

## 生活環境保全条例及び改正大気汚染防止法に基づく水銀規制の概要について

### 1. 水銀について

水銀は、常温で液体である唯一の金属で、揮発性が高く、様々な排出源から環境中に排出されている。排出された水銀は大気、海洋等を通じて全世界を循環する長距離移動性を有するほか、高い環境残留性や生物蓄積性を有しており、食物連鎖を通じた生物濃縮等によって高次捕食動物に高濃度に蓄積されやすい。

水銀の毒性は化学形態の違いにより異なるが、特にメチル水銀については、人の中枢神経系に対する毒性が強く、とりわけ発達中の胎児の中枢神経が最も影響を受けやすいとされている（平成27年1月23日 中央環境審議会「水俣条約を踏まえた今後の水銀大気排出規制について（答申）」）。

国内の水銀需要は1964年をピークに急速に減少し、現在では当時の約300分の1となる年間8トン程度の水銀が使用されている。主な用途は照明（蛍光灯等）、計測・制御器（体温計、血圧計等）、無機薬品（顔料、試薬等）や電池となっている（平成26年3月 水銀に関する水俣条約の国内対応検討委員会「水銀に関する国内外の状況について」）。

### 2. 府内における大気中の水銀濃度

水銀については、現在、有害大気汚染物質に係る環境基準は設定されていないが、平成15年7月の中央環境審議会「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について（第7次答申）」を踏まえ、国は環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値（指針値）を「年平均値40ng/m<sup>3</sup>以下」と設定した。

