資料　２

資源循環型施設の環境対策について

（目　次）

１　はじめに　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1ﾍﾟｰｼ

２　資源循環型施設の公害防止対策

(1)排ガス　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　3ﾍﾟｰｼ

(2)排水　　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　7ﾍﾟｰｼ

(3)騒音・振動　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　7ﾍﾟｰｼ

(4)臭気・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　8ﾍﾟｰｼ

３　排ガスに含まれる各種汚染物質と低減対策

(1)各種汚染物質の特徴　・・・・・・・・・・・・・・・　10ﾍﾟｰｼﾞ

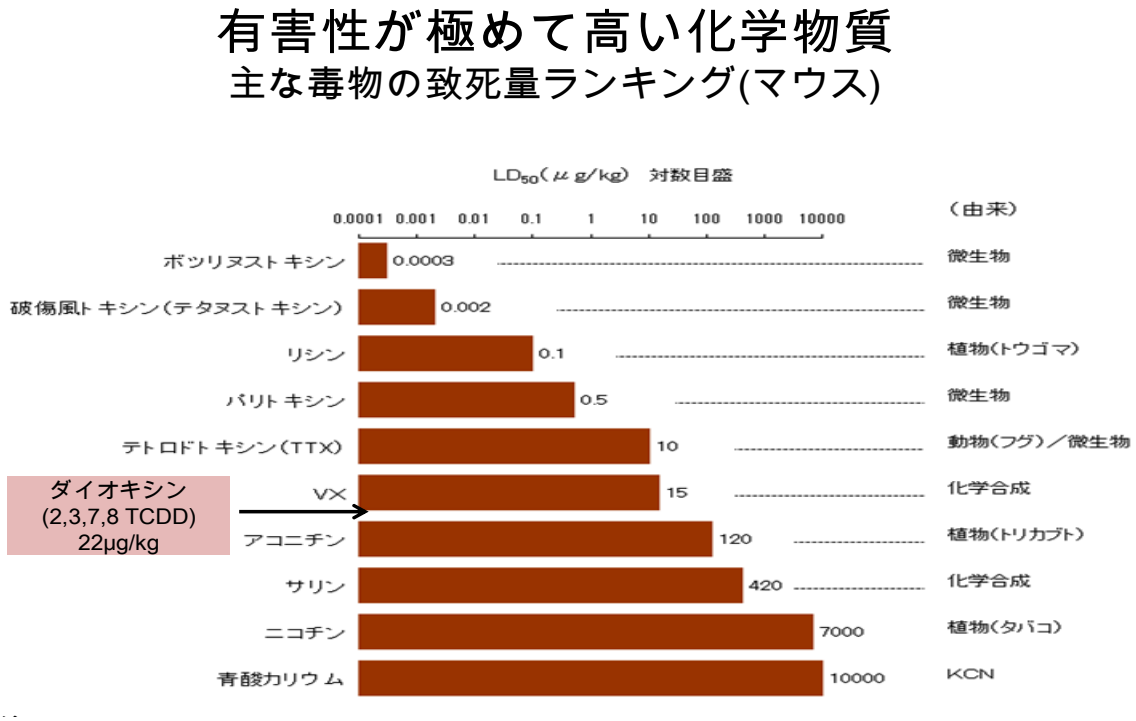
(2)ダイオキシン類等について・・・・・・・・・・・・・　11ﾍﾟｰｼﾞ

４　排ガスの自主基準値について

(1)環境基準と排出基準値の関係・・・・・・・・・・・・　19ﾍﾟｰｼﾞ

1　はじめに(化学物質と有害性)

元素や元素が結びついたものを、化学物質と呼ぶ。化学物質の数は、アメリカ化学会が発行している「化学物質(Chemical Abstracts)誌」で使用されている化合物番号が付与された物質の数は約 3,000 万種であり、うち工業的に生産されているものは約 10 万種である。化学物質の中には有害性が極めて高いものがあり、典型的な例を図 1-1 に示す。



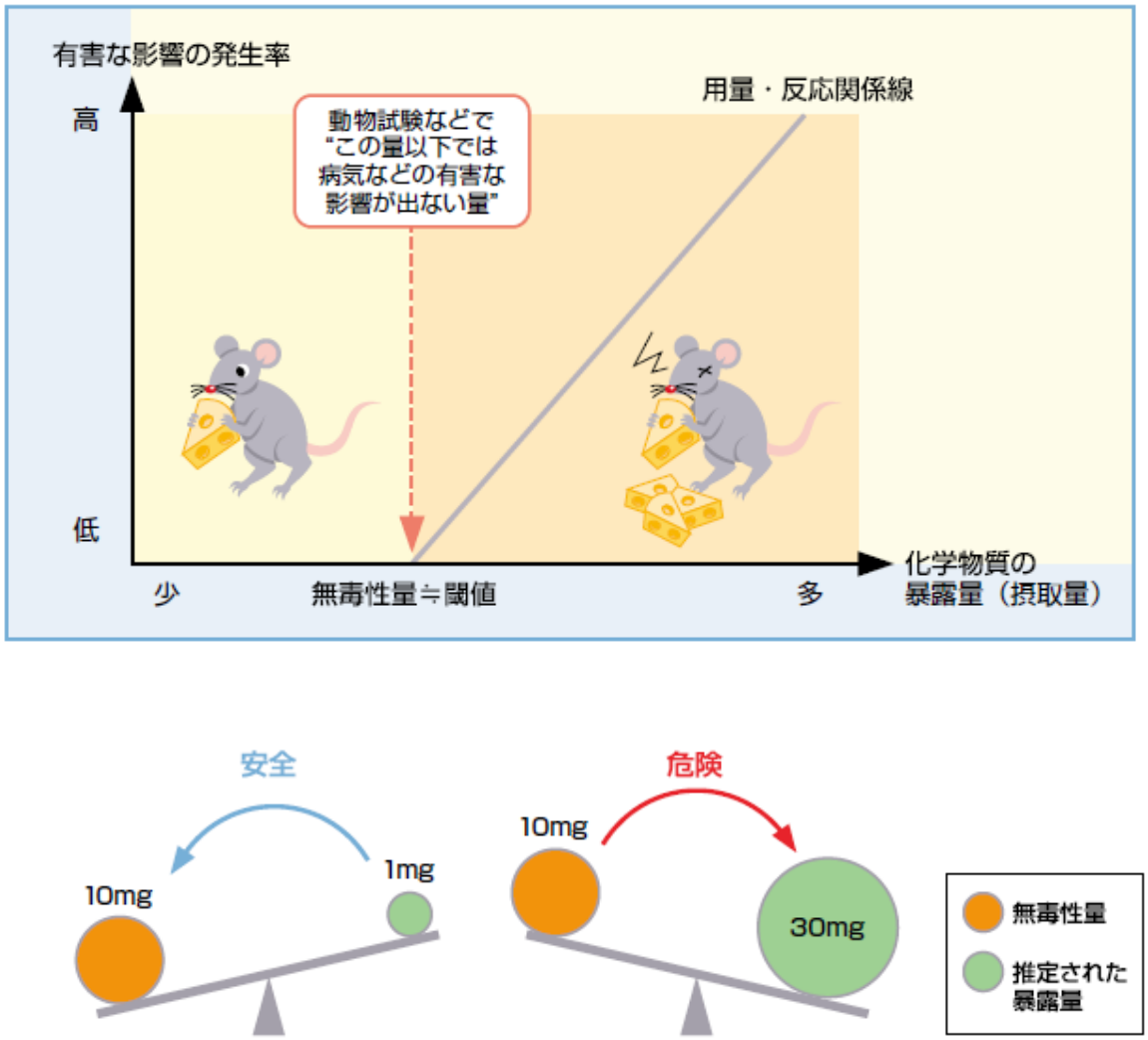
(注)LD50：致死量の単位で、検体（マウスなど）の半数が死に至る量（体重 1kg 当たり）
小さい方が強毒。検体になっていないヒトでは別の結果になる可能性もある。
1μg：100 万分の 1g（グラム）。1μg＝0.001mg（ミリグラム）となる。

出典：斉藤勝裕「料理の科学」サイエンス新書(2017 年)
ダイオキシンの毒性については安全データシート

図 1-1　有害性が極めて高い化学物質

単位重量当たりの毒性が低い塩や砂糖などの身近な物質にも有害性はあり、ヒトにとっての致死量は、カフェイン 0.2 g/kg、塩 3.0～3.5 g /kg、砂糖 15～36 g/kg といった報告がある。

化学物質のリスクの大きさは、個々の化学物質の有害性の程度と暴露量(摂取量)によって決まる。化学物質のリスクの概念を図 1-2 に示す。有害性が高くても摂取量が少なければリスクは小さくなり、また、ある量(無毒性量)を下回っていればリスクはゼロと見なすことができる。一方、有害性が低くても摂取量が多ければリスクは高まることとなる。



※無毒性量（閾値（いきち））：この量以下ならば、病気などの有害な影響が出ない最大値

出典：化学物質のリスク評価について（独立行政法人　製品評価技術基盤機構）

図 1-2　化学物質のリスク（無毒性値と健康影響）

化学物質は、様々な場所で製造されたり、取り扱われており、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」、「労働安全衛生法」及び「特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律（PRTR 法）」により定義、管理されている。熱回収施設については、ダイオキシン類が PRTR 法適用対象物質となっている。

