆浸透法 |

問15 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。

クロロベンゼン類はベンゼンを白金触媒などの存在下で塩素化して作られ、染料中間物、農薬、医薬品などの用途で利用されている。製造施設を有する事業場の実態調査により、粗クロロベンゼンの水洗施設並びに生成物の回収工程に係る廃ガス洗浄施設から、ダイオキシン類を含む排水が発生していることが確認された。

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中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

アセチレンは有機合成工業の基礎原料であり、酢酸、塩化ビニル、トリクロロエチレンなどの原料となっている。カーバイド法では、シリコンカーバイドに水を注加しアセチレンガスを発生させる。生成ガス中には不純物として、りん化水素、硫化水素などが含まれているため、次亜塩素酸ナトリウム、塩素水などを使用する酸化洗浄塔などからなる一連の湿式洗浄装置により、これらの不純物を洗浄除去する。

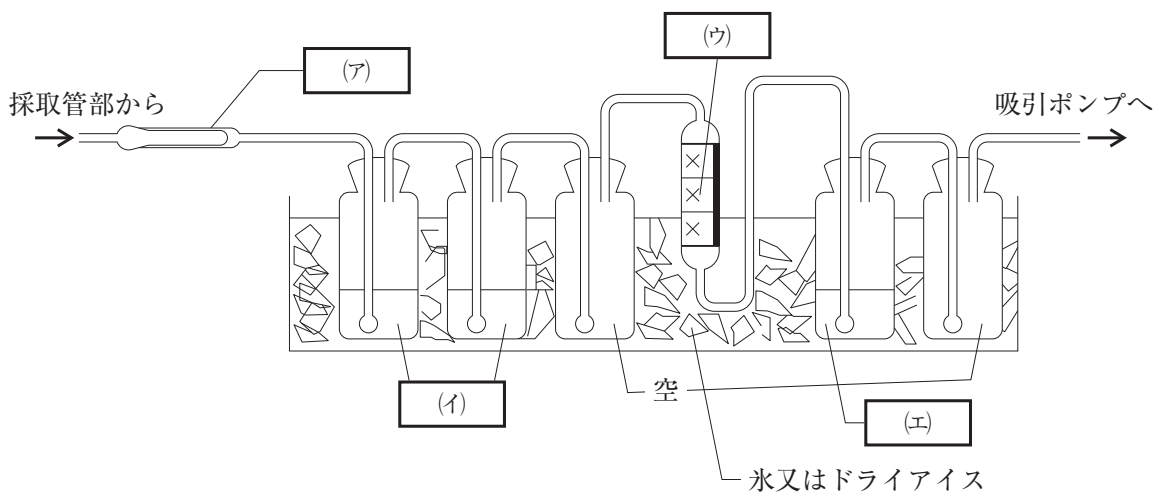
問17 ダイオキシン類の測定方法の概要に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類測定分析の操作過程は、試料採取、試料の前処理(抽出及びクリーンアップ)、GC/MS分析に分類される。
- (2) 試料の前処理では、抽出によるダイオキシン類を含む有機化合物の抽出分離、クリーンアップによる抽出液中のダイオキシン類のマトリックスや妨害成分からの分離精製が行われる。
- (3) GC/MS分析では、キャピラリーガスクロマトグラフ法による異性体成分と妨害成分の分離、高分解能質量分析計を用いたミリマスオーダーでのイオンの検出、さらに同定・定量、データ処理における同位体比評価やピークの判定などが行われる。
- (4) ダイオキシン類の測定分析には、 ^{13}C 又は ^{35}Cl で標識した内標準物質を使用する。
- (5) 水試料のTEQを算出するには、ダイオキシン類の実測濃度にTEFを乗じてTEQの総和を算出する。

問18 JIS K 0311 に示されている排ガス試料採取装置の条件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 $\pm 10\%$ 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、分解などが起こらない。
- (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) 採取装置のダストなどによる汚染及び試料ガス採取中に現場の大気の混入などが無い。

問19 JIS K 0311 に示されている JIS I 形装置(例)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、正しいものはどれか。



(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) 円筒ろ紙	ヘキサン洗浄水	吸着剤カラム	ジエチレングリコール
(2) ガラスウール	ヘキサン洗浄水	アルミナカラム	ジエチレングリコール
(3) 円筒ろ紙	ヘキサン洗浄水	吸着剤カラム	ヘキサン洗浄水
(4) ガラスウール	ジエチレングリコール	吸着剤カラム	ヘキサン洗浄水
(5) 円筒ろ紙	ジエチレングリコール	アルミナカラム	ヘキサン洗浄水

