

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。以下に示す答案用紙記入上の注意事項をよく読んでから記入してください。

- (1) 答案用紙には、氏名、受験番号を記入してください。

さらにその下のマーク欄の該当数字にマークしてください。

最初の2桁はあらかじめ印字されています。

受験番号やマークが誤っている場合及び無記入の場合は、採点されません。

- (2) 答案用紙には、HB又はBの鉛筆(シャープペンシル可)で濃くマークしてください。

- (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。

- 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(シャープペンシル可)** でマークしてください。

〔 1 〕 〔 2 〕 〔 3 〕  〔 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。

(良い例) 〔 1 〕 〔 2 〕 〔 3 〕  〔 5 〕

- ③ 塗りつぶしが薄い、解答に消し残しがある場合は、解答したことにならないので注意してください。

(悪い例) ~~〔 1 〕~~ ~~〔 2 〕~~ ~~〔 3 〕~~ ~~〔 4 〕~~ ~~〔 5 〕~~

- ④ 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。

- ⑤ 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。

この試験問題では、関係法令及び JIS に関しては、特に断りがない限り、
本年4月1日現在、施行されているものとします。

問1 固体燃料の燃焼に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 燃焼とは、燃料と酸素の急速な化学反応により、燃料中に化学エネルギーとして保持されていたエネルギーを熱や光などとして放出する現象である。
- (2) 分解燃焼は、燃料が加熱によって熱分解し、揮発しやすい成分が表面より離れた所で火炎を形成して燃焼する現象である。
- (3) いぶり燃焼は、熱分解で発生した分解生成物が着火せずにそのまま放出される現象である。
- (4) 蒸発燃焼は、融点の低い固体燃料で観測される。ろうそくの原料であるパラフィン系の燃料の燃焼は、その代表例である。
- (5) 表面燃焼は、燃料が熱分解しやすい成分をほとんど含まない場合に起きる。紙、木、プラスチックなど一般廃棄物の主要成分の多くがこの燃焼形態である。

問2 固体燃料の燃焼装置に関する記述中、(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。

(ア) は、燃料を固定するための格子や穴あき板の上に固体燃料を供給して固定層(厳密には非常にゆっくりした移動層)とし、下から空気を供給して燃焼させる方法である。

(イ) 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。

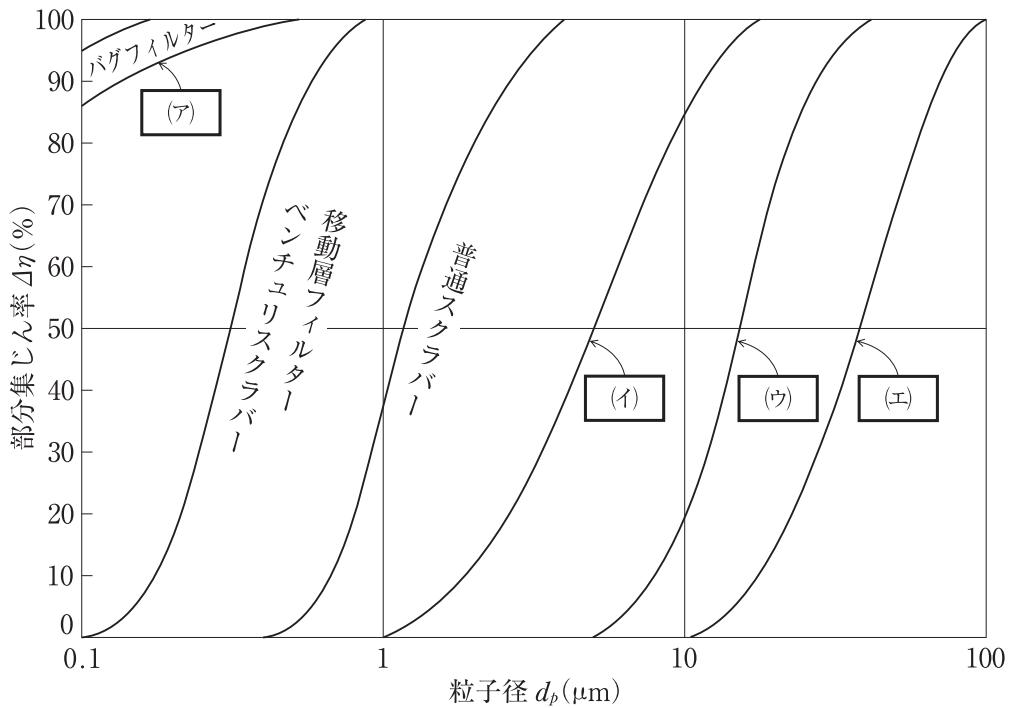
(ウ) は、セメント焼成炉として多数使用されるなど、乾燥炉や反応炉に使用されることが多い。

