

## 参考資料12

(R5.3.14 大気排出基準等専門委員会(第12回)資料1)

# 水銀排出施設における 水銀濃度の測定結果について

大気排出基準等専門委員会（第12回）  
令和5年3月14日（火）

# 目次

1. 大気汚染防止法の概要
2. 水銀排出施設の設置状況
3. 排ガス中水銀濃度の測定結果
4. 排ガス中水銀濃度の測定結果について（令和3年度）  
－ 水銀排出施設種類別詳細（参考）－

# 1. 大気汚染防止法の概要

## (1) 水銀に関する水俣条約について

- 石炭利用などによる人為的な水銀排出が、大気や水、生物中の水銀濃度や堆積速度を高めている状況を踏まえ、地球規模での水銀対策の必要性が認識される中、「水銀及び水銀化合物の人為的な排出から人の健康及び環境を保護すること」を目的として2013年10月に採択。
- 2017年8月に発効し、2022年12月末時点の締約国数は139か国。
- 水俣条約締約国が取り組むべき大気排出対策は以下のとおり。
  - ・5種類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: Best Available Techniques) 及び「環境のための最良の慣行」(BEP: Best Environmental Practices)を義務づけ。
    - ① 石炭火力発電所、② 産業用石炭燃焼ボイラー、③ 非鉄金属製造施設\*、  
④ 廃棄物焼却設備、⑤ セメントクリンカー製造設備
  - \* 鉛、亜鉛、銅及び工業金(零細小規模採掘以外)の製造に用いられる製錬及び焙焼の工程
- ・既存の施設にも各国の事情に応じた措置を導入。
- ・水銀大気発生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。

## (2) 大気汚染防止法の改正・施行等の経緯

・水銀に関する水俣条約の的確かつ円滑な実施を確保するため、中央環境審議会の答申を踏まえて大気汚染防止法が改正され、2018年4月1日に施行された。

表1 大気汚染防止法の改正・施行等の経緯

	中央環境審議会の答申	大気汚染防止法
2015年	1月 水銀に関する水俣条約を踏まえた今後の水銀の大気排出対策について (答申)	6月 法改正(水銀排出施設の届出、排出基準の遵守等) 11月 施行令改正(水俣条約の対象施設を水銀排出施設に指定)
2016年	6月 水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について (第一次答申)	9月 施行令・施行規則改正(排出基準の規定等)、排出ガス中の水銀測定法(告示)を制定・公布
2017年	5月 水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について (第二次答申)	
2018年		4月 改正法施行

## (3) 大気汚染防止法による関係主体の主な義務・役割

### ○ 水銀排出者(水銀排出施設から水銀等を大気中に排出する者)

#### 水銀排出施設の設置の届出

水銀排出施設(石炭火力発電所、産業用石炭燃焼ボイラー、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)の設置や構造等の変更をしようとする場合、都道府県知事等に**事前の届出**をしなければならない。

※施行時点で現に施設を設置している者は、施行日から30日以内の届出が必要。

※届出義務違反・虚偽の届出は、3月以下の懲役又は30万円以下の罰金。

#### 排出基準の遵守

水銀排出施設に係る**排出基準※**を遵守しなければならない。

※水俣条約BAT/BEPガイダンスを参考に、新規施設と、既存施設を分けてBATに該当する技術を想定し、排出基準を設定。

※既存施設において、排出基準適合のために大幅な改修を行う場合には、排出基準の遵守について改正法施行後最大2年間猶予。

#### 水銀濃度の測定

環境省令で定めるところにより、当該水銀排出施設に係る**水銀濃度を測定**し、その**結果を記録**し、**3年間保存**しなければならない。

※水銀濃度測定結果の記録・保存義務違反は、30万円以下の罰金。

### ○ 要排出抑制施設の設置者

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**要排出抑制施設(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)**の設置者は、排出抑制のための自主的取組として、単独又は共同で、**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、その実施状況及び評価を公表しなければならない。

### ○ 国

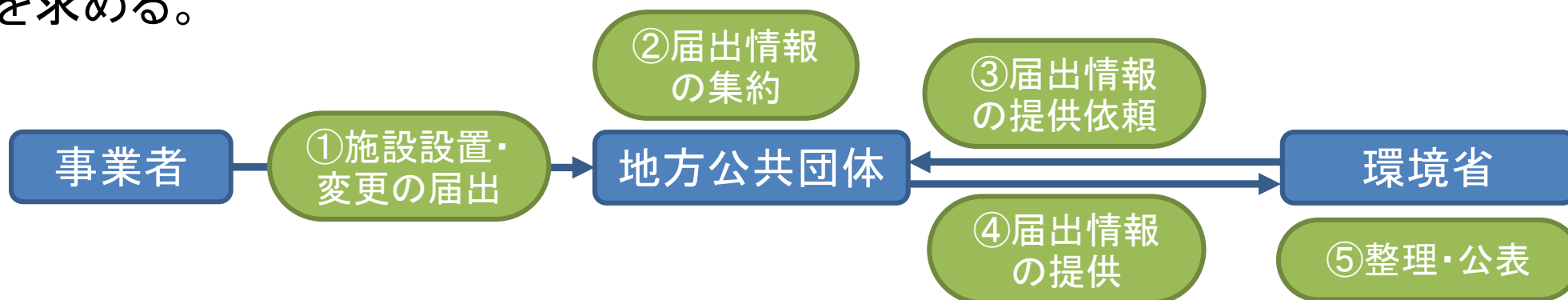
我が国における水銀の大気排出状況を把握し、その**結果を公表**しなければならない。

## 2. 水銀排出施設の設置状況

- (1) 水銀排出施設届出情報の収集方法
- (2) 水銀排出施設の届出について
- (3) 水銀排出施設の設置状況の整理
  - ① 水銀排出施設数、設置事業所数
  - ② 水銀排出施設種類別の施設数及び割合
  - ③ 水俣条約における施設分類別の施設数及び割合

# (1) 水銀排出施設届出情報の収集方法

- 環境省が地方公共団体を通じて、届出情報を収集・集約し、公表する。
- 既設の届出については、収集済み(第8回専門委員会で報告)。
- 新設や変更の届出については、年度ごとに翌年度7月末までに環境省あてに報告を求める。



- ①事業者は水銀排出施設の設置や構造等の変更をしようとする場合、都道府県知事等に事前に届出  
※施行時点で現に施設を設置している場合、施行日から30日以内に届出
- ②地方公共団体は、届出された情報を集約
- ③環境省が地方公共団体に対し、届出の情報提供を依頼  
※大気汚染防止法第28条に基づく資料提出依頼(+情報収集の協力依頼)
- ④地方公共団体が環境省に情報提供
- ⑤環境省が地方公共団体から提供を受けた届出情報を整理し、公表



## (2) 水銀排出施設の届出について

○大気汚染防止法では、水銀排出施設の設置・構造等変更をしようとする者に対し、都道府県知事等への事前の届出義務を課している。

※施行時点で現に施設を設置している者は、施行日(平成30年4月1日)から30日以内に届出することとなっている。

### 届出の内容(大気汚染防止法施行規則 様式第3の6)

工場又は事業場の名称、所在地

水銀排出施設の種類

水銀排出施設の構造(別紙1)

- ・名称及び型式
- ・設置年月日
- ・規模(燃料の燃焼能力、火格子面積、焼却能力等) 等

水銀排出施設の使用の方法(別紙2)