府では、平成11年度より府域全域の大気環境中の水銀濃度のモニタリングを実施しており、図1に示すとおり、国の指針値に比べて低い値で推移している。

平成26年度における大気中の水銀濃度については表1に示すとおり、全国と比較してほぼ同様の値となっている。

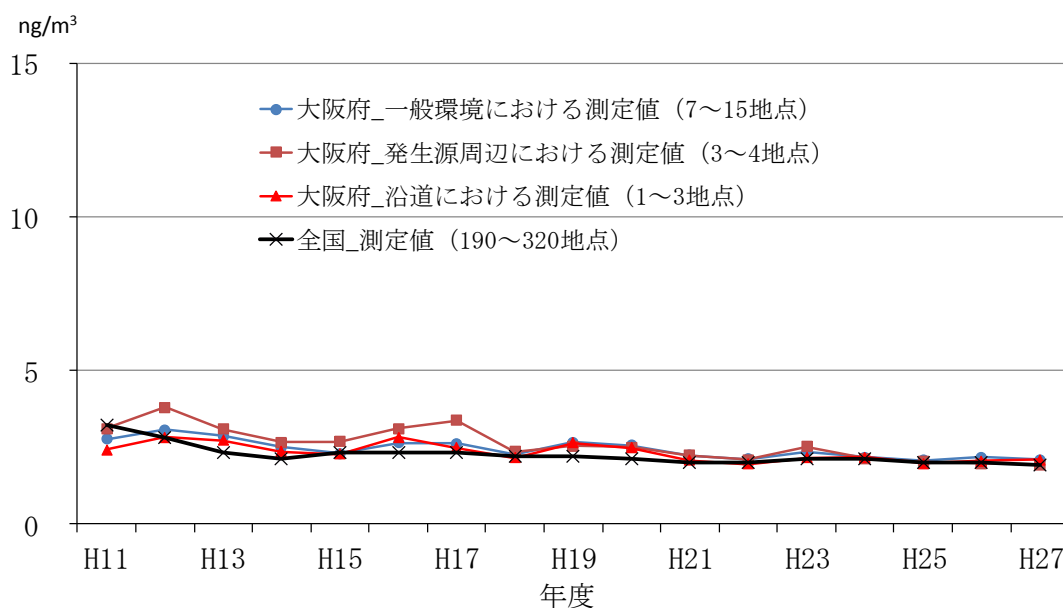


図1 大阪府及び全国における大気中の水銀濃度（年平均値の推移）

表 1 平成 26 年度 大気中の水銀濃度の全国比較

【単位 ng/m<sup>3</sup>】

測定地点	全国		大阪府		(参考) 東京都	
	地点数	年平均値 (最小～最大)	地点数	年平均値 (最小～最大)	地点数	年平均値 (最小～最大)
一般環境	204	2.0 (0.95～4.9)	14	2.2 (1.7～3.2)	12	2.2 (1.8～2.4)
発生源周辺	24	2.0 (1.0～2.9)	4	2.0 (1.8～2.2)	0	—
沿道	32	1.8 (1.2～2.4)	3	2.0 (1.8～2.4)	2	2.2 (2.1～2.2)

### 3. 条例による水銀規制の概要

#### (1) 大阪府生活環境の保全等に関する条例について

府では、大阪府公害防止条例を昭和 46 年 3 月に全国に先駆けて制定し、有害物質を含む大気排出規制を推進してきた。

その後、環境をめぐる状況の変化や化学物質の増加などにより、規制制度全体を見直す必要性が生じたことから、大阪府公害対策審議会に環境保全条例のあり方について諮問し、検討が行われた。その答申（平成 5 年 12 月）を受け、平成 6 年に、発がん性、毒性の科学的知見に基づき新しく見直された有害物質（水銀を含む）の大気排出規制を規定した「大阪府生活環境の保全等に関する条例」を制定した。

#### (2) 趣旨・目的

大気を良好な状態に保持するために規制を行うものであり、人の健康の保護及び生活環境の保全を目的としている。

#### (3) 条例による水銀の大気排出規制の概要

条例では、物の燃焼や合成、分解等の処理（機械的処理を除く）によって発生し、人の健康や生活環境に被害を引き起こす恐れがある 23 物質（表 2 参照）を有害物質として定め、これらを排出する施設に対して規制基準の遵守義務や届出義務を設けている。

表 2 条例で規定する有害物質（23 物質）

種類			
アニシジン	クロロエチレン	ニッケル化合物	ホルムアルデヒド
アンチモン及びその化合物	クロロニトロベンゼン	バナジウム及びその化合物	マンガン及びその化合物
N-エチルアニリン	臭素	ヒ素及びその化合物	N-メチルアニリン
塩化水素	水銀及びその化合物	ベリリウム及びその化合物	六価クロム化合物
塩素	銅及びその化合物	ベンゼン	エチレンオキシド
カドミウム及びその化合物	鉛及びその化合物	ホスゲン	

## ① 規制対象施設

条例では、有害物質に係る規制対象施設については、旧条例の届出施設の設置状況及び実態調査等から規制物質を排出する可能性のある施設（※ただし、法で対象とする有害物質と重複する規制物質の規制対象施設は除外。）として、13業種の134種類（参考資料2参照）を規定している。

また、これらの施設に該当し、かつ、有害物質を大気中に排出する施設を当該有害物質の規制対象施設とし、届出義務や規制基準の遵守義務を規定している。

平成29年4月時点の、府域に所在する条例の有害物質規制対象施設は97種類5,904施設であり、そのうち、水銀の規制対象施設は10種類158施設である。

## ② 規制基準

条例における有害物質の規制基準は、有害物質の種類により、施設に対する設備・構造上の基準（設備・構造基準）もしくは排出口での濃度基準（排出基準）のいずれかが適用され、水銀には排出基準が設定される。

排出基準は以下の算定式のとおりであり、個別施設ごとに排出ガス量、煙突高さ、至近建築物までの距離、建築物高さ等により算出される（図2参照）。

温度が摂氏零度で圧力が1気圧の状態に換算した排出ガス1m<sup>3</sup>につき、次の基準式により算出した有害物質等の種類ごとの量

$$C = (K \cdot S) / Q$$

$C$ : 有害物質等の種類ごとの量 (mg)

$S$ : 煙突高さ等から算出

$K$ : 定数

$Q$ : 乾き排出ガス量 (Nm<sup>3</sup>/分)