(ア)	(イ)	(ウ)
(1) ストーカー燃焼	噴霧燃焼	流動層燃焼
(2) 流動層燃焼	ストーカー燃焼	ロータリーキルン
(3) 噴霧燃焼	流動層燃焼	ストーカー燃焼
(4) ロータリーキルン	噴霧燃焼	流動層燃焼
(5) ストーカー燃焼	流動層燃焼	ロータリーキルン

問3 廃棄物焼却におけるダイオキシン類の生成抑制対策として、誤っているものはどれか。

- (1) 廃棄物を固形燃料化することで燃焼変動を減少させる。
- (2) 黒煙を上げて燃えるような燃焼条件とする。
- (3) 排ガスを急速冷却する。
- (4) 排ガス流路の形状を工夫してダストを堆積しにくくする。
- (5) 燃焼場の塩素は無機、有機を問わずできるだけ少なくする。

問4 集じん装置の捕集性能を示す図において、(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。



(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) サイクロン	重力集じん装置	慣性力集じん装置	電気集じん装置
(2) 電気集じん装置	サイクロン	重力集じん装置	慣性力集じん装置
(3) サイクロン	電気集じん装置	慣性力集じん装置	重力集じん装置
(4) 電気集じん装置	サイクロン	慣性力集じん装置	重力集じん装置
(5) サイクロン	電気集じん装置	重力集じん装置	慣性力集じん装置

問5 バグフィルターの圧力損失に関する記述中、(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。

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 (ア) であり、織布製のろ布では、ろ過速度に (イ) する。粒子充填層じゅうてんに対するコゼニー・カルマンの式によれば、ダスト負荷が同じ場合、ダスト層の空隙率くうげきが0.85 から0.90 に変わると、ダスト層の圧力損失は (ウ) する。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|-----|-----|-------|
| (1) | 差 | 比例 | 約1割増加 |
| (2) | 和 | 比例 | ほぼ半減 |
| (3) | 差 | 反比例 | 約1割減少 |
| (4) | 和 | 反比例 | ほぼ半減 |
| (5) | 和 | 比例 | 約1割減少 |

問6 電気集じん装置に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

集じん率は、特にダストの⁽¹⁾見掛け電気抵抗率 ρ_d に依存する。 ρ_d の値に影響を及ぼす排ガスに関する因子としては、温度や水分及び⁽²⁾ SO_3 の濃度などがあり、一般には⁽³⁾ $100\sim 200\text{ }^\circ\text{C}$ 前後でピークを示す。 $10^2 < \rho_d < 10^8\text{ }\Omega\cdot\text{m}$ の領域では良好な集じん率が得られるが、約 $5 \times 10^8\text{ }\Omega\cdot\text{m}$ 以上では、⁽⁵⁾異常再飛散現象により集じん率が大きく低下する。

問7 スクラバーの捕集機構に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

スクラバーでは、ダストは主に慣性力、拡散、重力などの機構により液滴⁽¹⁾や液膜に捕集される。慣性力と重力は大きな⁽²⁾粒子で有力となるが、慣性力は捕集体へ向かう粒子の接近速度(相対速度)が大きい⁽³⁾ほど、重力は気流速度が小さい⁽⁴⁾ほど有力となる。拡散は粒子径が小さく、気流速度が大きい⁽⁵⁾ときに有力となる。