熱回収施設については、ごみを焼却処理することにより排ガスや排水を排出する。環境中に排出される化学物質のうち、排ガス中に含まれる有害物質については、大気汚染防止法及びダイオキシン類対策特別措置法により規制されている。

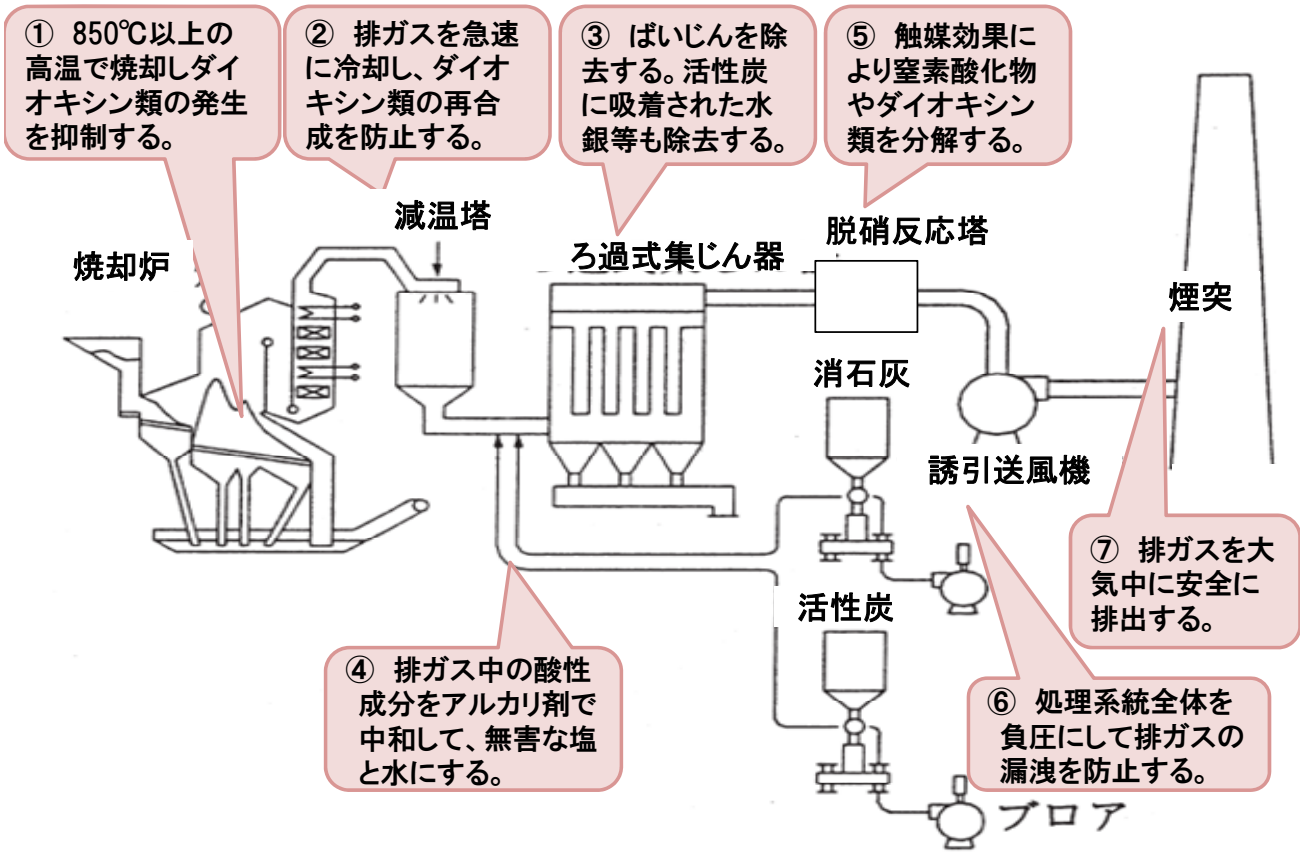
また、発生する排水については、外部に排出する場合は、水質汚濁防止法、上田市下水道条例、水質汚濁に係る環境基準が適用される。

２　資源循環型施設の公害防止対策

(1) 排ガス

資源循環型施設から排出される有害物質については、大気汚染防止法、ダイオキシン類対策特別措置法により排出濃度が規制されている。大気汚染防止法が適用される汚染物質は、ばいじん、いおう酸化物、塩化水素、窒素酸化物、水銀の５項目、加えてダイオキシン類対策特別措置法によりダイオキシン類が規制対象物質となっている。

これら汚染物質の低減対策の概念を図２－１に示す。



出典：(一財)日本環境衛生センター技術管理者講習会テキスト

図２－１　排ガス処理フロー

①　焼却炉

焼却炉については「廃棄物処理法施行規則」に構造基準及び維持管理基準が定められており、次の要件を満たしたものとする必要がある。概念を図２－２に示す。

- 空気取入口及び煙突の先端以外に焼却炉内部と外気とが接しないこと
- 燃焼ガスの温度が 800℃(新ガイドラインでは 850℃) 以上の状態で、定量ずつ廃棄物を焼却できること
- 燃焼に必要な量の空気の通風が行われること
- 外気と遮断された状態で定量ずつ廃棄物を燃焼室に投入すること
- 燃焼ガスの温度を測定するための装置が設けられていること
- 燃焼ガスの温度を保つための助燃装置が設けられていること

・煙突から排出される排ガス中の一酸化炭素濃度が 100ppm 以下となるようにごみを焼却すること

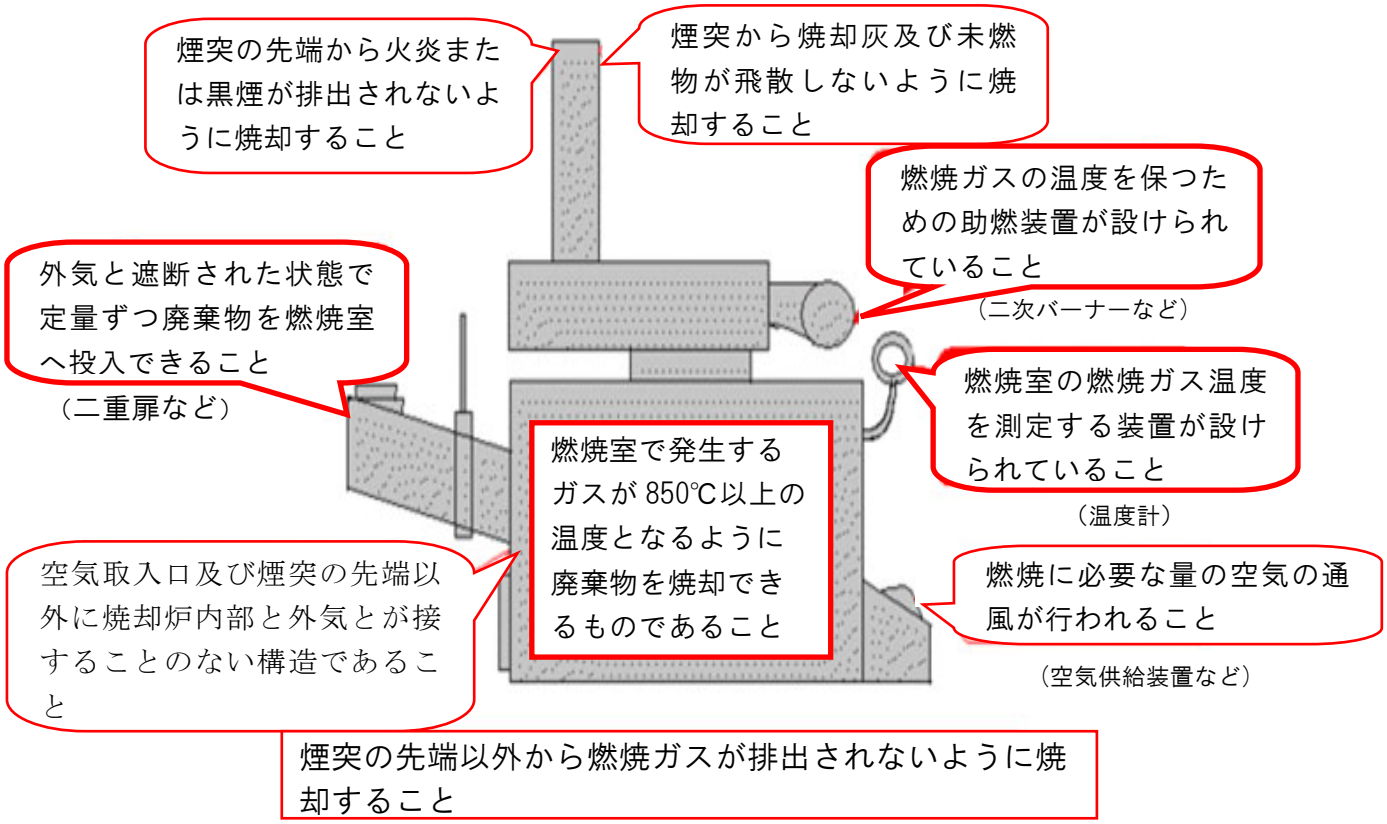


図２－２　焼却炉構造のイメージ

②　減温塔

ダイオキシン類が再合成しないようにろ過式集じん器入口前で排ガス温度を概ね200℃以下に冷却する。「ダイオキシン類の再合成」については次項「排ガスに含まれる各種汚染物質と低減対策」において記述する。