なお、定数  $K$  は、有害物質ごとに定めた係数であり、水銀は0.0340（他の有害物質：0.00340～5.54）である。

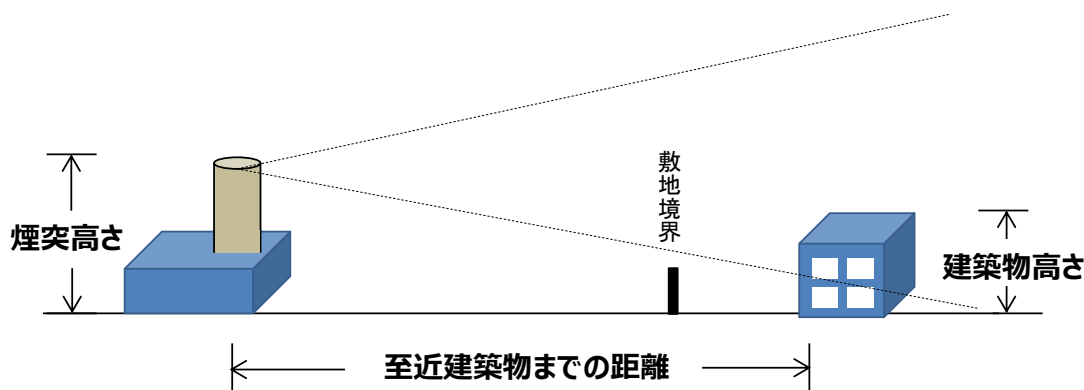


図2 有害物質の排出基準の算出に用いる煙突高さ等の説明図

### ③ 測定義務等

条例における有害物質規制対象施設の設置者に対しては、排出ガス中の当該有害物質の測定と測定結果の保存を義務付けており、水銀の測定については以下のとおりである。

- 測定対象：ガス状水銀
- 分析方法：知事が定める方法（JIS K 0222（排ガス中のガス状水銀を分析する方法））
- 測定頻度：6 か月を超えない作業ごとに1 回以上

### ④ 排出基準超過時の対応

条例では、水銀をはじめとする有害物質を大気中に排出する者に対して、規制基準に適合しない有害物質の排出又は飛散を禁止している。1 回の測定結果により基準の適否を判断し、規制基準の遵守に違反した場合には、法の有害物質（カドミウム、塩素及び塩化水素、弗素・弗化水素及び弗化珪素、鉛、窒素化合物）の排出基準違反と同様、改善命令等の行政処分を経ることなく、直罰が適用される。

#### 4. 水俣条約

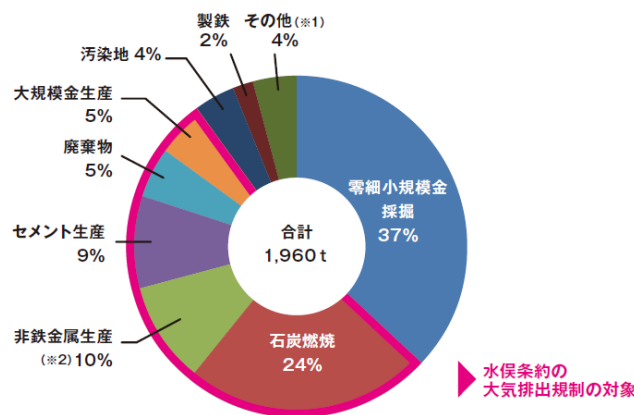
水銀をめぐる国際的な取組として、平成25年10月に、水銀の人為的な排出から人の健康や環境を保護するため、採掘から流通、使用、廃棄に至る水銀のライフサイクルにわたる適正な管理と排出の削減を定める水俣条約が採択され、50か国の締結により発効要件が満たされたことから、平成29年8月16日に発効することとなった。

条約では、産出から使用、廃棄に至るまでのライフサイクル全体にわたって水銀の環境中への排出を削減するための対応が求められており、大気への排出規制もその内容に含まれている。

