

15 ダイオキシン類特論

(令和4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 2200198765

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	2	0	0	1	9	8	7	6	5
[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[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]	[5]
[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]
[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]
[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]
[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	[9]
[0]	[0]	[0]	[0]	[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 固体燃料の燃焼形態について、(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。

(固 体)	(燃焼形態)
紙, 木, プラスチック	(ア)
木炭, コークス, チャー	(イ)
ろうそく(パラフィン系燃料)	(ウ)
線香, 点火直後のたき火	(エ)

(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) 分解燃焼	表面燃焼	蒸発燃焼	いぶり燃焼
(2) 表面燃焼	分解燃焼	いぶり燃焼	蒸発燃焼
(3) 蒸発燃焼	いぶり燃焼	分解燃焼	表面燃焼
(4) 表面燃焼	分解燃焼	蒸発燃焼	いぶり燃焼
(5) 分解燃焼	表面燃焼	いぶり燃焼	蒸発燃焼

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) 新しいろ布や払い落し直後のろ布のように捕集粒子量の少ない段階においては、「内部ろ過」によりダストが捕集される。
- (2) 集じん率は、払い落し直後には低下し、払い落とし回数が増えると低下の幅は大きくなる。
- (3) バグフィルターの圧力損失は、ろ布自身とダスト層の圧力損失の和である。
- (4) ダストの空隙率^{くうげき}が少し変わるだけで、ダスト層の圧力損失は大きく変化する。
- (5) 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。

問3 バグフィルターのろ布に関する記述中、(ア)～(ウ)の の中に挿入すべき数値の範囲の組合せとして、正しいものはどれか。

ろ布自体の空隙率は、織布では (ア) %、不織布では (イ) %である。
一方、ろ布上には空隙率が (ウ) %程度のダスト層が堆積し、大きなダスト粒子はダスト層中の細孔により分離される。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-------|-------|-------|
| (1) | 30～40 | 70～80 | 80～85 |
| (2) | 60～70 | 40～50 | 65～70 |
| (3) | 30～40 | 70～80 | 65～70 |
| (4) | 60～70 | 70～80 | 65～70 |
| (5) | 60～70 | 40～50 | 80～85 |

問4 電気集じんに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ガス中に浮遊する微細な粒子や液体のミストを除去できる。
- (2) 線状の集じん電極と、接地された円筒あるいは平板などの滑らかな放電電極から構成されている。
- (3) 放電電極の電圧値の上昇に伴って、負コロナ放電が発生する。
- (4) 電荷を持った微粒子は、コロナ空間の直流電界により集じん電極方向に力を受け集じんされる。
- (5) 集じん電極に堆積したダスト層が十分な厚さになると、つち打ちしてダスト堆積層を剥離させる。

問5 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) 担持触媒は、活性成分とそれを保持する担体からなる。
- (2) 担体は、活性成分の分散性をよくして、表面に露出する活性成分の割合を増やす役割をしている。
- (3) 触媒上でのダイオキシン類と酸素の反応性は、触媒の種類によって大きく異なる。
- (4) フライアッシュ(飛灰)に含まれるダイオキシン類の分解は困難である。
- (5) ダイオキシン類は、主にメタン、水、塩化水素などに分解される。

問6 吸着及び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) 物理吸着の駆動力は、ファンデルワールス力や水素結合などの比較的弱い力である。
- (2) 通常、吸着は吸熱反応であることから、低温のほうが有利となる。
- (3) 活性アルミナの比表面積は、通常 $100 \sim 200 \text{ m}^2/\text{g}$ であり、有機化合物及び極性分子の吸着に適している。
- (4) 吸着層出口における吸着質濃度の時間変化を破過曲線といい、一般にS字形曲線になる。
- (5) 通常、吸着塔は触媒分解塔より小さい空間速度(SV)の値で運転される。

問7 活性炭吸着塔に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

新しく調製された活性炭の発火点は (1) 550 ~ 600 °C にあるが、排ガス吸着運転を経た活性炭は 100 °C 程度発火点が (2) 上昇 することが指摘されている。排ガスの流速が (3) 小さい領域 が部分的に生じると、(4) ホットスポット が生成し、発火に至ることもある。また、運転停止時などには、(5) 蓄熱 による発火に留意する必要がある。

問 8 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) 排ガス温度は、着火後すぐに 50～70℃で安定し、焼成完了直前に 400～500℃まで上昇する。
- (2) 排ガス中に含まれる NO_x は、主にサーマル NO_x である。
- (3) NO_x の濃度変化パターンは、CO₂ と比較的よい対応が認められる。
- (4) コークスや鉄鉱石中の硫黄の酸化により、SO_x が生成する。
- (5) SO_x の濃度変化パターンは、ダイオキシン類と類似している。