- ・1日の使用時間
- ・原材料または燃料(種類、水銀含有割合等)
- ・排出ガス量、酸素濃度
- ・水銀濃度(全水銀、ガス状水銀、粒子状水銀) 等

水銀等の処理の方法(別紙3)

- ・処理施設の種類、名称及び型式
- ・設置年月日
- ・処理能力(排出ガス量、排出ガス温度、水銀濃度、捕集効率)
- ・使用状況 等

### (3) 水銀排出施設の設置状況の整理

- 地方公共団体から提供を受けた届出情報について、水銀排出施設の設置状況を把握するため、下記①～③のとおり整理した。

- ① 水銀排出施設数、設置事業所数
- ② 水銀排出施設種類別の施設数及び割合
- ③ 水俣条約における施設分類別の施設数及び割合

※令和4年3月末時点の届出情報を基に集計

# ① 水銀排出施設数、設置事業所数

○ 全国の水銀排出施設数は4,388施設であり、水銀排出施設を設置している事業所数は2,643施設である。

	令和3年度		令和2年度		令和元年度	
	水銀排出施設数	水銀排出施設を設置している事業所数	水銀排出施設数	水銀排出施設を設置している事業所数	水銀排出施設数	水銀排出施設を設置している事業所数
届出全施設 (廃止済みを除く)*1	4,388	2,643	4,455	2,703	4,419	2,723
稼働施設*2	3,857	2,268	3,924	2,407	3,923	2,447

⇒これ以降の集計は、稼働施設のみを対象とする。

\*1 年度途中で廃止となった施設の内、対象年度内に1回以上水銀測定を実施した施設は集計に含む。

\*2 当該年度内に稼働していた施設を対象に集計。

## ◎水銀排出施設数の上位10都道府県

順位	都道府県名	施設数	順位	都道府県名	施設数
1	埼玉県	183	7	神奈川県	144
1	愛知県	183	7	静岡県	144
3	千葉県	178	9	東京都	140
4	北海道	171	10	茨城県	133
5	兵庫県	166	10	福岡県	133
6	大阪府	161			

## ② 水銀排出施設種類別の施設数及び割合

○最も多い施設は一般廃棄物焼却施設で 2,046 施設あり、全体の 53 %を占める。

2番目に多い施設は産業廃棄物焼却施設で 1,107 施設あり、全体の 29 %を占める。

水銀排出施設		施設数 (うち、新規施設*2)	割合	令和4年3月末時点			(参考)令和3年 3月末時点		(参考)令和2年 3月末時点		
大防上上の区分	内訳			上位3都道府県			施設数	割合	施設数	割合	
1	小型石炭混焼 ボイラー	石炭火力発電所	73 ( 2)	1.9%	山口県	福岡県	広島県	74	1.9%	65	1.7%
		産業用石炭燃焼ボイラー	37 ( 1)	0.96%	北海道	兵庫県	三重県	39	1.0%	32	0.8%
2	石炭燃焼ボイラー (上記以外)	石炭専焼 ボイラー	106 ( 3)	2.7%	山口県	福島県	愛知県	105	2.7%	91	2.3%
		石炭火力発電所	20 ( 1)	0.52%	北海道	愛媛県	愛知県	19	0.5%	18	0.5%
		大型石炭混 焼ボイラー	6 ( 0)	0.16%	茨城県	千葉県	福島県	3	0.08%	3	0.08%
		産業用石炭燃焼ボイラー	1 ( 0)	0.026%	愛知県	-	-	1	0.03%	1	0.03%
3	非鉄金属製造*1 一次施設(銅、工業金)	銅	35 ( 0)	0.91%	福島県 愛媛県	香川県	岡山県 大分県	33	0.8%	27	0.7%
		工業金	0 ( 0)	0%	-	-	-	0	0%	0	0%
4	非鉄金属製造*1 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	4 ( 0)	0.10%	広島県	-	-	1	0.03%	1	0.03%
		亜鉛	6 ( 0)	0.16%	青森県 秋田県	福島県 山口県	-	7	0.2%	7	0.2%
5	非鉄金属製造*1 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	24 ( 1)	0.62%	兵庫県	大阪府 愛媛県	秋田県 茨城県 三重県 大分県 鹿児島県	25	0.6%	21	0.5%
		鉛	41 ( 0)	1.1%	大阪府	京都府	宮城県 埼玉県 千葉県 岐阜県	55	1.4%	57	1.5%
		亜鉛	37 ( 0)	0.96%	兵庫県	福岡県	大阪府	35	0.9%	36	0.9%
6	非鉄金属製造*1 二次施設(工業金)	工業金	0 ( 0)	0%	-	-	-	0	0%	0	0%
7	セメントの製造の用に供する焼成炉		53 ( 0)	1.4%	福岡県	山口県	埼玉県	53	1.4%	53	1.4%
8	廃棄物焼却施設(注2)	一般廃棄物	2,046 ( 78)	53%	埼玉県	千葉県	北海道	2,098	53%	2,248	57%
		産業廃棄物	1,107 ( 48)	29%	静岡県	千葉県	愛知県	1,111	28%	987	25%
		下水汚泥	255 ( 11)	6.6%	東京都	神奈川県	大阪府	259	6.6%	270	6.9%
9	水銀回収施設		6 ( 0)	0.16%	北海道	新潟県	-	6	0.2%	6	0.2%
合計			3,857 (145)					3,924		3,923	

\*1 非鉄金属製造の原料として、一次施設では主として鉱石が用いられ、二次施設ではリサイクル原料等が用いられている。

(令和4年3月末時点)

\*2 平成30年4月1日以降に設置された施設(平成30年4月1日以前に、設置の工事が着手されているものは除く。)

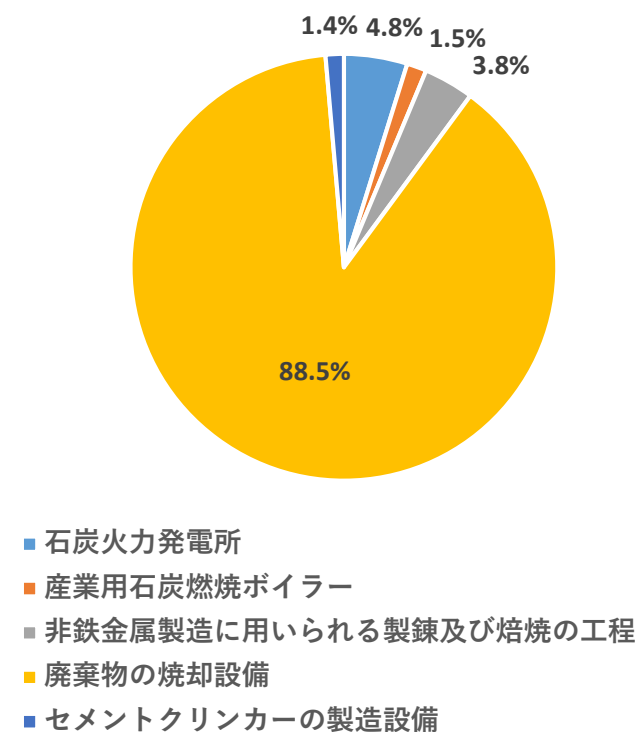
注1 電気事業法、鉱山保安法対象事業者について、一部の自治体では令和2年度分(令和3年3月末時点集計)から報告されるようになったため、施設数が増加している。