水俣条約の大気排出規制の主な内容については以下のとおりである。国内の水銀の大気排出量は人為由来で約17t（2014年度）と推計されているが、そのうち約8割が水俣条約の大気排出規制の対象となっている（図3参照）。

- ・ 5種類（石炭火力発電所、産業用燃焼ボイラー、非鉄金属製造施設、廃棄物焼却設備、セメントクリンカー製造施設）の発生源の分類に対し、新設時に「利用可能な最良の技術（BAT）」及び「環境のための最良の慣行（BEP）」を適用
- ・ 既存の施設にも各国の事情に応じた措置の導入
- ・ 水銀大気排出量に関する国レベルのインベントリー（発生源ごとの排出量の推計値）の作成・維持

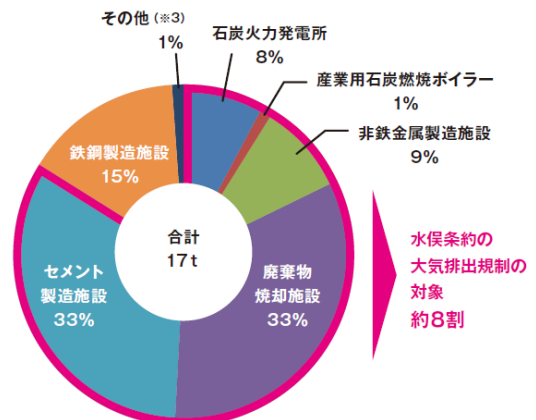
世界における水銀大気排出量(2010年)



(※1) クロルアルカリ工業(1%) 水銀鉱山(1%) 石油精製(1%)  
石油・天然ガス燃焼(1%) 歯科用アマルガム(<1%)

(※2) アルミニウム、銅、鉛、亜鉛 (出典) Global Mercury Assessment (UNEP, 2013)

国内における水銀大気排出量(2014年度)



(※3) 石灰製品製造、パルプ・製紙 (出典) 水銀大気排出インベントリー(2014年度)

図3 水銀の大気排出の現状

## 5. 改正大気汚染防止法による水銀規制の概要

### (1) 改正大気汚染防止法について

水銀は、改正前の大気汚染防止法が定める「有害大気汚染物質」に該当する可能性がある物質の一つとして選定されており、事業者は大気中への排出又は飛散の状況を把握するとともに、当該排出又は飛散を抑制するために必要な措置を講ずることが責務とされていたが、排出規制は設けられていなかった。

水銀に関する水俣条約の採択を受け、同条約の的確かつ円滑な実施を確保するため、平成 27 年 6 月、大気汚染防止法について、水銀排出施設に係る届出制度の創設や、水銀排出施設から水銀等を大気中に排出する者への排出基準の遵守義務付け等の所要の改正が行われ、平成 30 年 4 月 1 日に施行されることとなった。

### (2) 趣旨・目的

水俣条約の的確かつ円滑な実施を確保するために水銀の排出を規制するものであり、国民の健康の保護及び生活環境の保全を目的としている。

### (3) 改正大気汚染防止法の概要

改正の概要を以下の①から⑤に示す。

#### ① 規制対象施設

今回、改正大気汚染防止法により規定された水銀排出施設は表 3 に示すとおりである。工場又は事業場において水銀等を大気中に排出する施設のうち、水俣条約により大気排出対策が必要とされた施設であり、一定の規模以上のものが規定されている。

#### ② 規制基準

水銀排出施設の規制基準（排出基準）は表 3 のとおりである。国による排出基準の設定にあたっては、「水銀の大気排出量をできる限り抑制していくことを目指し、利用可能な最良の技術に適合した値であって、経済的かつ技術的考慮を払いつつ、現実的に排出抑制が可能なレベルに設定する (BAT)」こととしており、施設ごとに一律の排出基準が設定されている。