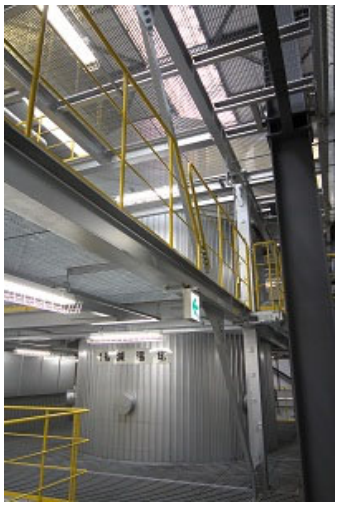


写真２－１　減温塔外観

③　ろ過式集じん器

多数設置した布または不織布性の袋状のフィルター(バグフィルター) に粒子を含む気流を通してろ過する集じん器である。0.01μm程度の粒子も除去することが可能で、集じん率が他の方式の集じん器と比較して高い。

写真２ - 2a ろ過式集じん器外観

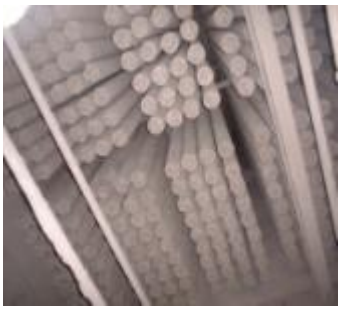


写真２-2b ろ過式集じん器内部

④　脱硝反応塔

窒素酸化物(NOx)を窒素と水に分解する装置である。一般的にはアンモニアもしくは尿素を還元剤として排ガス中に吹き込む。ダイオキシン類の分解機能についても報告されている。

写真２-３　脱硝触媒塔外観

⑤　誘引送風機

排ガスを誘引し、焼却炉及び煙道内の圧力を負圧(マイナス圧)に調整するとともに煙突に送り出す。

写真２ - ４　誘引送風機外観

⑥ 煙突

排ガスを高所から放出し、排ガスを拡散させるための設備で、高さによっては航空法の制約を受け、また施設周辺の状況によっては、景観上の配慮を必要とする。「煙突の高さをどのくらいにするか」ということについては熱回収施設の建設に取り組んでいる地方自治体共通の課題である。

公害研究対策センターの「窒素酸化物総量規制マニュアル」にそって開発された計算ソフトによる排ガスの拡散シミュレーションにおいて、「100 メートルと 59 メートルの煙突により排出される有害物質の濃度の差は、特定の着地点においても意味のないほど ”小さい”」とされている。(表２－１参照)

写真２－５　煙突外観

表２－１　排ガス拡散シュミレーション(例)

いおう酸化物のシュミレーション結果(排出濃度 10ppm)				
煙突高さ	バックグラウンド濃度(ppm)	最大付加濃度(ppm)	将来濃度(ppm)	環境基準等
①　59m	0.003	0.000020	約 0.003*	1 時間値の 1 日平均値が 0.04ppm 以下で、1 時間値が 0.1ppm 以下
② 100m	0.003	0.000007	約 0.003	
塩化水素の拡散シュミレーション(排出濃度 10ppm)				
煙突高さ	バックグラウンド濃度(ppm)	最大付加濃度(ppm)	将来濃度(ppm)	環境基準等
①　59m	0.001 未満	0.000020	約 0.001*	目標環境濃度 0.02ppm 以下
② 100m	0.001 未満	0.000007	約 0.001	

＊：バックグラウンド濃度と最大付加濃度を足し合わせたものだが、最大付加濃度がバックグラウンド濃度に対してあまりにも小さいため「約」という表記にしている。

出典：武蔵野クリーンセンター基本計画策定委員会資料(H22 年 9 月)

(2) 排水

資源循環型施設では、プラットホームの洗浄、灰の冷却、ボイラー水の排水等によるプラント排水と生活排水が発生する。これらの排水は、外部に排出する場合は、公共水域に排出するのであれば水質汚濁防止法、下水道に排出するのであれば上田市下水道条例に定める水質としたうえで放流する必要がある。

資源循環型施設ではプラント排水を炉内等に噴霧することやプラント用水として再利用し、無放流方式を基本とする。無放流方式のイメージを図２－３に示す。

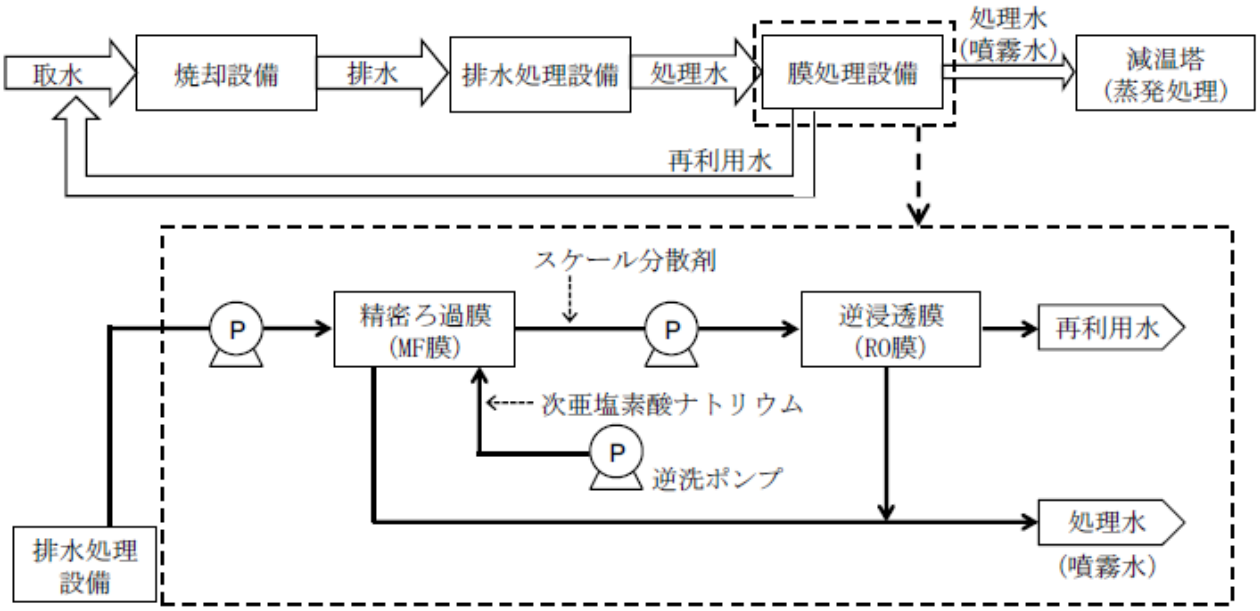


図２－３　無放流方式のイメージ

(3) 騒音・振動

資源循環型施設において想定される主要騒音発生源と騒音レベルを表２－２に示す。

騒音対策としては、次に示す対策があり、騒音レベル、騒音伝搬経路に応じて設計段階から適切な対策を講じる必要がある。主な騒音対策としては次に掲げる方法がある。

①　低騒音型の設備機器の選定
②　強固な建物（壁）による遮音
③　開口部における防音シャッターや防音扉等の設置
④　騒音を発生する機器の地階への設置
⑤　吸音板・吸音材の設置
⑥　消音器の設置

振動については、騒音対策と共通した対策が多いが、必要に応じて防振装置の設置、独立した基礎を設ける等の対策を講じる。

表２－２　主要騒音発生源の騒音レベルと騒音伝搬経路

設 備 名	発 生 機 器	騒音レベル (dBA)	騒 音 伝 搬 経 路
受入れ供給設備	ごみクレーン	70～80	ホッパー室→プラットホーム→屋外
	油圧ユニット	75～85	機械室換気口→屋外
	破砕機	90～100	破砕機室→プラットホーム→屋外
	コンベヤ	70～85	ホッパー室→プラットホーム→屋外
	ごみ定量供給機	90～95	
焼却設備	焼却炉	75～85	焼却室の換気口→屋外
	不燃物振動篩	85～90	
焼却ガス冷却設備	押込み（一次）送風機	90～105	ホッパー室→プラットホーム～屋外
	押込み（二次）送風機	80～95	焼却室の換気口→屋外
	高圧蒸気復水器	90～95	軸流ファンの吸気，換気口→屋外
	低圧蒸気復水器	90～95	
	安全弁	110～130	放風口より直接伝搬
	各種ポンプ	50～85	焼却室の換気口→屋外
排ガス処理施設	電気集じん器	70～80	
	誘引送風機	85～100	煙突→屋外
	コンベヤ	70～85	焼却室の換気口→屋外
給水設備	冷却塔	70～85	冷却ファンより直接伝搬
	各種ポンプ	50～85	機械室換気口→屋外
排水処理設備	曝気ブロワ	85～95	機械室換気口→屋外
	各種ポンプ	50～85	
余熱利用設備	蒸気タービン	90～100	機械室換気口→屋外
	発電機	90～100	
	冷却塔	70～85	冷却ファンより直接伝搬
	冷凍機	70～90	
	各種ポンプ	70～80	機械室換気口→屋外
灰出し設備	コンベヤ	70～85	灰出し出入口→屋外
非常用発電設備	ディーゼルエンジン	70～80	機械室換気口→屋外
換気設備	各種送風機	70～95	各機械室換気口→屋外