問 9 製鋼用電気炉排ガスの集じん及び集じんダストに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 排ガス集じん設備はバグフィルターが一般的であり、ろ過温度は数十～250℃である。
- (2) バグハウス入口の排ガス温度が低いと、処理後の排ガス中ダイオキシン類濃度は低い傾向がある。
- (3) ダストの粒度は、0.1～10 μm 程度である。
- (4) ダストには、亜鉛が 15～40%，銅が 2～5% 含まれる。
- (5) ダストを 100～200℃程度に加熱すると、ダイオキシン類が生成するという結果が報告されている。

問10 亜鉛回収用に使用される乾式炉の名称とその説明の組合せとして、誤っているものはどれか。

- (1) 焼結炉 : 還元炉で得られた粗酸化亜鉛を焼成し、塊成化する。
- (2) 揮発炉 : 電気炉ダストを塩化揮発法により処理して不純物を除去する。
- (3) 還元炉 : 還元剤を用いて電気炉ダスト中の亜鉛を還元揮発する。
- (4) 蒸留炉 : コークスを発熱体として加熱し、焼結鉱中の亜鉛を還元揮発する。
- (5) 乾燥加熱炉 : 湿式処理した粗酸化亜鉛を乾燥し、精製粗酸化亜鉛を得る。

問11 アルミニウム合金製造用前炉付き溶解炉に関する記述中、(ア)～(ウ)の の中に挿入すべき語句と数値の範囲の組合せとして、正しいものはどれか。

溶湯は、前炉と (ア) の間で連通しており、容量は20～50tのものが多い。パーナーを (イ) 運転して、溶湯温度を (ウ) °Cに制御する。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---------|-----|---------|-----|
| (1) 加熱室 | 連続 | 700～750 | |
| (2) 加熱室 | 間欠 | 700～750 | |
| (3) 保持炉 | 間欠 | 900～950 | |
| (4) 保持炉 | 連続 | 700～750 | |
| (5) 加熱室 | 間欠 | 900～950 | |

問12 アルミニウム合金製造用溶解炉からのダイオキシン類排出抑制対策に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 窒素酸化物，硫黄酸化物などの有害物質に対応する排ガス処理設備の多くは、ダイオキシン類排出抑制にも有効である。
- (2) 溶解炉において、黒煙や粉じんの吸引，集じん効率を向上する。
- (3) バグフィルター入口の排ガス温度を 300℃以上に保つ。
- (4) バグフィルターの集じん効率を高レベル(95～99%)に管理する。
- (5) バーナーの不完全燃焼を防止する。

問13 臭素系ダイオキシン類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。
- (2) 臭素系ダイオキシン類の毒性等価係数(TEF)は国際的に決まっていない。
- (3) 世界保健機関(WHO)は，塩素系ダイオキシン類の TEF を，臭素系ダイオキシン類に使用することを推奨していない。
- (4) ダイオキシン類対策特別措置法の附則には，臭素系ダイオキシン類について調査研究等を行うことが規定されている。
- (5) 環境省は，臭素系ダイオキシン類に関する調査を 2000(平成 12)年度から毎年行っている。

問14 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。

懸濁態けんたたくのダイオキシン類は、一次処理による (ア) 除去、二次処理での (イ) の固液分離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 (ウ) ，オゾン処理などにより除去できる。

- | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----------|--------|--------|
| (1) 浮遊物質 | 活性汚泥 | 活性炭吸着 |
| (2) 有機物 | 活性汚泥 | pH の調節 |
| (3) 還元性物質 | 無機栄養塩類 | 活性炭吸着 |
| (4) 有機物 | 無機栄養塩類 | 清澄ろ過 |
| (5) 浮遊物質 | 活性汚泥 | 清澄ろ過 |

問15 さらし化学パルプ製造における漂白工程に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

パルプ漂白の目的は、パルプ中に残存している有機不純物(主として リグニン⁽¹⁾)を除去することである。ECF(Elemental Chlorine Free)漂白では、ダイオキシン類生成の主たる要因となる 分子状塩素⁽²⁾ を使用せず、二酸化塩素と酸素系漂白剤を組み合わせる。二酸化塩素は、還元反応⁽³⁾ 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⁽⁴⁾、過酸化水素⁽⁵⁾、オゾンなどが用いられている。

問16 二塩化エチレン／塩化ビニルモノマー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。

塩化ビニルモノマーは、エチレンと 塩素⁽¹⁾を反応させて二塩化エチレンを作り、これを 熱分解⁽²⁾させて製造する方法が一般的であるが、多くのプラントでは、この工程とともに、エチレンに 塩化水素⁽³⁾と酸素(空気)を反応させて二塩化エチレンを得る酸化塩素化工程が併設されている。この酸化塩素化工程は、470～510℃⁽⁴⁾の条件下で行われ、反応触媒には通常 塩化銅⁽⁵⁾を使用する。