注2 廃棄物焼却施設(一般廃棄物、産業廃棄物、下水汚泥)については、事業者から報告があった種別を用いて集計をしていたが、適切に報告されていないと考えられる施設が複数あったことから、各統計調査における施設一覧(一般廃棄物:環境省『一般廃棄物処理実態調査』、下水汚泥:日本下水道協会『下水道統計』、産業廃棄物:一般廃棄物・下水汚泥以外の施設)に基づいて、施設種類を変更した。(令和3年3月末)

### ③ 水俣条約における施設分類別の施設数及び割合

○ 水俣条約における施設分類別にみると、廃棄物の焼却設備の割合が最も多く、全体の約9割を占める。

施設分類	令和4年 3月末時点		(参考)令和3年 3月末時点		(参考)令和2年 3月末時点	
	施設数	割合	施設数	割合	施設数	割合
石炭火力発電所	185	4.8%	182	4.6%	159	4.1%
産業用石炭燃焼ボイラー	58	1.5%	59	1.5%	51	1.3%
非鉄金属製造に用いられる 製錬及び焙焼の工程	147	3.8%	156	4.0%	149	3.8%
廃棄物の焼却設備	3,414	88.5%	3,474	88.5%	3,511	89.5%
セメントクリンカーの製造設備	53	1.4%	53	1.4%	53	1.4%
合計	3,857		3,924		3,923	



### 3. 排ガス中水銀濃度の測定結果

- (1) 水銀濃度の測定に関する規定
- (2) 令和3年度における水銀濃度の測定結果等の収集
- (3) 測定結果の提供施設数
- (4) 測定結果と排出基準値との比較
- (5) 粒子状水銀測定の省略

# (1) 水銀濃度の測定に関する規定①

○水銀排出施設の設置者は、**排出基準の遵守**及び**水銀濃度の測定**が義務付けられている。

- ・排出基準の遵守・・・水銀排出施設ごとに、下表の排出基準を遵守しなければならない。
- ・水銀濃度の測定・・・水銀濃度を測定し、その結果を記録し、3年間保存しなければならない。

水俣条約の 対象施設	大気汚染防止法の 水銀排出施設		排出基準(μg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>注1</sup>	
			新設	既設
石炭火力発電所 産業用石炭燃焼ボイラー	石炭専焼ボイラー及び大型石炭混焼ボイラー		8	10
	小型石炭混焼ボイラー <sup>注2</sup>		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	15	30
		鉛又は亜鉛	30	50
	二次施設	銅、鉛又は亜鉛	100	400
		工業金	30	50
廃棄物の焼却設備	廃棄物焼却炉		30	50
	水銀含有汚泥等の焼却炉等		50	100
セメントクリンカーの製造設備	セメントの製造の用に供する焼成炉		50	80 <sup>注3</sup>

注1 酸素換算は、石炭燃焼ボイラー6%、セメントクリンカー製造用焼成炉10%、廃棄物焼却炉・水銀含有汚泥等焼却炉12%

注2 燃料の燃焼能力が重油換算一時間当たり50L以上であるもののうち、バーナーの燃料の燃焼能力が重油換算一時間当たり100,000 L未満のもの。

注3 原料とする石灰石中の水銀含有量が0.05 mg-Hg/kg-Limestone(重量比)以上であるものについては、140μg/Nm<sup>3</sup>

## (1) 水銀濃度の測定に関する規定②

### 測定対象

- **全水銀** (ガス状水銀 及び 粒子状水銀)

### 測定方式

- **バッチ測定**

### 試料採取・分析方法

- ガス状水銀  
100L程度を吸引。流速は0.5～1.0L/minで硫酸酸性過マンガン酸カリウム溶液に吸収させる。  
分析は湿式吸収－還元気化原子吸光分析法を用いる。
- 粒子状水銀  
1000L程度をJIS Z 8808に準拠してフィルターに粒子状水銀を含むダストを等速吸引により捕集する。  
分析は湿式酸分解法-還元気化-原子吸光法又は加熱気化-原子吸光法を用いる。



## (1) 水銀濃度の測定に関する規定③

### 測定頻度

排ガス量が4万Nm<sup>3</sup>/時以上の施設 4か月を超えない作業期間ごとに1回

排ガス量が4万Nm<sup>3</sup>/時未満の施設 6か月を超えない作業期間ごとに1回

### 測定結果の確認方法

測定結果は、**平常時における平均的な排出状況**を捉えたものか適切に確認する必要がある。

＜排出基準を上回る濃度が検出された場合→再測定を実施＞

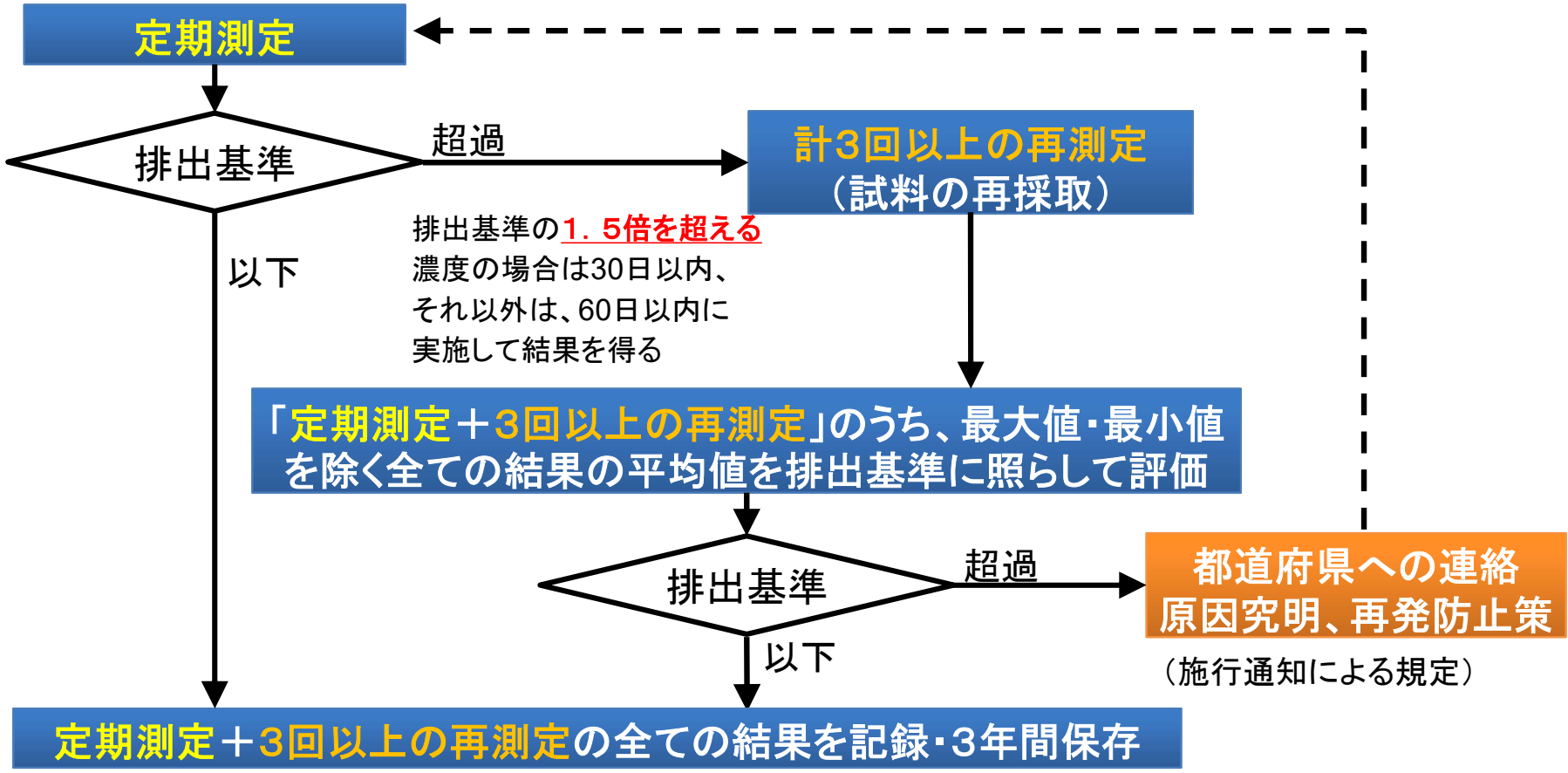
水銀排出施設の稼働条件を一定に保ったうえで、**速やかに3回以上の再測定**（試料採取を含む）を実施し、初回の測定結果を含めた**計4回以上の測定結果のうち、最大値及び最小値を除く全ての測定結果の平均値**により評価する。