なお、既設の施設において、排出基準に適合させるために処理施設などの大幅な改修を実施する場合には、法施行日から最大 2 年間、排出基準の適用が猶予される経過措置がある。

#### ③ 要排出抑制施設

改正大気汚染防止法では、水銀等の排出量が相当程度多い施設で、排出を抑制することが適当である施設を要排出抑制施設として定めており、その設置者は、排出抑制のための自主的取組として、自ら遵守すべき基準の作成、水銀濃度の測定・記録・保存等を行うとともに、その実施状況及び結果を公表することが規定されている。

今回、要排出抑制施設として規定された施設は、「製鉄の用に供する焼結炉（ペレット焼成炉を含む）」と「製鋼の用に供する電気炉」の 2 種類である。

表3 改正大気汚染防止法における水銀の排出規制対象施設の種類、規模ならびに排出基準

水俣条約の 対象施設	大気汚染防止法の 水銀排出施設		施設の規模・要件 (以下のいずれかの要件を満たすもの)	排出基準 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	
				新規 施設	既存 施設
石炭火力発電所 産業用石炭燃焼ボイラー	石炭専焼ボイラー 大型石炭混焼ボイラー		<ul style="list-style-type: none"> <li>・伝熱面積 10m<sup>2</sup>以上</li> <li>・燃焼能力 50L/時以上</li> </ul>	8	10
	小型石炭混焼ボイラー			10	15
非鉄金属（銅、鉛、亜鉛 及び工業金）製造に用いら れる精錬及び焙焼の工程	一次施設	銅又は工業金	金属の精錬の用に供する焙焼炉、焼結炉（ペレット焼成炉を含む）及び 煅焼炉/金属の精錬の用に供する溶鋳炉（溶鋳用反射炉を含む。）、転炉及び 平炉： <ul style="list-style-type: none"> <li>・原料処理能力 1t/時以上</li> </ul>	15	30
		鉛又は亜鉛	金属の精製の用に供する溶解炉（こしき炉を除く。）： <ul style="list-style-type: none"> <li>・火格子面積 1m<sup>2</sup>以上</li> <li>・羽口断面面積 0.5m<sup>2</sup>以上</li> <li>・燃焼能力 50L/時以上</li> <li>・変圧器定格容量 200kVA 以上</li> </ul>	30	50
	二次施設	銅、鉛又は亜鉛	鉛の二次精錬の用に供する溶解炉： <ul style="list-style-type: none"> <li>・燃焼能力 10L/時以上</li> <li>・変圧器定格容量 40kVA 以上</li> </ul>	100	400
		工業金	亜鉛の回収の用に供する焙焼炉、焼結炉、溶鋳炉、溶解炉及び乾燥炉： <ul style="list-style-type: none"> <li>・原料処理能力 0.5t/時以上</li> </ul> など	30	50
廃棄物の焼却設備	廃棄物焼却炉		<ul style="list-style-type: none"> <li>・火格子面積 2m<sup>2</sup>以上</li> <li>・焼却能力 200kg/時以上</li> </ul>	30	50
	水銀含有汚泥の焼却炉等		水銀回収義務付け産業廃棄物又は 水銀含有再生資源を取り扱う施設 (※裾切りなし)	50	100
セメントクリンカーの 製造設備	セメント製造の用に供する焼成炉		<ul style="list-style-type: none"> <li>・火格子面積 1m<sup>2</sup>以上</li> <li>・燃焼能力 50L/時以上</li> <li>・変圧器定格容量 200kVA 以上</li> </ul>	50	80

#### ④ 測定義務等

水銀排出施設や要排出抑制施設の設置者は、水銀濃度を測定し、その結果を記録し、保存することが義務付けられている。

改正大気汚染防止法による排出ガス中の水銀測定法は、欧米の水銀排出データと比較検証可能とすることが望ましいこと、また、水銀排出実態調査の結果において、一部の施設で粒子状水銀がガス状水銀と同程度排出されていることが判明したことから、全水銀（ガス状水銀＋粒子状水銀）を測定対象としている。ただし、事業者の負担を軽減する観点から、測定結果の年平均が $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 未満である施設のうち、各測定結果において水銀濃度に対する粒子状水銀の濃度が5%未満であることが3年間継続して確認できた場合など、一定の条件を満たす場合には、ガス状水銀のみの測定結果をもって全水銀の濃度とみなすことができるものとされている。