問17 ダイオキシン類の測定分析における試料の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) 硫酸処理-シリカゲルカラムクロマトグラフ操作は、着色物質や多環芳香族炭化水素の除去に効果がある。
- (2) 多層シリカゲルカラムクロマトグラフ操作は、フェノール類、酸性物質、脂質の除去に効果がある。
- (3) アルミナカラムクロマトグラフ操作は、高極性物質や無機塩素化合物の除去に効果がある。
- (4) 活性炭カラムクロマトグラフ操作は、PCDDs 及び PCDFs、コプラナー PCBs の分離精製に効果がある。
- (5) 試料中に鉍物油などの油が多いときなどは、必要に応じてジメチルスルホキシド分配処理操作を精製操作に加えてよい。

問18 ダイオキシン類の測定分析における試料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、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) 排ガス試料の液体捕集部からの抽出は、溶液約 1 L に対してトルエン又はジクロロメタン 10 mL の割合で添加し、振とう幅約 5 cm、毎分 100 回以上で約 5 分間振り混ぜて行う。
- (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 5 L 以下とする。
- (5) 排水試料の分散型固相吸着-凝縮法では、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19 ダイオキシン類の測定分析における試料のクリーンアップ操作に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) クリーンアップ操作による妨害物質などの除去が必要である。
- (2) 試薬・器具のブランクの確認及び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の確認が必要である。
- (3) 各種カラムクロマトグラフ操作では、その活性度や溶媒、試料マトリックスなどの影響により、目的成分の回収が十分でない場合があるので、回収率の確認が必要である。
- (4) 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。
- (5) クリーンアップスパイク用内標準物質の回収率が 70 ~ 130 % の範囲内から外れるときは、その原因を取り除き、再度、抽出液からクリーンアップをやり直す。

問20 ダイオキシン類のガスクロマトグラフィー質量分析法に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

ダイオキシン類の同定と定量は、(1)キャピラリーカラムを用いるガスクロマトグラフィー質量分析法によって行う。10000以上の分解能での測定を維持するため、(2)ロックマス方式による(3)全イオンモニタリングで検出し、保持時間及び(4)イオン強度比からダイオキシン類であることを確認した後、クロマトグラム上のピーク面積から(5)内標準法によって定量を行う。

問21 ダイオキシン類のガスクロマトグラフィー質量分析法において、要求される検出下限について、誤っているものはどれか。

- (1) TeCDDs 及び TeCDFs は 0.1 pg 以下である。
- (2) PeCDDs 及び PeCDFs は 0.2 pg 以下である。
- (3) HxCDDs 及び HxCDFs は 0.2 pg 以下である。
- (4) HpCDDs 及び HpCDFs は 0.2 pg 以下である。
- (5) OCDD 及び OCDF は 0.5 pg 以下である。

問22 酸素濃度 12 % に換算した排ガス試料中の 2,3,7,8-TeCDD の濃度 (ng/m³ (0 °C, 101.32 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) : 10

空試験での 2,3,7,8-TeCDD の量 (ng) : 0

試料ガスの採取量 (0 °C, 101.32 kPa) (m³) : 4.0

排ガス中の酸素の濃度 (%) : 14

- (1) 1.6 (2) 2.1 (3) 3.2 (4) 6.4 (5) 12.8

問23 TeCDDs の測定方法の検出下限 0.04 pg, 測定用試料の液量 50 μ L, GC-MS への注入量 2 μ L, 試料ガス採取量 8.0 m³ (0 $^{\circ}$ C, 101.32 kPa), 抽出液量 200 mL のうち 50 mL を分取した場合, 試料ガスにおける検出下限 (ng/m³) は標準状態 (0 $^{\circ}$ C, 101.32 kPa) ではいくらか。

- (1) 0.0001 (2) 0.0002 (3) 0.0004 (4) 0.0005 (5) 0.0008

問24 クリーンアップスパイクの回収率 (%) 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 : 100000

対応するシリンジスパイク用内標準物質のピーク面積 : 150000

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 : 1.040

クリーンアップスパイク用内標準物質の添加量 (pg) : 500

- (1) 53 (2) 59 (3) 65 (4) 71 (5) 77

問25 ダイオキシン類の測定分析方法の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。
- (2) 排ガスの二重測定の場合は、同一の試料ガスを同時に2台の装置で採取する。
- (3) 水試料の二重測定は、特に断らない限り10試料数に1回の頻度で行う。
- (4) 装置の感度変動を確認するため、1日1回以上、定期的に1濃度以上の標準液を測定して、内標準物質の感度が検量線作成時に比べて大きく変動していないことを確認する。
- (5) 抽出液を窒素気流によって濃縮するとき、完全に乾固させてから、適切な溶媒に置換する。

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計
HxCDDs	ヘキサクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
HxCDFs	ヘキサクロロジベンゾフラン
HpCDDs	ヘプタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
HpCDFs	ヘプタクロロジベンゾフラン
OCDD	オクタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
OCDF	オクタクロロジベンゾフラン
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
PeCDFs	ペンタ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
TeCDFs	テトラクロロジベンゾフラン
TEF	毒性等価係数
コプラナー PCBs	ダイオキシン様 PCB