出典：E 社技術資料「ごみ焼却施設の騒音予測と対策」

(4) 臭気

資源循環型施設では、施設内の臭気が外へ出ないように次のような対策を講じる。

①　負圧効果

臭気を含んだ空気を押込送風機で吸引し、臭気のある部屋（プラットホーム、ごみピット等）は、絶えず外部の空気を吸い込んでいる状態とする。

② 密閉化

臭気のある部屋（プラットホーム、ごみピット等）には扉を設けて、基本的に閉状態とし、必要最小限の開閉を行う。

③ エアカーテンの設置

プラットホームの出入り口には空気の流れをつくり、中の空気が外に出ないようにする。

④ 熱分解

焼却炉内を高温（850℃以上）以上に保つことにより、臭気成分を熱分解する。

⑤ 脱臭装置

焼却炉の停止時等、負圧効果が得られない場合においても、熱分解による防止ができない場合は、活性炭により臭気成分を吸着することにより、臭気が外部に漏れないようにする。

これらの状況を図２－４に示す。

清掃車からの汚汁などが悪臭を発生することないよう構内道路の清潔を保つ。

プラットホームの出入り口にはエアカーテンを設置するとともに投入口はごみの投棄時のみの開閉とする。

ごみピット内の空気を燃焼用空気として焼却炉内に送気することにより、ごみピット部の負圧を保つ。

ごみピットからの空気に含まれる悪臭成分（有機物）を高温で熱分解して無臭にする。

出典：写真は横浜市環境局ホームページのものを使用

図２－４　資源循環型施設の防臭対策の状況

３　排ガスに含まれる各種汚染物質と低減対策

(1)汚染物質の特性

資源循環型施設においては、排出される汚染物質の発生抑制、除去等を行う。
それぞれが有する特性を次に整理する。

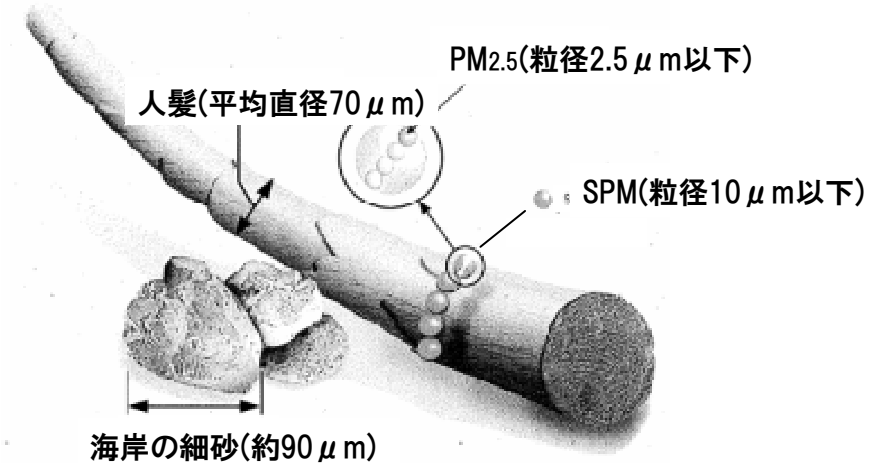
①　ばいじん

ばいじんは、燃焼により燃焼装置から飛散する粒子状物質の総称で、都市ごみのばいじんの中には、ナトリウム、カリウム、マグネシウム。カルシウムが特に多く、アルカリ性を示す。大気に放出されると粒子状物質として大気汚染物質となる。粒子状物質の分類として、その大きさにより定義された PM2.5、PM10 などがある。PM2.5 は、大気中に浮遊する微粒子のうち、粒子径が概ね 2.5μm 以下のものを言い、PM10 よりも微細な汚染物質となるので、呼吸器系など健康への悪影響が大きいと考えられている。（出典：越境汚染の寄与をさぐる、環境省）

平成 20 年度に実施された調査では、熱回収施設からは殆ど PM2.5 は発生していないと報告されている。これは、以前からそうであった訳ではなく、ダイオキシン類対策の結果、集じん機が高性能化したためと考えられている。PM2.5 のイメージを図３－１に示す。

【PM2.5 とは】

- 大気中に浮遊している 2.5μm（1μm は 1mm の 1/1000）以下の小さな粒子のことで、従来から環境基準を定めて対策を進めてきた浮遊粒子状物質（SMP:10μm 以下の粒子）より小さな粒子
- 非常に小さいため（髪の毛の太さの 1/30 程度）、肺の奥まで入りやすく、呼吸器系への影響に加え、循環器系への影響が心配されている。



PMの大きさ(人髪や海岸細砂)との比較(概念図)(出典:USEPA資料)

図３－１　PM2.5 のイメージ

② いおう酸化物

いおう酸化物は、重油などの燃料に含まれているいおう分が燃焼して発生する汚染物質で、ごみにもいおう分がふくまれていることから、焼却過程においても発生する。硫酸、殺虫剤、殺菌剤、漂白剤の原料としても用いられている。

二酸化いおうと三酸化いおうが主で、刺激性が強く、呼吸器系に悪影響を及ぼす。このため、二酸化いおうは、代表的な大気汚染物質の一つとして、大気汚防法で監視対象物質となっている。（出典：横浜市環境創造局環境監視センター、用語解説）

③ 塩化水素

塩化水素は、燃焼により燃料中に含まれる塩化物（塩化ビニル等）が分解し、ガス化したものと、燃料中に含まれる塩類（食塩、塩化カルシウム等）が高温域で同時に発生するいおう酸化物や二酸化炭素と反応することによって発生するものがある。無色、刺激臭のある気体で、0.5ppm を超えると刺激を感じ、5ppm を超えると気道に刺激を感じ、強い不快感を感じる。（出典：www.komyokk.co.jp/pdata/gpdf/Hydrogen）

④ 窒素酸化物

窒素酸化物は、燃料や物の燃焼で発生する一酸化窒素及び二酸化窒素などの総称である。一酸化窒素は、無色無臭の気体で、空気中の酸素に触れると二酸化窒素に変わり、二酸化窒素は刺激性のある茶褐色の気体で、呼吸器系に悪影響を及ぼす。（出典：主な大気汚染物質と人体への影響、環境再生機構）

(2) ダイオキシン類について（出典：ダイオキシン類、関係省庁共通パンフレット等）

① ダイオキシン類の構造と性質

ポリ塩化ジベンゾ - パラ - ジオキシン(PCDDs)とポリ塩化ジベンゾフラン(PCDFs)、コプラナーPCB を「ダイオキシン類」と呼ぶ。ダイオキシン類は、図３－２に示すように、基本的に、炭素で構成されるベンゼン環 2 つが酸素で結合し、それに塩素がついた構造である。塩素のつく位置や数によって多数の異性体*がある。（＊：異性体：分子式は同じだが、構造が異なるもの）ダイオキシン類には 220 数種類の異性体があり、このうち 29 種類に毒性があるとされている。

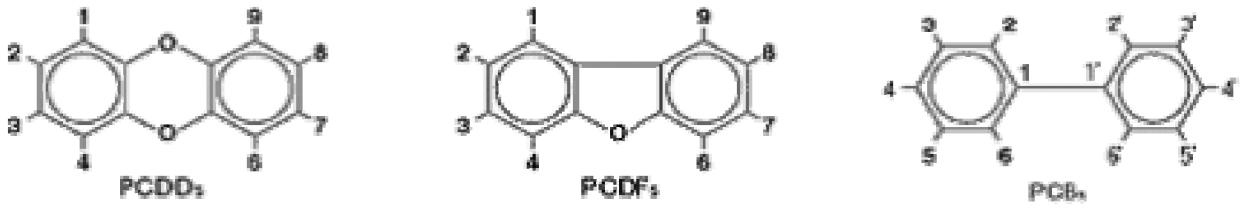


図３－２　ダイオキシン類の構造

② ダイオキシン類の毒性と人体影響

ダイオキシン類の毒性はそれぞれ異なっているので、最も毒性が強い 2,3,7,8 四塩化ダイオキシンの毒性を 1 として、他のダイオキシン類の毒性の強さを 2,3,7,8 四塩化ダイオキシンに換算した毒性として表す。ダイオキシン類の量は、ダイオキシン類の毒性を足し合わせた毒性等量（TEQ: Toxic Equivalent Quantity)が用いられる。

ダイオキシン類は、「青酸カリよりも毒性が強い」といわれることがあるが、これは、日常の生活の中で摂取する量の数十万倍の量を摂取した場合の急性毒性であり、日常生活の中で急性毒性が生じることはない、と考えられている。

ダイオキシン類の中で最も毒性が強いとされる 2,3,7,8 四塩化ダイオキシンには発がん性があるとされている。しかし、ダイオキシン自身の発がん性は比較的弱く、がん化を促進する作用（プロモーション作用）であるとされている。

その他、動物実験等で甲状腺機能の低下、生殖器官の重量や精子形成の減少、免疫機能の低下を引き起こすことが報告されているが、人に対しても同じような影響があるのかはまだよくわかっていない。

③ ダイオキシン類の耐容一日摂取量（TDI：Tolerable Daily Intake)