また、測定結果は平常時における平均的な排出状況を捉えたものを適切に確認することとしており、測定の結果、排出基準を上回る濃度が検出された場合、水銀排出施設の稼動条件を一定に保った上で、速やかに3回以上の再測定を実施し、初回の測定結果を含めた4回以上の測定結果のうち、最大値及び最小値を除く測定結果の平均値により評価することとしている。

- ▶ 測定対象：全水銀（ガス状水銀 及び 粒子状水銀）
- ▶ 分析方法：ガス状水銀 湿式吸収-還元気化原子吸光分析法（JIS Z 0222 を基本とした方法）  
粒子状水銀 湿式酸分解法-還元気化-原子吸光法又は加熱気化-原子吸光法  
※JIS Z 8808 に準拠し試料採取
- ▶ 測定頻度：排出ガス量に応じた測定頻度は以下のとおり
  - ・排出ガス量が4万 $\text{Nm}^3$ /時以上の施設：4か月を超えない作業期間ごとに1回以上
  - ・排出ガス量が4万 $\text{Nm}^3$ /時未満の施設：6か月を超えない作業期間ごとに1回以上

#### ⑤ 排出基準超過時の対応

排出基準に適合しないと判断した場合、都道府県知事は改善の勧告を行い、これに従わない場合は改善を命ずることができ、更に、命令に従わない場合には、罰則が適用される。



## 6. 条例と改正大気汚染防止法による水銀規制の比較

条例と改正大気汚染防止法における水銀の大気排出規制の比較について、以下に示す。

### ① 規制対象施設

府内に条例に基づく水銀の規制対象施設は 158 施設所在し、その内訳は表 4 とおりである。

表 4 水銀規制対象施設の内訳

項	施設の種類	施設数
四 化学工業品、石油精製又は石炭品の製造の用に供する施設	へ 反応施設	1
	カ 乾燥・焼付施設	2
五 プラスチック製品の製造の用に供する施設	ト 混練施設	2
八 鉄鋼若しくは非鉄金属の製造、金属製品の製造又は機械若しくは機械器具の製造の用に供する施設	ロ 令別表第一の五に掲げる溶解炉	14
	カ 金属溶解・精錬施設	3
	ヨ 令別表第十一に掲げる乾燥炉	2
	ソ 乾燥・焼付施設	4
	ナ 熔融めっき施設	1
十 廃棄物焼却炉	イ 令別表第十三に掲げる廃棄物焼却炉	128
	ハ イ及びロであるものを除き焼却能力が一時間当たり 50kg 以上であるもの	1
合 計		158