問20 抽出液量 100 mL のうち 50 mL を分取し、最終検液量 50 μ L、GC-MS 注入量 2 μ L、PeCDDs の測定方法の検出下限が 0.05 pg の場合、試料ガスにおける検出下限が 0.0008 ng/m³ (0 $^{\circ}$ C, 101.32 kPa) を得るために必要な標準状態における試料ガス採取量 (m³) はおよそいくらか。

- (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4) 6 (5) 10

問21 ダイオキシン類の抽出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捕集部は、塩酸による処理を行う。
- (2) 排ガス試料のろ過材などの固体からの抽出には、ソックスレー抽出又はこれと同等の抽出方法を用いる。
- (3) 排ガス試料の液体捕集部からの抽出は、そこに含まれる有機溶媒と同量以上のヘキサン洗浄水を加えた後、溶液約 1 L に対してトルエン又はジクロロメタン 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 分間振り混ぜて行う。この操作を 3 回繰り返す。
- (4) 排水試料の固相抽出法の場合、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。
- (5) 排水試料の分散型固相吸着-凝縮法は、内標準物質を添加した試料の pH を、凝集を起こす範囲に調整する。

問22 ダイオキシン類の GC-MS 測定操作に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) GC で設定した条件における各化合物の分離状況をフライアッシュの抽出液などの試料を測定して確認しておく。
- (2) MS では、標準物質及び内標準物質の塩素化物ごとに、二つ以上の選択イオンの m/z とロックマス用の選択イオンの m/z を設定する。
- (3) 校正用標準試料のモニターイオンのクロマトグラムで、測定対象化合物の出現時間においてシグナルに $\pm 20\%$ を超える変動が認められた場合には、その化合物については定量してはならない。
- (4) 各検量線作成用標準液を 1 濃度水準に対して最低 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。
- (5) 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用内標準物質に対するピーク面積の比と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、相対感度 RR_{CS} を求める。

問23 ダイオキシン類の GC-MS 測定における相対感度の算出式として、(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。

$$RR_{RS} = \frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$$

ここに、 RR_{RS} ：クリーンアップスパイク用内標準物質のシリンジスパイク用内標準物質に対する相対感度

- a ：標準液中の (ア) スパイク用内標準物質の量 (pg)
 b ：標準液中の (イ) スパイク用内標準物質の量 (pg)
 c ：標準液中の (ウ) スパイク用内標準物質のピーク面積
 d ：標準液中の (エ) スパイク用内標準物質のピーク面積

- | | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|-----|---------|---------|---------|---------|
| (1) | クリーンアップ | シリンジ | クリーンアップ | シリンジ |
| (2) | クリーンアップ | シリンジ | シリンジ | クリーンアップ |
| (3) | クリーンアップ | シリンジ | クリーンアップ | サンプリング |
| (4) | シリンジ | クリーンアップ | シリンジ | クリーンアップ |
| (5) | シリンジ | クリーンアップ | クリーンアップ | シリンジ |

問24 酸素濃度 12 % に換算した排ガス試料の 2,3,7,8-TeCDD 濃度 (ng/m³ (0℃, 101.32 kPa)) はいくらか。ただし、測定値は以下のとおりで、JIS K 0311 に示されている方法で算出するものとする。

- 抽出液全量中の 2,3,7,8-TeCDD の量 (ng)： 2.0
 空試験での 2,3,7,8-TeCDD の量 (ng)： 0
 排ガスの採取量 (0℃, 101.32 kPa) (m³)： 6.0
 排ガス中の酸素の濃度 (%)： 20.5

- (1) 1.0 (2) 2.0 (3) 3.0 (4) 4.0 (5) 5.0

問25 ダイオキシン類の測定における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) サンプリグスパイク用標準物質の回収率は70～130%の範囲内でなければならない。
- (2) クリーンアップスパイク用標準物質の回収率は50～120%の範囲内でなければならない。
- (3) 得られた装置の検出下限は、四塩素化物及び五塩素化物では0.1 pg, 六塩素化物及び七塩素化物では0.2 pg, 八塩素化物では1.0 pg, コプラナー PCBs では0.5 pg 以下になるように調整する。
- (4) 試料における検出下限及び定量下限は、試料ガスの採取量などによって異なってくるため、測定方法の検出下限及び定量下限を用いて試料ごとに求める。
- (5) 実際の試料の測定において、2,3,7,8-位塩素置換異性体及びコプラナー PCBs の中でピークが検出されなかったものについては、試料測定時の検出下限を推定し、その値から算出された試料ガスにおける濃度が、試料ガスにおける検出下限以下でなければならない。

略 語 表

略 語	用 語
2,3,7,8-TeCDD	2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
GC/MS	ガスクロマトグラフ質量分析法
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
PeCDDs	ペンタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
RR_{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
TEF	毒性等価係数
TEQ	毒性当(等)量, 等価換算毒性量
コプラナー PCBs	ダイオキシン様 PCB