耐容一日摂取量とは、長期にわたり体内に取り込むことにより人への健康影響が懸念される化学物質について、その量までは人が一生涯摂取しても健康に対する影響が現れないと判断される摂取量で、１日体重 1kg 当たりの摂取量として表される。

日本では、耐用一日摂取量を 4pg*-TEQ と設定している。（＊：pg(ピコグラム)：1 兆分の１の意）

平成 21 年度の日本におけるダイオキシン類の 1 人 1 日摂取量は約 0.85pg-TEQ/kg/日と報告されている。

④ ダイオキシン類の性質

ダイオキシン類は次のような性質をもっている。

・常温では無色の固体で、水に溶けにくく、蒸発しにくい反面、脂肪には溶けやすい。
・他の化学物質や、酸、アルカリに反応せず、安定した状態を保つことが多いが、太陽光の紫外線で徐々に分解されると言われている。
・炭素、酸素、水素、塩素を含む物質が熱せられる過程で自然にできてしまう副生成物であり、ごみの焼却以外にも、煙草の煙、自動車排ガスなどさまざまな発生源がある。森林火災、火山活動でも発生するといわれている。

⑤　ダイオキシン類の発生防止技術

ダイオキシン類の発生防止技術の概念を図３－３に示す。

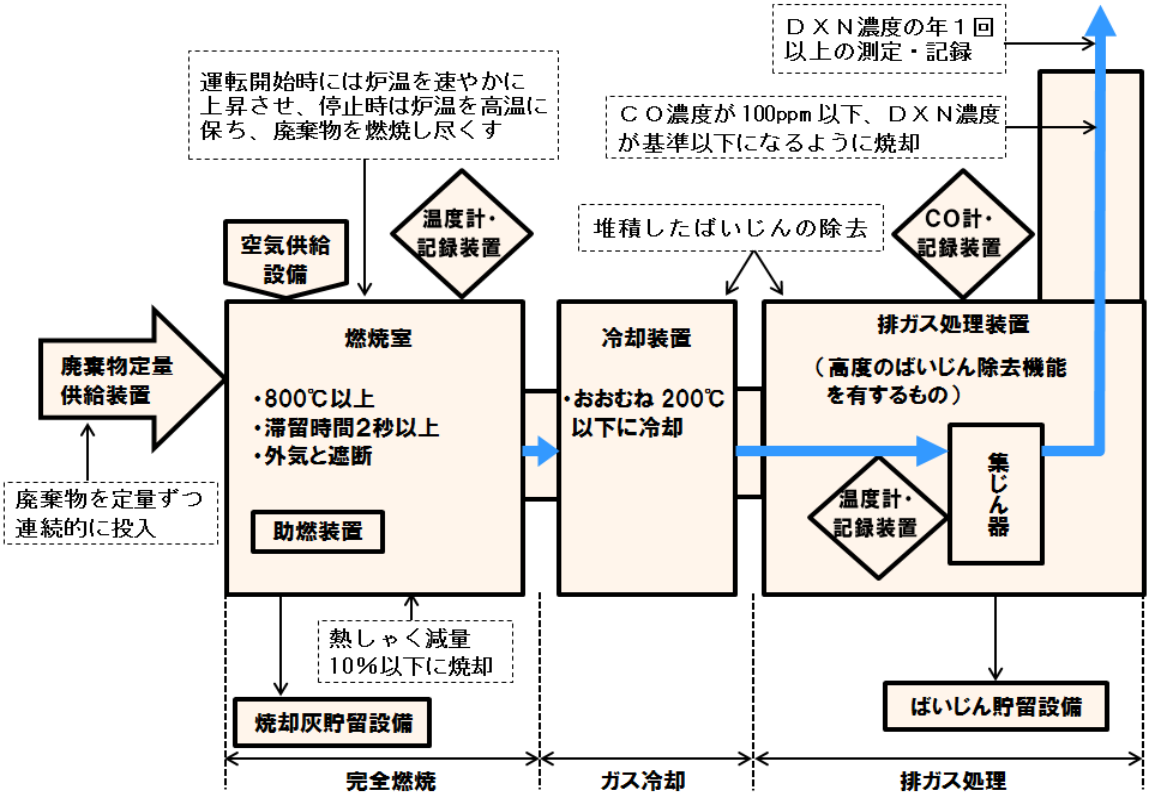


図３－３　ダイオキシン類の発生防止技術の概念

出典：環境省資料

・ダイオキシン類は不完全燃焼に伴って発生する。プラスチックも完全燃焼させればダイオキシン類は発生しない。（出典：廃プラスチックのゆくえ、（一社）プラスチック循環利用協会）
・不完全燃焼を防止するために、ごみを攪拌して性状を極力均一にして、焼却炉に定量ずつ連続的に供給する。
・焼却炉内では焼却温度を 800℃以上に保ち、燃焼ガス滞留時間を 2 秒以上とする。
・不完全燃焼の指標となる一酸化炭素濃度が 100ppm 以下となるように焼却する。
・ダイオキシン類は、排ガスの冷却過程においても発生することがあり、「デノボ合成と呼ばれる。デノボ合成のイメージを図３－４に示す。

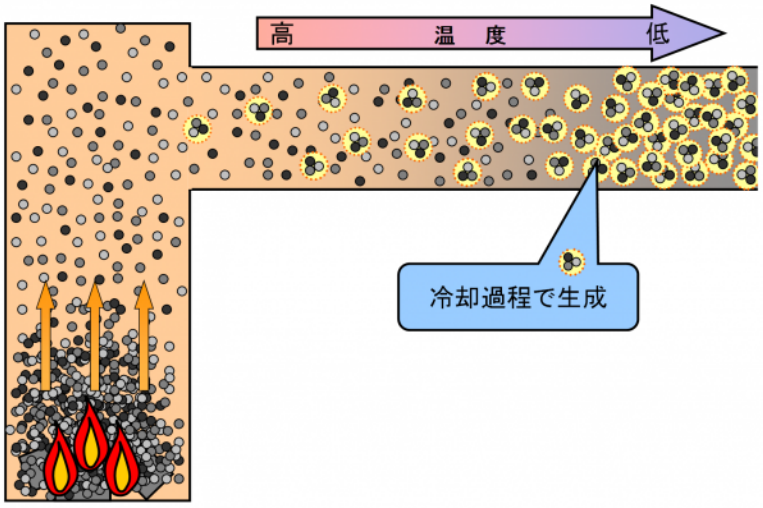


図３－４　燃焼ガス中でダイオキシン類が生成するイメージ

・800℃以上の高温で完全燃焼してできた燃焼ガスがゆっくり冷えていくとデノボ合成が進行してダイオキシン類の生成量が増加する。
・デノボ合成によるダイオキシン類の生成を抑えるためには、図３－５に示すように300～400℃でデノボ合成が活発になることから、ろ過式集じん器入口前に冷却装置を設置して排ガスの温度をおおむね 200℃以下に冷却する。

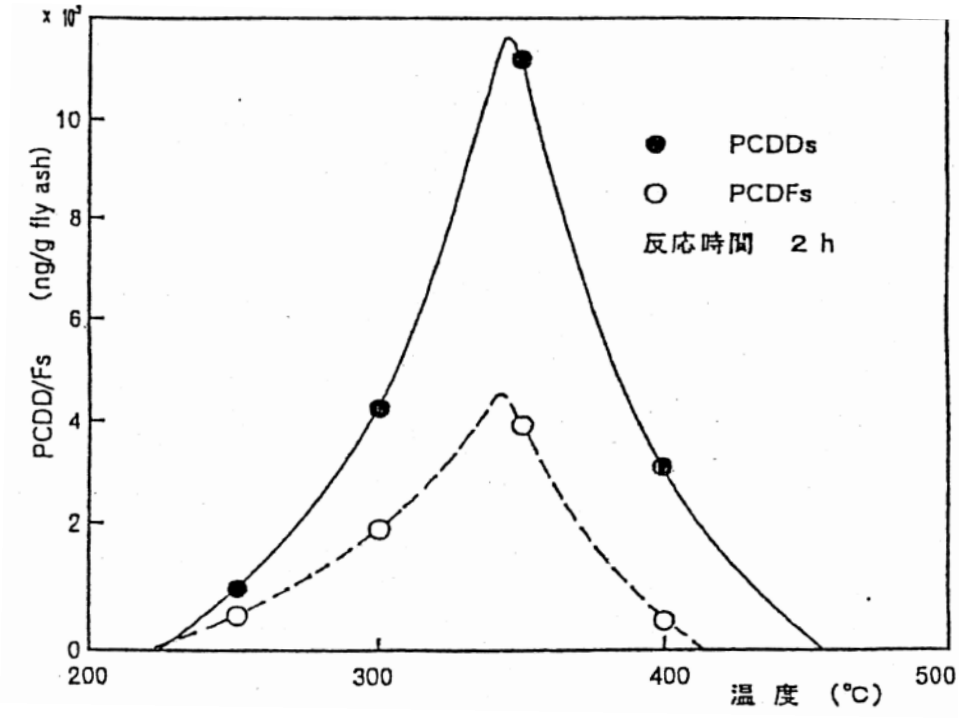


図３－５　飛灰中のダイオキシン類の生成（温度の影響）

・ダイオキシン類の発生防止技術により、今日、熱回収施設から排出される排ガス中のダイオキシン類濃度は、ダイオキシン類対策特別措置法に定められた排出規準を大きく下回っている状況である。東京 23 区の熱回収施設における例を表３－１に示す。