※初回の測定結果が排出基準の値の1.5倍を超過していた場合は、初回測定結果が得られた後から30日以内に実施し、それ以外の場合は60日以内に実施すること。

※測定結果は全て記録・保存しておくこと。

※再測定後の評価でも排出基準を上回る場合は、関係する地方公共団体に連絡するとともに、原因究明を行い、再発防止措置をとること。

# (1) 水銀濃度の測定に関する規定④ 定期測定の結果が排出基準を超過した場合のフロー図



- 都道府県知事は、水銀排出者が排出基準に適合せず水銀を継続して排出するときは、期限を定めて、水銀の大気排出を減少させるための措置をとるよう**勧告**できる。
- 水銀排出者が勧告に従わない場合、都道府県知事は、期限を定めて、勧告に係る措置をとるべき旨の**命令**ができる。  
 ⇨ 改善勧告に係る措置の命令違反は、1年以下の懲役又は100万円以下の罰金。

## (2) 令和3年度における水銀濃度の測定結果等の収集

○ **令和3年度実績**の水銀濃度測定結果とそれに付随する情報を収集(下表)。

○ 法では、設置者に対する測定結果の報告義務を課していないため、地方公共団体が任意で情報提供を受けた結果を環境省が収集・集約している。

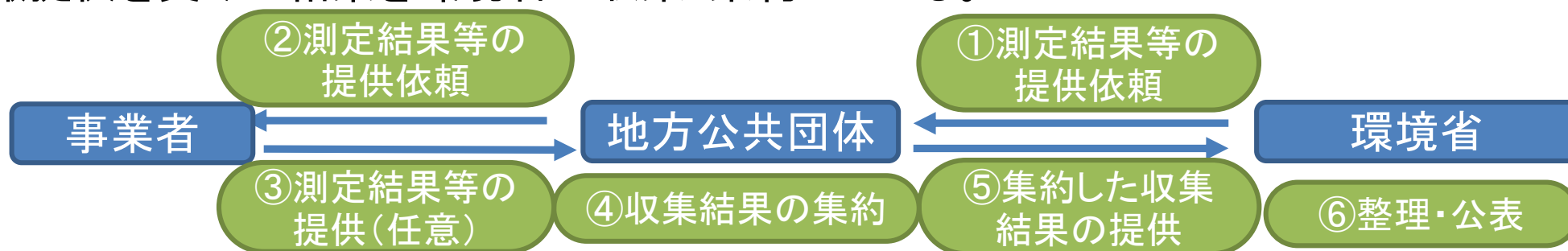


表 水銀排出施設の設置者から収集中の水銀濃度測定結果等に関する情報

	項目
大気汚染防止法施行規則の様式(第7の2)に含まれる情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測定者の氏名</li> <li>● 測定箇所(試料採取位置)</li> <li>● 全水銀濃度(測定値、測定年月日及び時刻)</li> <li>● ガス状水銀濃度(実測値、酸素濃度補正值、酸素濃度、測定年月日及び時刻)</li> <li>● 粒子状水銀濃度(実測値、酸素濃度補正值、酸素濃度、測定年月日及び時刻)</li> </ul>
様式に記載をお願いしている情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測定時の排ガス流量(乾)</li> <li>● ガス状水銀と粒子状水銀の検出下限値(測定結果が検出下限未満の場合)</li> <li>● 年間稼働時間 [令和2年度実績の情報収集から追加] ※インベントリー推計の精緻化を目的</li> </ul>

## (3) 測定結果の提供施設数

○ 水銀濃度の測定対象施設の99.7%から令和3年度の測定結果の提供があった。

水銀排出施設		測定結果提供施設数 (うち、新規施設*2)	測定対象施設数*1 (うち、新規施設*2)	測定結果 提供割合	
大防上上の区分	内訳				
1 小型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	73 ( 2)	73 ( 2)	100.0%	
	産業用石炭燃焼ボイラー	36 ( 1)	36 ( 1)	100.0%	
2 石炭燃焼ボイラー (上記以外)	石炭専焼ボイラー	石炭火力発電所	106 ( 4)	106 ( 4)	100.0%
		産業用石炭燃焼ボイラー	19 ( 1)	19 ( 1)	100.0%
	大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	6 ( 0)	6 ( 0)	100.0%
		産業用石炭燃焼ボイラー	1 ( 0)	1 ( 0)	100.0%
3 非鉄金属製造*3 一次施設(銅、工業金)	銅	7 ( 0)	7 ( 0)	100.0%	
	工業金	0 ( 0)	0 ( 0)		
4 非鉄金属製造*3 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	1 ( 0)	1 ( 0)	100.0%	
	亜鉛	5 ( 0)	5 ( 0)	100.0%	
5 非鉄金属製造*3 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	21 ( 1)	21 ( 1)	100.0%	
	鉛	27 ( 0)	29 ( 0)	93.1%	
	亜鉛	33 ( 0)	33 ( 0)	100.0%	
6 非鉄金属製造*3 二次施設(工業金)	工業金	0 ( 0)	0 ( 0)	-	
7 セメントの製造の用に供する	焼成炉	48 ( 0)	48 ( 0)	100.0%	
8 廃棄物焼却施設	一般廃棄物	2,020 ( 78)	2,025 ( 82)	99.8%	
	産業廃棄物	1,070 ( 47)	1,074 ( 51)	99.6%	
	下水汚泥	254 ( 11)	254 ( 11)	100.0%	
9 水銀回収施設		6 ( 0)	6 ( 0)	100.0%	
合計		3,733 (145)	3,744 (153)	99.7%	

\*1 測定対象となる煙突の数であり、水銀排出施設数とは一致しない。

(令和4年3月末時点) 20

\*2 平成30年4月1日時点以降に設置(工事着手)された施設

\*3 非鉄金属製造の原料として、一次施設では主として鉱石が用いられ、二次施設ではリサイクル原料等が用いられている。

### (3) 測定結果の提供施設数(未提供施設について)

○法の認識不足による未測定施設(4施設)、年度末に稼働開始したため令和3年度内の測定が未実施となった施設(7施設)があった。  
法の認識不足による未測定施設については、地方公共団体からの測定指導により、令和4年度の測定実施を確認済みである。