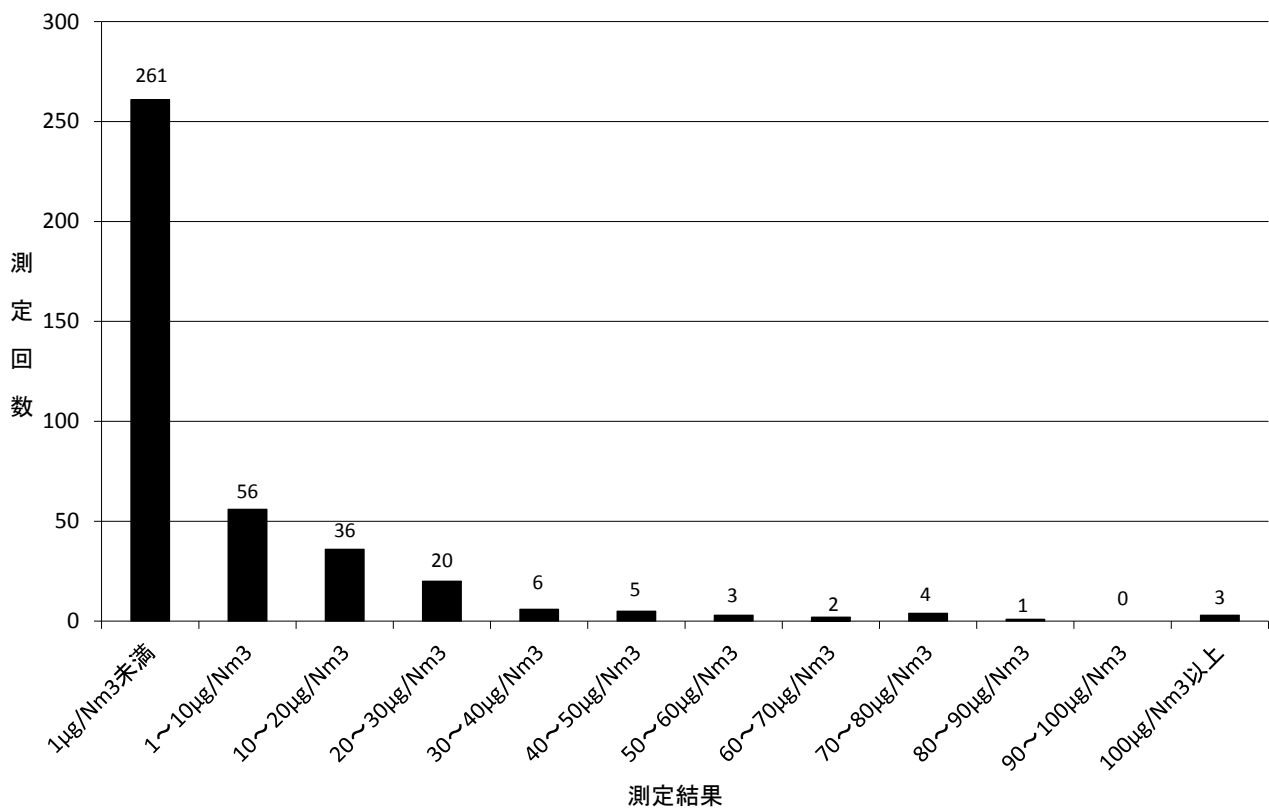
これらの施設のうち、改正大気汚染防止法の水銀排出施設に該当するものは廃棄物焼却炉のみであり、128 施設である。

条例では、廃棄物焼却炉など一部の施設について、法対象規模未滿の施設を規制対象としている。また、改正大気汚染防止法の水銀排出施設を含む 134 種類の施設を有害物質の届出施設として規定している。

### ② 規制基準

府内に所在する条例と改正大気汚染防止法の規制が重複することとなる廃棄物焼却炉 128 施設において、3（3）②により算出した条例の排出基準と改正大気汚染防止法の排出基準を比較したところ、全ての施設において、法の基準値の方が厳しい値であった（条例の排出基準が最も厳しい施設の基準：260  $\mu$ g/Nm<sup>3</sup>）。

また、府内に所在する条例と改正大気汚染防止法の規制が重複することとなる廃棄物焼却炉の水銀の測定結果（H25～H27 の 3 か年で 86 施設延べ 397 回）は図 4 のとおりである。



※定量下限値未満の測定結果は1μg/Nm³未満として集計

図4 条例に基づく水銀測定結果

また、府内に所在する条例と改正大気汚染防止法の規制が重複することとなる廃棄物焼却炉128施設の排ガス処理施設は表5のとおりである。全ての施設が、国の定める廃棄物焼却炉の既存施設に対するBAT（バグフィルター又はスクラバー）と同等、もしくはそれ以上の施設を有している。