表３－１　東京２３区の熱回収施設におけるダイオキシン類測定結果

平成29年度　清掃工場における排ガスのダイオキシン類測定結果

単位：ng-TEQ/m^3N

工　場　名	測定炉	1回目	2回目	3回目	4回目
		結果（測定日）	結果（測定日）	結果（測定日）	結果（測定日）
板橋	1号炉	0.00000060 (H29.6.20)	0.00000058 (H29.9.28)	0.00000051 (H29.11.15)	0.00000021 (H30.1.9)
	2号炉	0.00000078 (H29.5.23)	0.0000016 (H29.7.14)	0.0000012 (H29.11.16)	0.00000054 (H30.1.31)
多摩川	1号炉	0.000040 (H29.8.1)	0.00000076 (H29.9.25)	0.00000029 (H29.11.22)	0.00000029 (H30.1.10)
	2号炉	0.00000018 (H29.5.11)	0.000016 (H29.7.28)	0.00000018 (H29.11.6)	0.00000023 (H30.1.11)
足立	1号炉	0.00000018 (H29.4.7)	0.00000057 (H29.8.10)	0.00000070 (H29.10.20)	0.00000054 (H30.2.1)
	2号炉	0.000018 (H29.5.19)	0.0000021 (H29.9.7)	0.00000041 (H29.12.19)	0.00000032 (H30.2.2)
品川	1号炉	0.00000044 (H29.4.27)	0.00000023 (H29.6.21)	0.00000018 (H29.10.18)	0.00000093 (H30.2.15)
	2号炉	0.00000012 (H29.4.26)	0.00000017 (H29.6.22)	0.00000023 (H29.10.19)	0.00000022 (H30.2.28)
葛飾	1号炉	0.00000040 (H29.6.9)	0.00000047 (H29.8.9)	0.00000034 (H29.12.4)	0.00000096 (H30.2.20)
	2号炉	0.000018 (H29.7.21)	0.000012 (H29.9.4)	0.00000029 (H29.12.5)	0.00000021 (H30.2.21)
世田谷	1号炉	0.00000041 (H29.5.18)	0.0014 (H29.7.11)	0.0015 (H29.11.10)	0.0019 (H30.3.6)
	2号炉	0.000018 (H29.5.17)	0.00018 (H29.7.12)	0.000046 (H29.10.30)	0.00020 (H30.3.5)
大田	1号炉	0.00000038 (H29.6.29)	0.00000084 (H29.8.29)	0.00000053 (H29.12.8)	0.00000059 (H30.2.26)
	2号炉	0.00000046 (H29.6.30)	0.0000015 (H29.8.30)	0.00000028 (H29.10.10)	0.00000067 (H30.1.19)
練馬	1号炉	0.00000044 (H29.5.30)	0.00000052 (H29.7.5)	0.00000043 (H29.9.12)	0.00000012 (H30.1.30)
	2号炉	0.00000026 (H29.5.9)	0.00000091 (H29.7.6)	0.00000091 (H29.11.2)	0.00000019 (H30.1.29)
杉並	1号炉	0.000013 (H29.11.14)	0.00000022 (H30.1.25)	—	—
	2号炉	0.00000026 (H29.11.13)	0.00000011 (H30.1.26)	—	—

（注1）ダイオキシン類対策特別措置法に基づく排ガスの基準値　0.1ng-TEQ/m^3N
　　（ただし、※は基準値　1ng-TEQ/m^3N）
（注2）ng(ナノグラム)とは、10億分の1グラムを表す単位
（注3）m^3N（ノルマル立方メートル）とは、0℃、1気圧の状態に換算した気体の体積
（注4）杉並は9月にしゅん工した

⑥ ダイオキシン類の測定方法

ダイオキシン類の測定は、10 億分の 1 グラム、1 兆分の 1 グラムという極微量の物質量を測るため、大量の資料を採取するとともに、前処理として、採取した試料からダイオキシン類を抽出・濃縮し、測定を妨害する物質を取り除くなどの操作が必要である。さらに、測定が正確に行われたことを確認するため、資料に内標準物質と呼ばれる物質を加えるなど、測定の精度を十分に確保しながら行う必要がある。

結果の精度を保証する測定法として公定法が定められており、公定法は高分解ガスクロマトグラフ質量分析計を用いた方法である。

ダイオキシン類の測定方法は、排ガス、ばいじん・燃えがら、排水、大気、水質、土壌、底質など測定対象によりそれぞれ日本工業規格（JIS）環境省告示あるいはマニュアルが定められている。測定方法に係る規格等を表３－２に示す。

表３－２ ダイオキシン類の測定方法に係る規格等

測定対象	規格・告示・マニュアル
排ガス	JIS K0311 排ガス中のダイオキシン類の測定方法＊ ＊試料採取時間：4 時間以上 ＊検出下限値以下の測定値はゼロとして毒性等量（TEQ）の計算を行う。
ばいじん・燃えがら	環境省告示第 192 号 「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法」
排水	JIS K0312 工業用水・工場排水中のダイオキシン類の測定方法
大気	ダイオキシン類に係る大気環境調査マニュアル＊ ＊試料採取時間：24 時間採取を 7 回行う、または 7 日間の連続採取 ＊検出下限値以下の測定値は検出下限値の 1/2 として毒性等量の計算を行う
水質	JIS K0312 工業用水・工場排水中のダイオキシン類の測定方法
土壌	ダイオキシン類に係る土壌環境調査マニュアル
底質	ダイオキシン類に係る底質環境調査マニュアル

排ガス中のダイオキシン類の分析手順を次に示す。

・資料の採取

ダイオキシン類の測定は、極微量の物質量を測るため排ガス中のダイオキシン類を直接測定することができない。このため、煙突から排ガスを大量に真空ポンプにより吸引し、ろ紙によりすす（ばいじん）を除去したうえで液体や吸着剤に捕集する。

・内標準物質の添加

試料採取の前に内標準物質を液体捕集部または吸着捕集部に添加する。これは、以降の分析操作においてダイオキシン類が失われていないかを確認するためのものである。

・クリーンアップ

ダイオキシン類を測定するうえで妨害となる物質（いおう分、有機物等）をシリカゲル、アルミナ、活性炭により除去する。

・高分解ガスクロマトグラフ質量分析計による測定

クリーンアップ操作を行った試料液を高分解ガスクロマトグラフ質量分析計により、ダイオキシン、ジベンゾフラン、コプラナーPCB についてそれぞれ測定する。

・データ結果の解析・確認

得られたデータ（「クロマトグラム」と呼ばれる）を解析し、多数の物質の中でどれがダイオキシン類のデータなのか個別に判定する。

・定量結果の確定

測定結果から、異性体別のダイオキシン類の量を算出する。さらに、それぞれのダイオキシン類に毒性等価係数（TEF）を乗じて毒性等量（TEQ）を算出する。

ダイオキシン類の毒性等価係数を表３－３に示す。

表３－３　ダイオキシン類の毒性等価係数

	化合物名	TEF値*1 (WHO 1998 TEF)	TEF値*2 (WHO 2006 TEF)
PCDD （ポリ塩化ジベンゾ－パラ－ジオキシン）	2,3,7,8-TeCDD	1	1
	1,2,3,7,8-PeCDD	1	1
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01
	OCDD	0.0001	0.0003
PCDF （ポリ塩化ジベンゾフラン）	2,3,7,8-TeCDF	0.1	0.1
	1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.03
	2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.3
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1
	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
	OCDF	0.0001	0.0003
コプラナーPCB	3,4,4',5-TeCB	0.0001	0.0003
	3,3',4,4'-TeCB	0.0001	0.0001
	3,3',4,4',5-PeCB	0.1	0.1
	3,3',4,4',5,5'-HxCB	0.01	0.03
	2,3,3',4,4'-PeCB	0.0001	0.00003
	2,3,4,4',5-PeCB	0.0005	0.00003
	2,3',4,4',5-PeCB	0.0001	0.00003
	2',3,4,4',5-PeCB	0.0001	0.00003
	2,3,3',4,4',5-HxCB	0.0005	0.00003
	2,3,3',4,4',5'-HxCB	0.0005	0.00003
	2,3',4,4',5,5'-HxCB	0.00001	0.00003
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB	0.0001	0.00003

（＊1：1997年にWHOより提案され1998年に専門誌に掲載されたもの）
（＊2：2005年にWHOより提案され2006年に専門誌に掲載されたもの）

4　排ガスの自主基準値について

(1) 環境基準と排出基準の関係

事業場から排出される排ガスの規制基準は、環境基準との関係で定められているため、それらの関係を整理する。

①　環境基準

環境基準は、環境基本法（平成５年法律第 91 号）第 16 条に基づいて、政府が定める環境保全行政上の目標である。「人の健康の保護及び生活環境の保全のうえで維持されることが望ましい基準」として、終局的に、大気、水、土壌、騒音をどの程度に保つことを目標に施策を実施していくのかという目標を定めたものが環境基準である。

【参考】環境基本法（抜粋）

（目的）

第１条　この法律は、環境の保全について、基本理念を定め、並びに国、地方公共団体、事業者及び国民の責務を明らかにするとともに、環境の保全に関する施策の基本となる事項を定めることにより、環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献することを目的とする。