水銀排出施設		令和3年度 未測定施設 (うち、新規施設*2)	(参考)令和2年度 未測定施設	(参考)令和元年度 測定結果報告なし
大防法上の区分	内訳			
1 小型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	0	0	1
	産業用石炭燃焼ボイラー	0	0	0
2 石炭燃焼ボイラー (上記以外)	石炭専焼ボイラー	石炭火力発電所	0	2
		産業用石炭燃焼ボイラー	0	0
	大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	0	0
		産業用石炭燃焼ボイラー	0	0
3 非鉄金属製造* 一次施設(銅、工業金)	銅	0	0	
	工業金	0	0	
4 非鉄金属製造* 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	0	0	
	亜鉛	0	0	
5 非鉄金属製造* 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	0	0	
	鉛	2(0)	0	
	亜鉛	0	0	
6 非鉄金属製造* 二次施設(工業金)	工業金	0	0	
7 セメントの製造の用に供する焼成炉		0	0	
8 廃棄物焼却施設	一般廃棄物	5(4)	1	
	産業廃棄物	4(4)	6	
	下水汚泥	0	0	
9 水銀回収施設		0	0	
合計		11(8)	7	61

\*非鉄金属製造の原料として、一次施設では主として鉱石が用いられ、二次施設ではリサイクル原料等が用いられている。

\*2 平成30年4月1日以降に設置された施設(平成30年4月1日以前に、設置の工事が着手されているものは除く。)

## (4) 測定結果と排出基準値との比較

○令和3年度に排出基準値を一度も超過しなかった施設は全体の98.4%であった。

水銀排出施設		測定結果提供 施設数(うち、 新規施設)	排出基準値を一度も超過 しなかった施設数 (うち、新規施設)		令和3年度の 排出基準値の 超過施設数	(参考)令和2年度 の超過施設数	(参考)令和元年度 の超過施設数	
大防法上の区分	内訳		割合					
1	小型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	73 ( 2)	73 ( 2)	100%	0	1	0
		産業用石炭燃焼ボイラー	36 ( 1)	36 ( 1)	100%	0	0	0
2	石炭燃焼ボイラー (上記以外)	石炭専焼ボイラー	106 ( 4)	106 ( 4)	100%	0	0	0
		石炭火力発電所						
		産業用石炭燃焼ボイラー	19 ( 1)	19 ( 1)	100%	0	0	0
		大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	6 ( 0)	6 ( 0)	100%	0	0
		産業用石炭燃焼ボイラー	1 ( 0)	1 ( 0)	100%	0	0	0
3	非鉄金属製造*1 一次施設(銅、工業金)	銅	7 ( 0)	6 ( 0)	85.7%	1	2	0
		工業金	0	0	-	0	0	0
4	非鉄金属製造*1 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	1 ( 0)	1 ( 0)	100%	0	0	0
		亜鉛	5 ( 0)	5 ( 0)	100%	0	0	0
5	非鉄金属製造*1 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	21 ( 1)	21 ( 1)	100%	0	0	0
		鉛	27 ( 0)	27 ( 0)	100%	0	0	0
		亜鉛	33 ( 0)	32 ( 0)	97.0%	1	1	0
6	非鉄金属製造*1 二次施設(工業金)	工業金	0	0	-	0	0	0
7	セメントの製造の用に供す る焼成炉	下記以外の施設*2	44 ( 0)	43 ( 0)	97.7%	1	4	4
		石灰石に係る経過措置の適用施設*2	4 ( 0)	4 ( 0)	100%	0	0	0
8	廃棄物焼却施設	一般廃棄物	2,020 ( 78)	1,971 ( 76)	97.6%	49	50	82
		産業廃棄物	1,070 ( 47)	1,065 ( 47)	99.5%	5	9	13
		下水汚泥	254 ( 11)	252 ( 11)	99.2%	2	0	2
9	水銀回収施設		6 ( 0)	6 ( 0)	100%	0	0	0
合計			3,733 (145)	3,674 (143)	98.4%	59	67	101

\*1 非鉄金属製造の原料として、一次施設では主として鉱石が用いられ、二次施設ではリサイクル原料等が用いられている。

\*2 原料とする石灰石中の水銀含有量が0.05 mg-Hg/kg-Limestone(重量比)以上であるものについては、140µg/Nm<sup>3</sup>の基準を適用。

## (4) 測定結果と排出基準値との比較(排出基準値の超過がみられた施設について①)

○再測定の結果、52施設は排出基準値内となっていたが、5施設は排出基準値を上回っており、2施設については、再測定未実施であった。再測定時等の水銀測定結果については次シートに示すとおり。

(令和4年3月末時点)

水銀排出施設			排出基準 超過施設数	再測定後 基準内	再測定後 基準超過 <sup>*2</sup>	再測定 未実施 <sup>*3</sup>
大防法上の区分	内訳					
1	小型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	0	0	0	0
		産業用石炭燃焼ボイラー	0	0	0	0
2	石炭燃焼ボイラー (上記以外)	石炭専焼ボイラー	石炭火力発電所	0	0	0
			産業用石炭燃焼ボイラー	0	0	0
		大型石炭混焼ボイ ラー	石炭火力発電所	0	0	0
			産業用石炭燃焼ボイラー	0	0	0
3	非鉄金属製造 <sup>*1</sup> 一次施設(銅、工業金)	銅	1	1	0	
		工業金	0	0	0	
4	非鉄金属製造 <sup>*1</sup> 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	0	0	0	
		亜鉛	0	0	0	
5	非鉄金属製造 <sup>*1</sup> 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	0	0	0	
		鉛	0	0	0	
		亜鉛	1	1	0	
6	非鉄金属製造 <sup>*1</sup> 二次施設(工業金)	工業金	0	0	0	
7	セメントの製造の用に供する焼成炉	下記以外の施設	1	1	0	
		石灰石に係る経過措置の適用施設	0	0	0	
8	廃棄物焼却施設	一般廃棄物	49	45	3	
		産業廃棄物	5	3	1	
		下水汚泥	2	1	0	
9	水銀回収施設		0	0	0	
合計			59	52	5	2

\*1 非鉄金属製造の原料として、一次施設では主として鉱石が用いられ、二次施設ではリサイクル原料等が用いられている。

\*2 再測定後基準超過施設は、行政による指導のもと、市民への分別周知の徹底、搬入ゴミの検査、活性炭の噴霧等の再発防止対策が実施され、その後の測定では基準値以内の結果となった。

\*3 再測定未実施の2施設の内、1施設については休止中であり、残りの1施設についてはその後の定期測定における超過は見られなかった。

## (4) 測定結果と排出基準値との比較(排出基準値の超過がみられた施設について②)

- 基準超過時の測定結果と排出基準値を比較すると、銅一次製造施設では1.1倍、亜鉛二次製造施設では1.3倍、セメント製造施設では1.4倍、廃棄物焼却施設では1.0~28倍であった。
- 基準超過の主な要因としては、原料中の水銀濃度の変動、廃棄物等への水銀を含むものが混入等の理由が、事業者により推定されている。

水銀排出施設	新設/ 既設	基準超 過施設 数	排出 基準値 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	排ガス中全水銀濃度( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )					
				定期測定 (基準値超過)	再測定			再測定 結果*1	
					1回目	2回目	3回目以上		
非鉄金属製造 一次施設(銅)	既設	1施設	30	34	2.6	0.50	1.0	1.8	
非鉄金属製造 二次施設(亜鉛)	既設	1施設	400	500	150	120	53	140	
セメントの製造の用に供する 焼成炉	既設	1施設	80	110	14	16	14	15	
廃棄物 焼却施設	一般廃棄物	新設	2施設	30	33~35	6.3~9.7	5.2~8.1	7.1~8.7	7.6~9.2
	一般廃棄物	既設	47施設	50	51~1,400	0.061~61	0.021~250	0.021~120	0.081~180
	産業廃棄物	既設	5施設	50	52~570	0.8~29	0.47~110	0.39~39	0.63~75
	下水汚泥	既設	2施設	50	51~61	13~45	8.9~53	11~130	12~54