表5 府内に所在する廃棄物焼却炉の排ガス処理施設

排ガス処理施設の種類※1	施設数		
	一廃廃棄物焼却施設※2	産業廃棄物焼却施設	
		下水汚泥焼却施設	左記を除く焼却施設
BF	35	9	6
BF+活性炭	4	0	0
BF+スクラバー	29	9	0
BF+スクラバー+活性炭	4	0	0
EP+スクラバー	13	15	0
EP+スクラバー+BF	1	0	0
EP+スクラバー+活性炭	1	0	0
スクラバー	0	1	1
合計	87	34	7

※1 BF：バグフィルター、EP：電気集塵機

※2 水銀を排出しないし尿焼却施設を除く。

### ③ 測定方法及び排出基準超過時の対応

測定方法及び排出基準超過時の対応の比較一覧は表6のとおりである。測定対象は、条例がガス状水銀を対象としているのに対し、法は全水銀を対象としている。ただし、法では事業者の負担を軽減する観点から、測定結果の年平均が $50\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 未満である施設のうち、各測定結果において水銀濃度に対する粒子状水銀の濃度が5%未満であることが3年間継続して確認できた場合など一定の条件を満たす場合には、ガス状水銀のみの測定結果をもって全水銀の濃度とみなすことができるものとされている。

条例、法ともに排出基準の遵守義務が課せられるが、排出基準の超過が確認された場合、条例は直罰であるのに対し、法は改善勧告、改善命令を行い、従わない場合に罰則が適用される。

表6 条例と法による水銀の測定方法等の比較

	条例	法
測定対象	ガス状水銀	全水銀（ガス状水銀＋粒子状水銀）
分析方法	JIS K 0222	（ガス状水銀） 湿式吸収-還元気化原子吸光分析法 ※JIS K 0222 を基本とした方法 （粒子状水銀） 湿式酸分解法-還元気化-原子吸光法 又は 加熱気化-原子吸光法 ※JIS Z 8808 に準拠し試料採取
測定頻度	6か月を超えない作業期間ごとに1回以上	（排ガス量4万 $\text{Nm}^3$ /時以上の施設） 4か月を超えない作業期間ごとに1回以上 （排ガス量4万 $\text{Nm}^3$ /時未満の施設） 6か月を超えない作業期間ごとに1回以上
測定結果の確認方法	1回の測定結果により判断	平常時における平均的な排出状況で判断 <具体説明> 排出基準を上回った場合、速やかに3回以上の再測定を実施し、初回の測定結果を含む計4回以上の測定結果のうち、最大値及び最小値を除く全ての測定結果の平均値により評価
基準超過時の対応	直罰	改善勧告 ⇒ 改善命令 ⇒ 罰則（命令違反）

## 7. 他府県における水銀の大気排出規制について

府と同様、大気中に排出される水銀規制を行う都道府県がある。他府県における水銀の規制対象施設及び規制基準は表7のとおりである。

表7 他府県における水銀の大気排出規制

自治体名	排出口基準 (mg/Nm <sup>3</sup> )		敷地境界基準 (mg/Nm <sup>3</sup> )	
		対象施設		対象施設
福島県	0.1	石炭ボイラー (燃焼能力 10 トン/h 以上)	—	—
	1	・廃棄物焼却炉 (燃焼能力 1,000kg/h 以上) ・銅等の精錬用の焙焼炉等 (火格子面積 0.2m <sup>2</sup> 以上等)		
埼玉県	—	—	0.00085	金属鉱業等 23 業種に属し、事業活動で取扱う水銀の質量が 500kg/年度以上かつ常時の従業員数が 21 人以上の事業場
京都府	0.2	法の特定施設+条例対象施設 (大阪府と類似)	0.002	法の特定施設+条例対象施設 (大阪府と類似)
山口県	—	—	検出されないこと	いおう酸化物に係るばい煙 10Nm <sup>3</sup> /h 超や、排出ガスの量が 40,000Nm <sup>3</sup> /h 以上等の条件を満たす規模の大きい事業場を「指定工場」として規制対象にしている。