（環境基準）

第 16 条　政府は、大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準を定めるものとする。

②　規制基準

また、環境基本法第 16 条４では、政府は、公害の防止に関する施策を総合的かつ有効適切に講ずることにより、環境基準の確保に務めなければならないとされている。これに基づき、大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音などに関して各種規制法によって規制基準が定められている。

【参考】環境基本法（第 16 条　４）

この章に定める施策であって公害の防止に関係するもの（以下「公害の防止に関する施策」という。）を総合的かつ有効適切に講ずることにより、第一項の基準が確保されるように努めなければならない。

環境基準と規制基準の関係の概念図は図４-1 に示すとおりである。

図４－１　環境基準と規制基準の関係の概念図

規制基準は、地域の状況に応じて強化したものを設定することができ、大気汚染に関するものについては次のようなものがある。

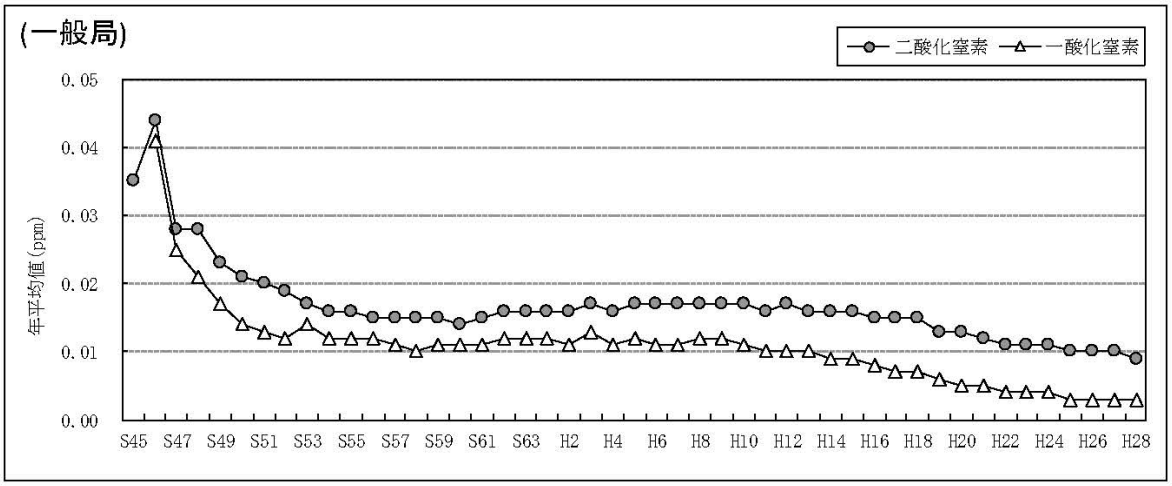
表４－１　規制基準の種類と内容

基　準	内　容
一般排出基準	施設ごとに国が定める一律の基準
特別排出基準	大気汚染が深刻な地域における新たな施設に適用される基準
上乗せ基準	地域の実情を踏まえて地方自治体が条例で定めるより厳しい基準
総量規制基準	施設ごとの基準だけでは環境基準の確保が困難な地域において、大規模工場に適用される基準(いおう酸化物、窒素酸化物)