問8 排ガス中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。

排ガスの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。

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

SV 値が大きくなるほど排ガスと触媒との接触時間は (ウ) なり、一般にダイオキシン類の分解率は (エ) する。

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

問9 活性炭吸着塔施設での排ガス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。

新しく調製された活性炭の発火点は 550～600℃にあるが、排ガス吸着運転を経た活性炭は 100℃程度発火点が (ア) することが指摘されている。排ガス流速の (イ) 領域が部分的に生ずると、ホットスポットが生成し、発火に至ることもあるので注意する必要がある。吸着塔入口及び出口での CO 濃度の濃度差が (ウ) 場合、ホットスポットの発生が疑われる。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|--------|-----|-----|-----|
| (1) 上昇 | 小さい | 小さい | |
| (2) 低下 | 小さい | 大きい | |
| (3) 低下 | 小さい | 小さい | |
| (4) 上昇 | 大きい | 小さい | |
| (5) 低下 | 大きい | 大きい | |

問10 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) 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。
- (2) 焼成進行に伴う排ガス中ダイオキシン類濃度の変化は、SO_x濃度の変化に類似している。
- (3) 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。
- (4) 焼結鉱中にはダイオキシン類がほとんど残留しない。
- (5) ダイオキシン類の発生量は、コークスや無煙炭など燃料の種類に影響を受ける。

問11 製鋼用電気炉の排ガス及び集じんに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 電気炉の排ガス組成及び温度は、操業の進行に伴い大きく変動する。
- (2) 排ガス処理系統として、直引建屋単独方式と直引建屋合流方式が採用されているが、一般に前者の方がろ過後のダイオキシン類濃度が低い傾向にある。
- (3) 集じん装置は、バグフィルターが一般的である。
- (4) 集じんダストは、鉄、亜鉛など金属成分の含有量が高く、塩素も数%～10%程度含まれる。
- (5) 集じんダストの粒径は、0.1～10 μm 程度である。

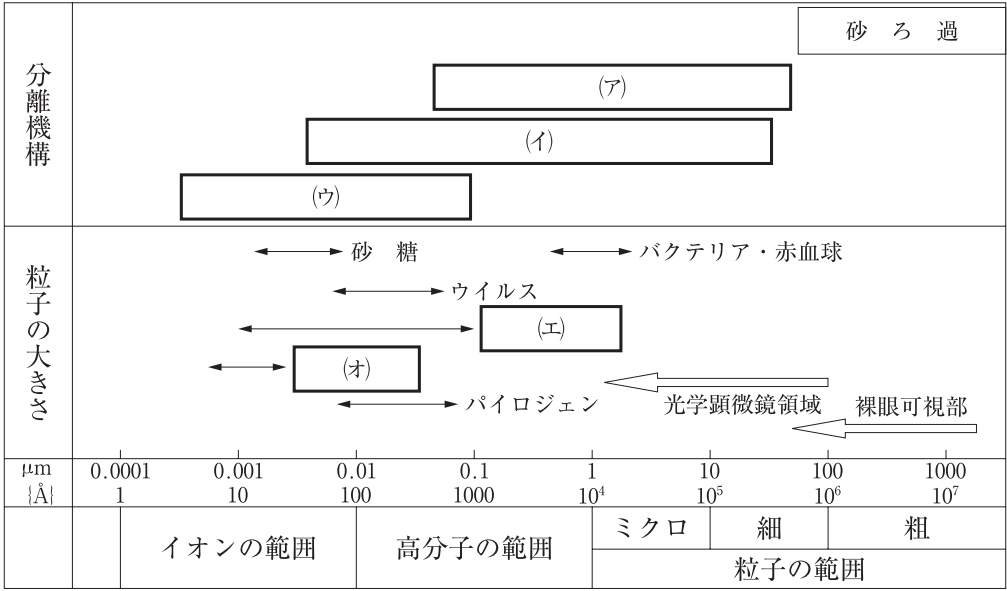
問12 還元揮発法による電気炉ダストからの亜鉛回収に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

電気炉ダストを(1)コークス等の還元剤とともに(2)溶鋳炉又は(3)ロータリーキルン等の還元炉に装入し、亜鉛を還元揮発した後、(4)不活性雰囲気中で急冷し、精製処理後、(5)亜鉛の一次製錬原料を得る。