(令和4年3月末時点)

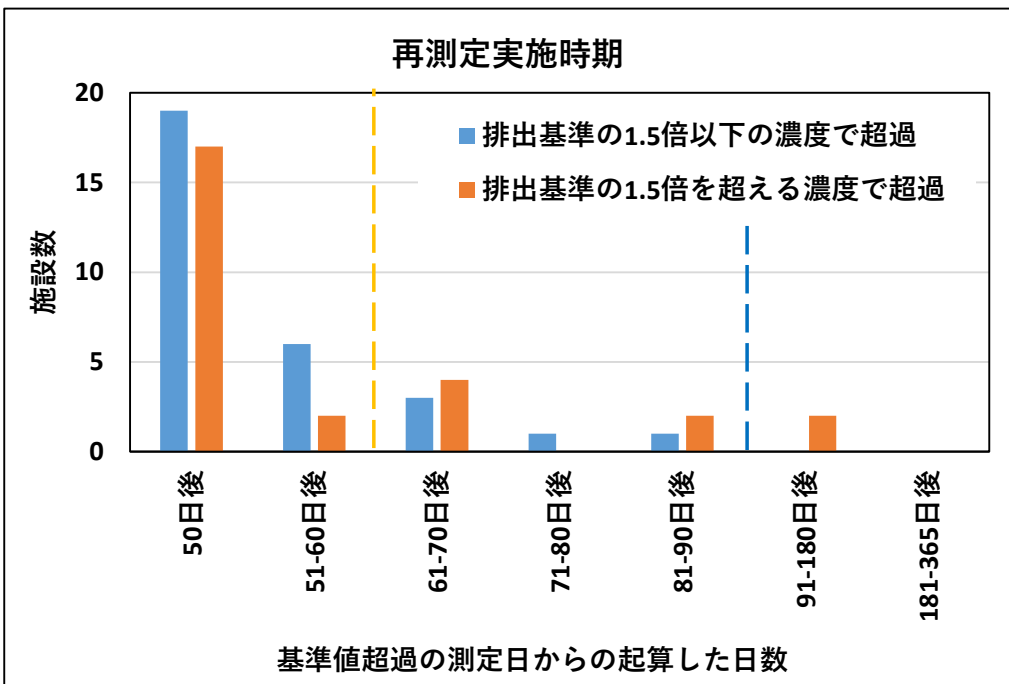
\*1 定期測定結果を含めた計4回以上の測定結果のうち、最大値及び最小値を除く全ての測定結果の平均値。

※ 再発防止対策として、水銀除去を目的に活性炭噴霧を実施した例や、市民に対して水銀含有廃棄物の混入防止に関する啓発強化を行った施設もあった。



## (4) 測定結果と排出基準値との比較(排出基準値の超過がみられた施設について③)

- 排出基準の1.5倍を超える施設(29施設)の内、19施設が期日の30日以内に再測定を実施していた。  
 排出基準の1.5倍以下の施設(30施設)では、25施設が期日の60日以内に再測定を実施していた。



法に基づく再測定の期日 (基準超過時の測定結果を、測定日の30日後に 得たと想定した場合の測定日からの期日)	期日内に 再測定を 実施した 施設	期日を超えて 再測定を 実施した施 設
排出基準の <u>1.5倍を超える</u> 濃度の場合	19施設	8施設
上記以外の 濃度の場合	25施設	5施設

(令和4年3月末時点)

- ※1 3回目の再測定日を再測定実施日として、上記を集計した。  
 ※2 集計施設は、排ガス中水銀濃度が排出基準から1.5倍を超えた施設が29施設。1.5倍以下の施設が30施設。合計59施設。  
 ※3 再測定データがなかった施設が2施設あった(排出基準の1.5倍を超える施設:2施設)

## (5) 粒子状水銀測定のプロ略 ① 省略に関する要件の概要

### 粒子状水銀濃度の測定の省略

事業者の負担を軽減する観点から、**連続する3年の間継続して**粒子状水銀測定省略要件のいずれかを満たせば、**ガス状水銀の濃度をもって全水銀の濃度とみなす(粒子状水銀濃度の測定を省略する)**ことができる。

※なお、粒子状水銀測定を3年を超える期間省略したい場合は、3年を超えない期間に一度以上、ガス状水銀及び粒子状水銀の濃度を測定することにより、引き続き粒子状水銀測定省略要件のいずれかを満たしていることを確認する必要がある。

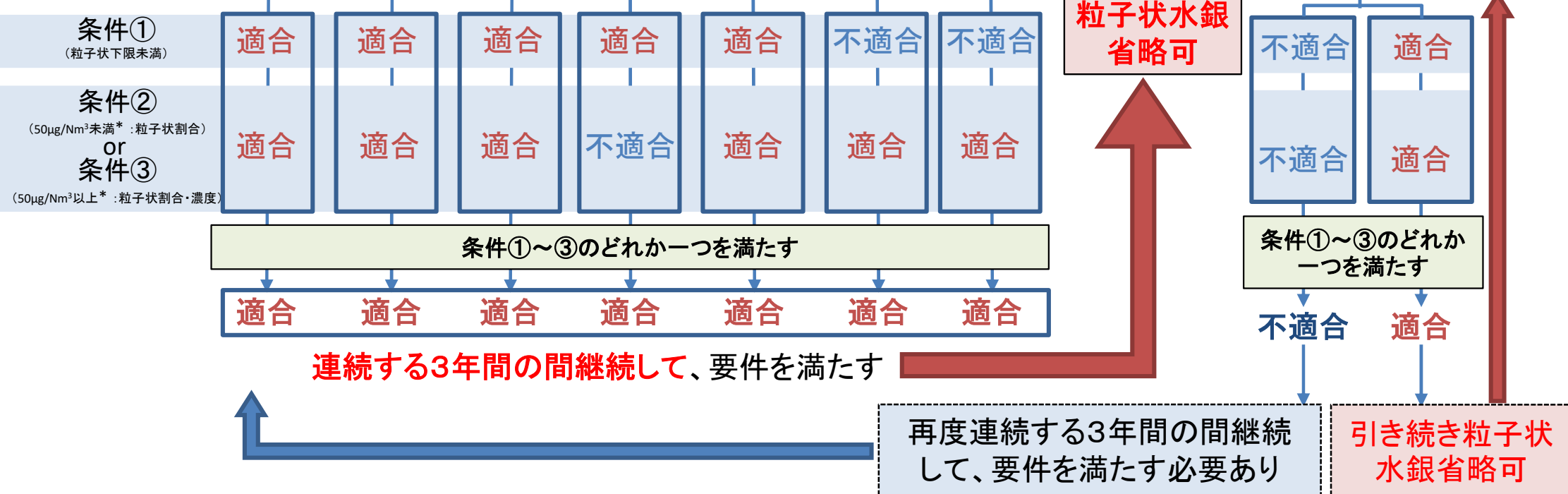
### 粒子状水銀測定省略要件

- ① 粒子状水銀濃度が、ガス状水銀の定量下限未満
- ② 測定結果の年平均<sup>(注)</sup>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
- ③ 測定結果の年平均<sup>(注)</sup>が $50\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 以上である施設のうち、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、かつ、粒子状水銀の濃度が $2.5\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 未満