このような取組から、国内の大気汚染の状況は次に示すとおり改善してきています。

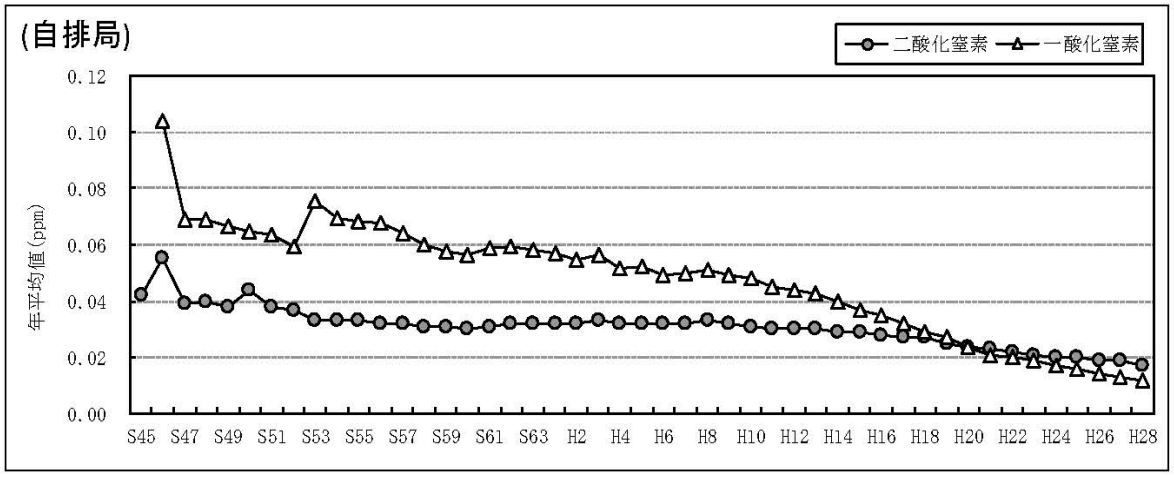
表４－２(1)　日本の大気汚染状況

（二酸化窒素（一般局））



資料：大気汚染状況について（平成 28 年度）環境省ウェページ

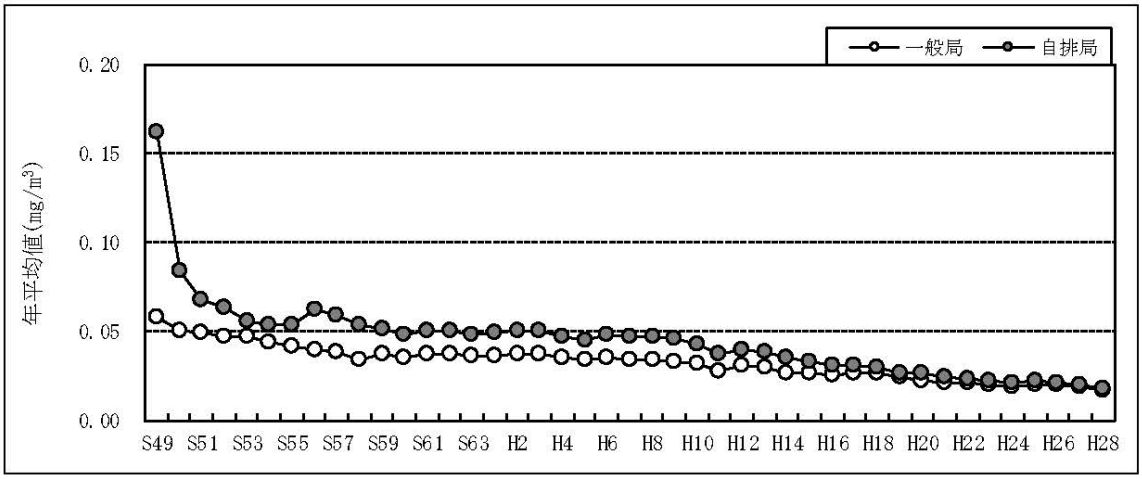
（二酸化窒素（自動車排ガス局））



資料：大気汚染状況について（平成 28 年度）環境省ウェページ

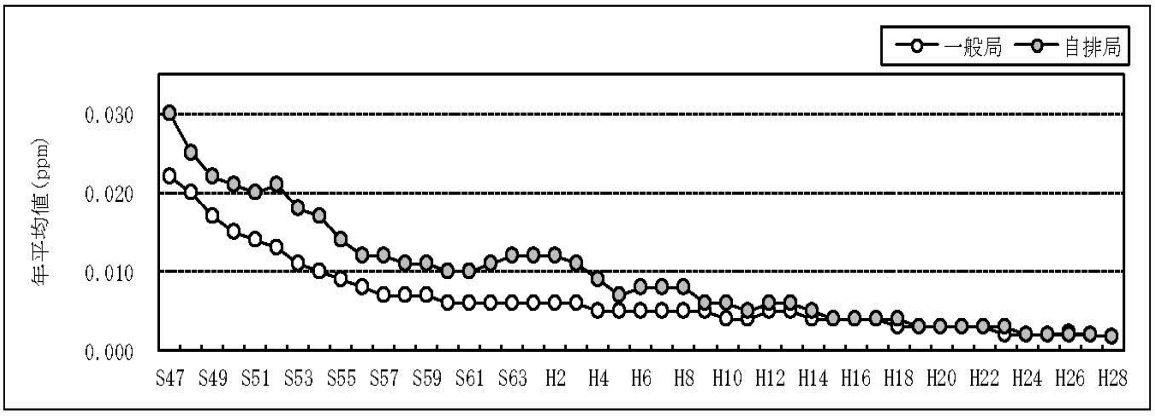
表４－２(2)　日本の大気汚染状況

（浮遊粒子状物質）



資料：大気汚染状況について（平成 28 年度）環境省ウェページ

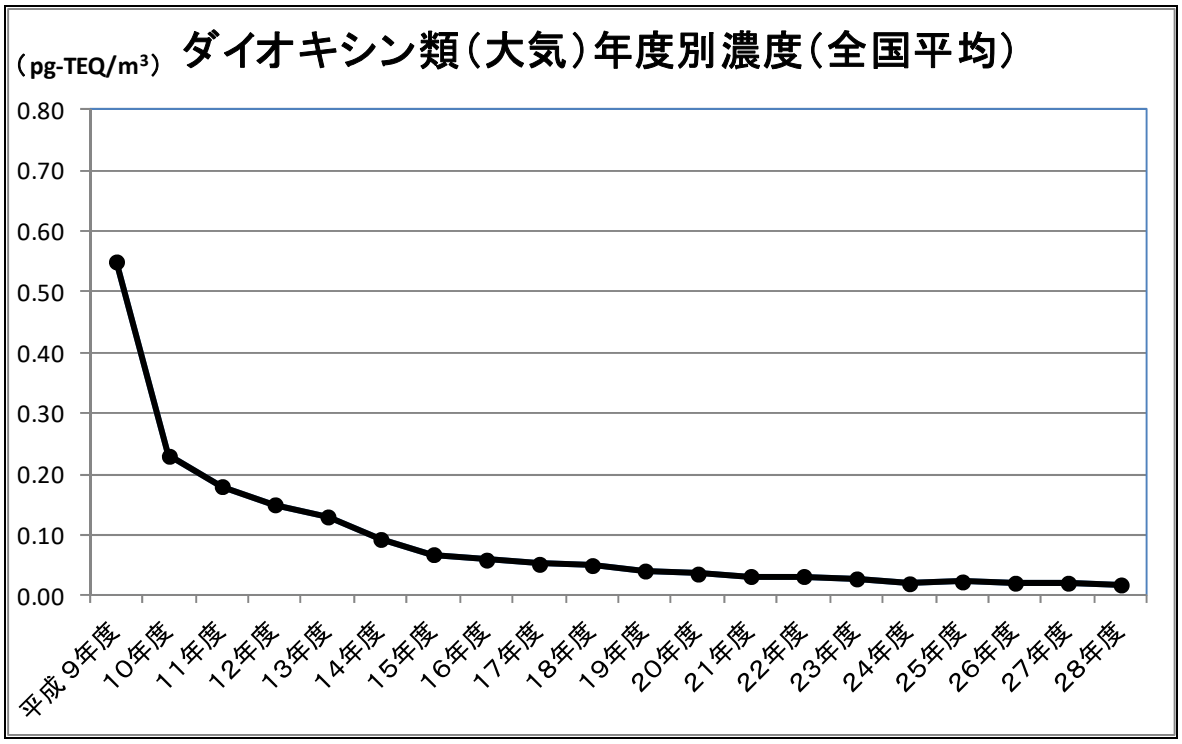
（二酸化いおう）



資料：大気汚染状況について（平成 28 年度）環境省ウェページ

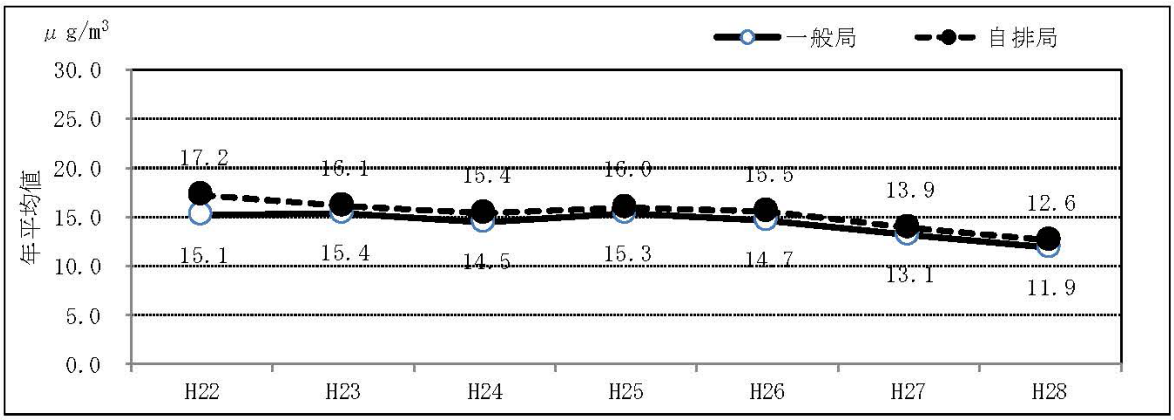
表４－２(3)　日本の大気汚染状況

（ダイオキシン類）



資料：平成 28 年度ダイオキシン類に係る環境調査結果（平成 30 年 3 月環境省）

（微小粒子状物質（PM2.5））



※PM2.5 に関する排出基準は定められていない。

資料：大気汚染状況について（平成 28 年度）環境省ウェページ

③　自主基準値

自主基準値は、より良い環境対策技術を用いて法律や条例によって定められている排出基準よりも厳しい（低い）値に設定した基準値のことをいう。市町村等が熱回収施設を整備する場合においては、一般的に自主基準値の検討及び設定がなされている。近隣自治体の事例などをもとに設定されるが、技術的な裏付けをもって行うことが重要である。

表４－３　排出基準の設定（今日の排ガス対策の状況）

汚染物質の種類	発生要因	法規制値 一般的な除去対策	一般的な除去対策での除去可能値
ばいじん	排ガス中の固形物	0.04～0.1 g/m^3_N 集じん機(バグフィルター等)で除去	0.01 g/m^3_N以下
塩化水素	ごみ中の塩素分の燃焼(プラスチック、食塩等)	430 ppm アルカリ剤(消石灰等)による除去	30 ppm以下 (乾式：消石灰吹込み)
いおう酸化物	ごみ中のいおう分や石油の燃焼	(地域によって異なる) 塩化水素と同様	30 ppm以下 (乾式：消石灰吹込み)
窒素酸化物	ごみ中の窒素分の燃焼 空気中の窒素と酸素の反応	250 ppm 尿素、アンモニア等による分解等	60～80 ppm(無触媒) 50 ppm以下(触媒)
ダイオキシン類	不完全燃焼 有機物と塩素の化学反応	0.1～5 ng-TEQ/m^3_N(焼却炉の規模によって異なる。) 燃焼管理、排ガス急冷、ばいじんの除去	0.1～5 ng-TEQ/m^3_N (焼却炉の規模によって異なる。)
水　銀	ごみ中の水銀含有物	30 μg/m^3_N 活性炭による吸着除去	90％以上 (除去率)

m^3_N　：標準状態（０℃、１bar)でのガスの体積、ppm：百万分の１を表す単位

ng　：ナノグラム、ナノは 10 億分の１の意味。10 億分の１グラム

TEQ　：毒性等量といい、ダイオキシン類の総量を最も毒性の強い 2,3,7,8 四塩化ダイオキシンの量に換算した値であることを示す。

表４－４　近隣施設の排ガス自主基準値の状況

事業名		長野広域連合 ながの環境エネルギーセンター ストーカ式＋灰溶融	長野広域連合 (仮称)長野広域連合B焼却施設 ストーカ式＋灰溶融
処理能力		焼却施設405t/日(135t/24h×3炉) 灰溶融炉(22t/日×2炉)	100t/日(50t/24h×2炉) ―
ばいじん	g/m^3_N	0.01/0.04	0.01/0.08
塩化水素	ppm	30/430	50/430
いおう酸化物	ppm	30/3,000～3,200	30/約4,000～4,500
窒素酸化物	ppm	50/250	100/250
ダイオキシン類	$ng-TEQ/m^3_N$	0.1/0.1	0.1/1
水銀	$\mu g/m^3_N$	50/50	30/50
事業名		上伊那広域連合 上伊那クリーンセンター 流動床式ガス化溶融炉	湖周行政事務組合 諏訪湖周クリーンセンター(愛称:ecoポッポ) ストーカ式
処理能力		118t/日(59t/24h×2炉) ―	110t/日(55t/24h×2炉) ―
ばいじん	g/m^3_N	0.01/0.08	0.01/0.08
塩化水素	ppm	50/430	50/430
いおう酸化物	ppm	50/約4,500	30/-(K値の記載)
窒素酸化物	ppm	100/250	100/250
ダイオキシン類	$ng-TEQ/m^3_N$	0.1/1	0.1/1
水銀	$\mu g/m^3_N$	50/50	50/50
事業名		佐久市・北佐久郡環境施設組合 新クリーンセンター ストーカ式	穂高広域施設組合 新クリーンセンター ストーカ式
処理能力		110t/日(55t/24h×2炉) ―	120t/日(60t/24h×2炉) ―
ばいじん	g/m^3_N	0.02/0.08	0.01/0.08
塩化水素	ppm	50/430	50/430
いおう酸化物	ppm	25/約2,200	50/約80
窒素酸化物	ppm	70/250	100/250
ダイオキシン類	$ng-TEQ/m^3_N$	0.05/1	0.1/1
水銀	$\mu g/m^3_N$	30/50	30/30
事業名		上田地域広域連合 上田クリーンセンター ストーカ式	
処理能力		200t/日(100t/24h×2炉) ―	
ばいじん	g/m^3_N	0.08/0.08	
塩化水素	ppm	430/430	
いおう酸化物	ppm	110/110	
窒素酸化物	ppm	250/250	
ダイオキシン類	$ng-TEQ/m^3_N$	1/1	
水銀	$\mu g/m^3_N$	50/50	

上段/下段　：　自主基準値/法規制値