問13 ダイオキシン類含有排水処理技術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は、相当部分が懸濁態で存在し、一部が溶存態で存在すると考えられる。
- (2) 懸濁態のダイオキシン類は、一次処理による浮遊物質除去、二次処理での活性汚泥の固液分離により大部分が除去できる。
- (3) オゾンを用いた促進酸化処理法によって、溶存態のダイオキシン類を分解できる。
- (4) 精密ろ過によって、溶存態のダイオキシン類を除去できる。
- (5) 活性炭・ゼオライトによる微量汚染物質の吸着除去の際には、溶存態のダイオキシン類を除去できる。

問14 膜ろ過の分離機構と粒子の大きさを示す図において、(ア)～(オ)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) | (オ) |
|-----|------|------|------|--------|--------|
| (1) | 精密ろ過 | 限外ろ過 | 逆浸透 | コロイド物質 | 溶解塩類 |
| (2) | 精密ろ過 | 限外ろ過 | 逆浸透 | 溶解塩類 | コロイド物質 |
| (3) | 逆浸透 | 精密ろ過 | 限外ろ過 | コロイド物質 | 溶解塩類 |
| (4) | 逆浸透 | 精密ろ過 | 限外ろ過 | 溶解塩類 | コロイド物質 |
| (5) | 限外ろ過 | 精密ろ過 | 逆浸透 | 溶解塩類 | コロイド物質 |

問15 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、(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。

塩化ビニルモノマーは、エチレンと (ア) を反応させて二塩化エチレンを作り、これを熱分解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、この熱分解する工程とともに、エチレンに (イ) と酸素(空気)を反応させて二塩化エチレンを得るオキシ塩素化工程が併設されている。このオキシ塩素化工程は、温度 (ウ) ℃の条件下で、反応触媒には通常、 (エ) が使用され、副反応の結果として若干量のダイオキシン類が生成する。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	塩素	塩化水素	250～300	塩化銅
(2)	塩化水素	塩素	250～300	酸化鉄
(3)	塩素	塩化水素	470～510	塩化銅
(4)	塩化水素	塩素	470～510	塩化銀
(5)	塩素	塩化水素	250～300	酸化鉄

問16 クロロベンゼン類の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。

クロロベンゼン類はベンゼンを (ア) 等の存在下、反応温度 (イ) °C の条件で、塩素で塩素化して作られる。この塩素化工程が主たるダイオキシン類の発生源と考えられ、生成機構については、特定のジベンゾフラン類に異性体分布が偏って (ウ) ことや反応温度などから、有機化学反応によるものと推定される。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1) 鉄触媒		65～70	いる
(2) 白金触媒		100～110	いる
(3) 白金触媒		45～50	いない
(4) 鉄触媒		100～110	いる
(5) 鉄触媒		65～70	いない

問17 抽出液量 200 mL のうち 25 mL を分取し、測定用試料の液量 20 μ L、GC-MS 注入量 2 μ L、TeCDDs の測定方法の検出下限が 0.04 pg、設定した試料ガスにおける検出下限が 0.0008 ng/m³ (0 °C, 101.32 kPa) の場合、標準状態 (0 °C, 101.32 kPa) における最小の試料ガス採取量 (m³) は、およそいくらか。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| (1) 1 | (2) 2 | (3) 4 | (4) 8 | (5) 10 |
|-------|-------|-------|-------|--------|

問18 JIS K 0312：2020 に記載されている，採取した試料の前処理の精製操作名と主な効果の組合せとして，誤っているものはどれか。

	操作名	主な効果
(1)	硫酸処理-シリカゲルカラムクロマトグラフ操作	大部分のマトリックスの分解除去 着色物質，多環芳香族炭化水素，強極性物質の除去
(2)	多層シリカゲルカラムクロマトグラフ操作	フェノール類，酸性物質，脂質，たんばく質，含硫黄化合物，脂肪族炭化水素類，強極性物質，着色物質，多環芳香族炭化水素の除去
(3)	アルミナカラムクロマトグラフ操作	低極性物質，有機塩素化合物の除去
(4)	活性炭カラムクロマトグラフ操作	PCDDs 及び PCDFs 並びに DL-PCBs の分離精製
(5)	ジメチルスルホキシド(DMSO)処理操作	PCDDs 及び PCDFs 並びに DL-PCBs の分離精製