(注) 連続する1年の間の定期測定の結果を平均して算出した値。再測定を行った場合は、再測定の結果(「定期測定及び3回以上の再測定」のうち、最大値・最小値を除く全ての結果の平均値)を用いて、年平均値を算出する。

# (5) 粒子状水銀測定のプロセス ②省略要件を満たすための条件(一例)

測定日 <small>(6か月を超えない作業期間ごとに1回以上測定が必要な施設の場合)</small>	令和N年		令和(N+1)年		令和(N+2)年		令和(N+3)年		令和(N+4)年以降			
	5月20日	11月15日	5月12日	11月5日	4月23日	10月15日	4月10日	10月7日	3年を超えない期間に1度以上		(以降継続)	
ガス状水銀	●	●	●	●	●	●	●	●	●	...	●	●
粒子状水銀	●	●	●	●	●	●	●				●	



\*連続する1年の間の定期測定の結果を平均して算出した値を元に判定。  
 なお、再測定を行った場合は、再測定の結果(「定期測定及び3回以上の再測定」のうち、最大値・最小値を除く全ての結果の平均値)を用いて、年平均値を算出する。

# (5) 粒子状水銀測定の省略 ③要件を満たした施設数

○粒子状水銀測定省略要件※を3年間継続して満たしている施設のうち、粒子状水銀の測定を省略した施設は1.2%であった。

水銀排出施設		全国施設数	粒子状水銀測定省略要件※を3年間継続して満たしている施設数		粒子状水銀の測定を省略していた施設 (令和3年度)			
大防法上の区分	内訳		施設数	全国施設数に対する割合	施設数	全国施設数に対する割合	3年間継続して省略要件を満たしている施設に対する割合	
1 小型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	73	44	60%	3	4.1%	6.8%	
	産業用石炭燃焼ボイラー	36	19	53%	0	0%	0%	
2 石炭燃焼ボイラー (上記以外)	石炭専焼ボイラー	石炭火力発電所	106	72	68%	0	0%	0%
		産業用石炭燃焼ボイラー	19	12	63%	0	0%	0%
	大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	6	3	50%	0	0%	0%
		産業用石炭燃焼ボイラー	1	1	100%	0	0%	0%
3 非鉄金属製造* 一次施設(銅、工業金)	銅	7	4	57%	0	0%	0%	
	工業金	0	-	-	-	-	-	
4 非鉄金属製造* 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	1	0	0%	0	0%	0%	
	亜鉛	5	1	20%	0	0%	0%	
5 非鉄金属製造* 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	21	9	43%	0	0%	0%	
	鉛	27	17	63%	0	0%	0%	
	亜鉛	33	25	76%	0	0%	0%	
6 非鉄金属製造* 二次施設(工業金)	工業金	0	-	-	-	-	-	
7 セメントの製造の用に供する焼成炉		48	11	23%	0	0%	0%	
8 廃棄物焼却施設	一般廃棄物	2,020	1,376	68%	13	0.6%	0.9%	
	産業廃棄物	1,070	625	58%	11	1.0%	1.8%	
	下水汚泥	254	162	64%	1	0.0%	0.6%	
9 水銀回収施設		6	1	17%	0	0%	0%	
合計		3,733	2,382	64%	28	0.8%	1.2%	

※以下の内最低1つを満たすこと

(令和4年3月末時点)

①粒子状水銀濃度が、ガス状水銀の定量下限未満

②測定結果の年平均(注)が50μg/Nm<sup>3</sup>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

③測定結果の年平均(注)が50μg/Nm<sup>3</sup>以上である施設のうち、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、かつ、粒子状水銀の濃度が2.5μg/Nm<sup>3</sup>未満

(注) 連続する1年の間の定期測定の結果を平均して算出した値。再測定を行った場合は、再測定の結果(「定期測定及び3回以上の再測定」のうち、最大値・最小値を除く全ての結果の平均値)を用いて、年平均値を算出する。

## 4. 排ガス中水銀濃度の測定結果について（令和3年度） — 水銀排出施設種類別詳細（参考） —

# (1) 水銀排出施設種類別の集計について

- 第一次答申における下記の指摘を踏まえ、第一次答申の参考資料で示されている「水銀大気排出実態調査結果」におけるデータ整理方法と同様の整理を行った。

## V. 今後の課題

### 1. 排出実態を踏まえた更なる対応

改正大気汚染防止法の施行後は、全ての水銀排出施設において、水銀濃度の測定が行われることから、今回の実態調査よりも詳細な排出実態が把握できる。また、今後は、測定結果に基づき水銀等の大気排出インベントリーも定期的に更新されることになる。こうした詳細かつ最新の排出実態を踏まえて、施行後5年を目途に、必要に応じて制度の見直しを行うことが適当である。(後略)

⇒ 水銀排出施設種類別に、令和3年度測定結果(再測定結果を含む)の平均値を用いて、1施設1データとして以下の集計・解析を実施

- ① 排ガス中水銀濃度の分布
- ② 排ガス中酸素濃度の分布
- ③ 検出下限値・定量下限値の分布
- ④ 施設規模と排ガス中全水銀濃度の関係
- ⑤ 排出ガス処理施設の種類と全水銀濃度の関係
- ⑥ 原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係
- ⑦ 施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係

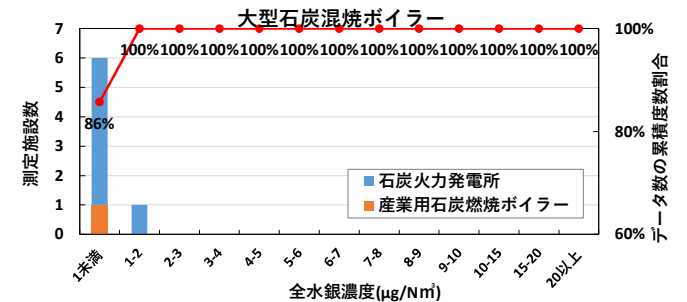
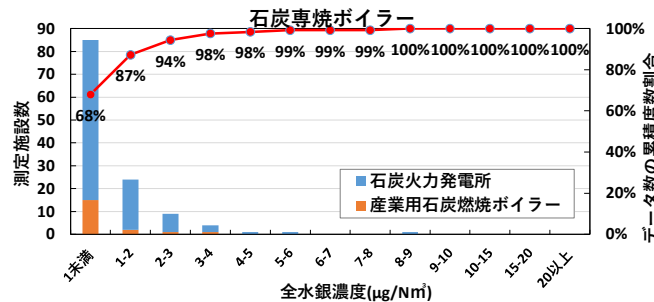
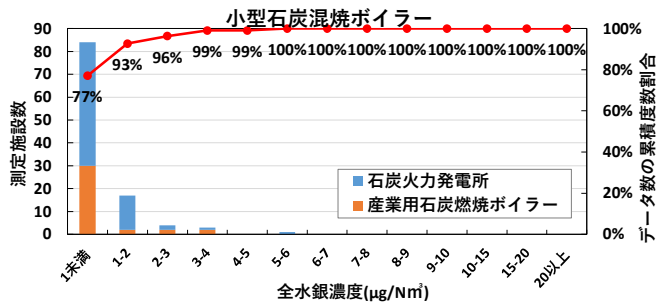
# a.ボイラー：①排ガス中水銀濃度の分布(全水銀)

【令和3年度】

○0.012～8.1 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は0.84  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。