問19 ダイオキシン類の同定及び定量に関する記述中，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，キャピラリーカラムを用いるガスクロマトグラフ(GC)と二重収束形質量分析計(MS)⁽¹⁾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 以上の高分解能での測定を維持するため，検量線作成⁽²⁾用標準試料を測定用試料と同時にイオン源に導いてモニターイオンに近い質量のイオンをモニターして質量の微少な変動を補正するロックマス方式⁽³⁾による選択イオンモニタリング(SIM)⁽⁴⁾で検出し，保持時間⁽⁵⁾及び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，内標準法によって定量を行う。

問20 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) サンプリン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。
- (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) 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用内標準物質を添加する。
- (5) 試料中のシリジスパイク用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用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21 ダイオキシン類の同定に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

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⁽¹⁾ピーク面積の比が標準物質のものとほぼ同じであり、⁽²⁾炭素原子の同位体存在比から推定される⁽³⁾イオン強度比に対して⁽⁴⁾ $\pm 15\%$ （検出下限の3倍以下の濃度では⁽⁵⁾ $\pm 25\%$ ）にあるとき、そのピークはダイオキシン類によるものとする。

問22 抽出液全量中に同定された2,3,7,8-TeCDDの量 Q_i の算出式において、(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。

$$Q_i = \frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$$

ここに、 Q_i ：抽出液全量中の2,3,7,8-TeCDDの量

a：クロマトグラム上の2,3,7,8-TeCDDの (ア)

b：対応する (イ) スパイク用内標準物質の (ア)

c：対応する (イ) スパイク用内標準物質 (ウ)

d：対応する (イ) スパイク用内標準物質 (エ)

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) ピーク面積	サンプリング	の添加量	に対する相対感度	
(2) ピーク面積	クリーンアップ	に対する相対感度	の添加量	
(3) ピーク面積	クリーンアップ	の添加量	に対する相対感度	
(4) ピーク高さ	サンプリング	に対する相対感度	の添加量	
(5) ピーク高さ	クリーンアップ	の添加量	に対する相対感度	

問23 酸素濃度12%に換算した排ガス試料の2,3,7,8-TeCDDの濃度(ng/m^3 (0°C , 101.32 kPa))は、およそいくらか。ただし、計算条件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
操作ブランク試験での2,3,7,8-TeCDDの量(ng)	: 0
試料ガスの採取量(0°C , 101.32 kPa) (m^3)	: 3.0
排ガス中の酸素濃度(%)	: 20.5

- (1) 3.0 (2) 6.0 (3) 20 (4) 30 (5) 60

問24 サンプリグスパイクの回収率(%)は、およそいくらか。ただし、計算条件は以下のとおりとする。

サンプリグスパイク用内標準物質のピーク面積	: 40000
対応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
対応するクリーンアップスパイク用内標準物質の添加量(pg)	: 1000
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相対感度	: 1.000
サンプリグスパイク用内標準物質の添加量(pg)	: 500

(1) 60 (2) 70 (3) 80 (4) 90 (5) 100

問25 ダイオキシン類の測定分析の精度管理関連の記述として、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の回収率が70～130 %の範囲内にあることを確認する。
- (2) クリーンアップスパイク用内標準物質の回収率が50～120 %の範囲内にあることを確認する。
- (3) 得られた装置の検出下限が、四塩素化物及び五塩素化物で0.1 pg、六塩素化物及び七塩素化物で0.2 pg、八塩素化物で0.5 pg、DL-PCBsで0.2 pg、これらの値以下であることを確認する。
- (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1/20 以下でなければならない。
- (5) 測定方法の検出下限及び定量下限は、前処理操作及び／又は測定条件によって変動するため、ある一定の周期で確認し、常に十分な値が得られるように管理する。

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
DL-PCBs	ダイオキシン様 PCB コプラナー PCB と呼称
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