なお、令和2年度は、0.0085～6.2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は0.88  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中全水銀濃度( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
小型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	73	0.57	5.8	0.030	0.81	0.50
	産業用石炭燃焼ボイラー	36	0.27	3.9	0.020	0.66	0.28
石炭専焼ボイラー	石炭火力発電所	106	0.53	8.1	0.012	0.97	0.49
	産業用石炭燃焼ボイラー	19	0.34	3.5	0.077	0.71	0.37
大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	6	0.40	1.2	0.057	0.52	0.36
	産業用石炭燃焼ボイラー	1	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
全体		241	0.47	8.1	0.012	0.84	0.44



※全水銀濃度の算出にあたり、ガス状水銀濃度と粒子状水銀濃度の一方が検出下限値未満の場合、検出下限値未満の値は「0」として合算する。

	排出基準 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	
	新設	既設
小型石炭混焼ボイラー	10	15
石炭専焼ボイラー		
大型石炭混焼ボイラー	8	10

# a.ボイラー：①排ガス中水銀濃度の分布(ガス状水銀、粒子状水銀)

【令和3年度】

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> ) ※ガス状水銀				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
小型石炭混焼 ボイラー	石炭火力発電所	73	0.56	5.8	0.027	0.77	0.47
	産業用石炭燃焼ボイラー	36	0.23	3.9	0.010	0.61	0.24
石炭専焼 ボイラー	石炭火力発電所	106	0.53	8.1	0.010	0.96	0.48
	産業用石炭燃焼ボイラー	19	0.34	3.5	0.077	0.70	0.35
大型石炭混焼 ボイラー	石炭火力発電所	6	0.39	1.1	0.053	0.46	0.33
	産業用石炭燃焼ボイラー	1	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
全体		241	0.46	8.1	0.010	0.82	0.42

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> ) ※粒子状水銀				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
小型石炭混焼 ボイラー	石炭火力発電所	73	0.011	0.74	0.00030	0.038	0.0088
	産業用石炭燃焼ボイラー	36	0.012	0.33	0.00040	0.042	0.013
石炭専焼 ボイラー	石炭火力発電所	106	0.0053	0.20	0.00040	0.012	0.0054
	産業用石炭燃焼ボイラー	19	0.010	0.070	0.00020	0.016	0.0071
大型石炭混焼 ボイラー	石炭火力発電所	6	0.01	0.22	0.0039	0.063	0.020
	産業用石炭燃焼ボイラー	1	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065
全体		241	0.0078	0.74	0.00020	0.026	0.0075

※ガス状水銀、粒子状水銀濃度(酸素濃度補正值)について、各施設の平均値を算出して集計。  
水銀濃度が検出下限値未満の場合、検出下限値を平均値の算出に用いている。



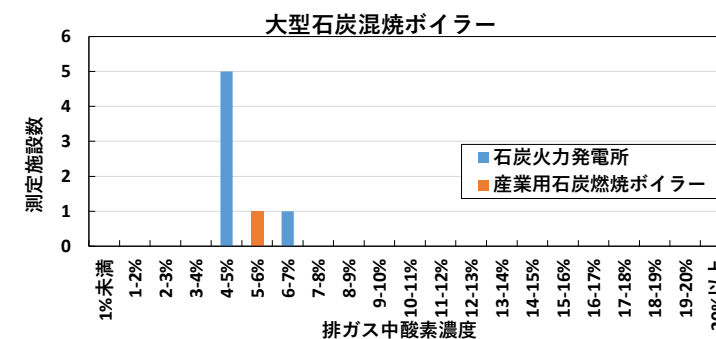
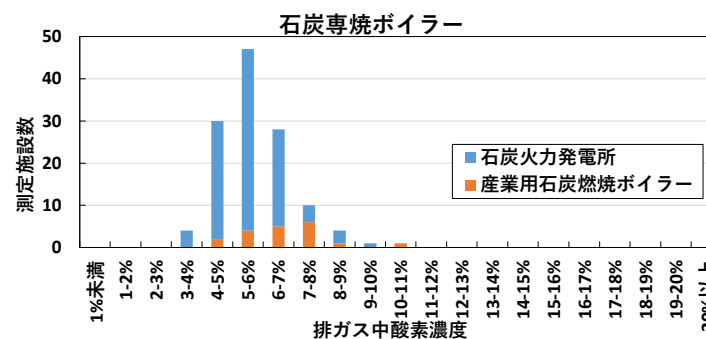
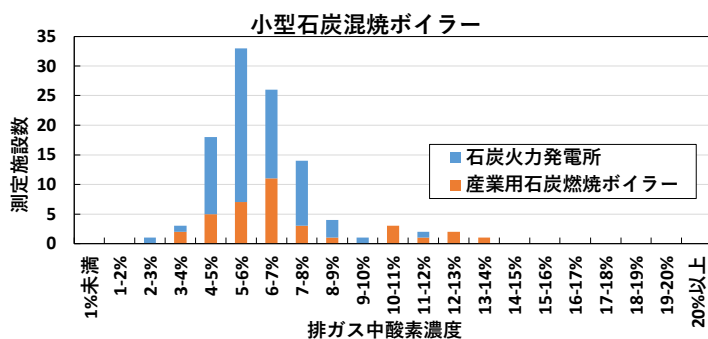
# a.ボイラー：②排ガス中酸素濃度の分布

【令和3年度】

○排ガス中酸素濃度は2.4～13.5%の範囲にあり、算術平均値は6.0%である。

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中酸素濃度(%)				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
小型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	73	5.7	11.5	2.4	6.0	5.8
	産業用石炭燃焼ボイラー	36	6.1	13.5	3.3	6.9	6.5
石炭専焼ボイラー	石炭火力発電所	106	5.4	9.5	3.7	5.6	5.5
	産業用石炭燃焼ボイラー	19	6.1	10.1	4.7	6.6	6.5
大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	6	4.9	6.8	4.3	5.0	5.0
	産業用石炭燃焼ボイラー	1	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
全体		241	5.6	13.5	2.4	6.0	5.8

※酸素濃度の報告(任意)があった施設について集計



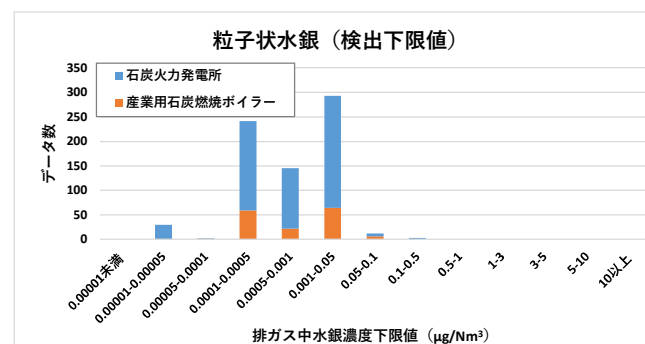
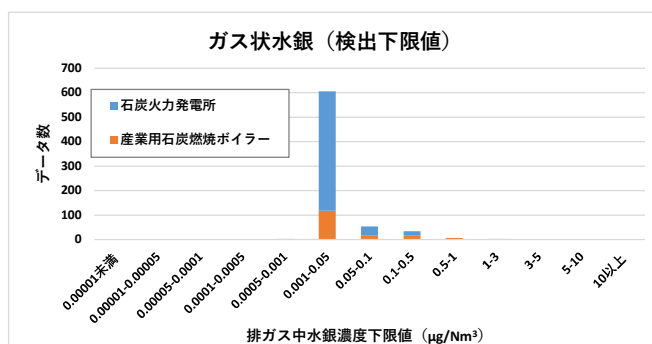
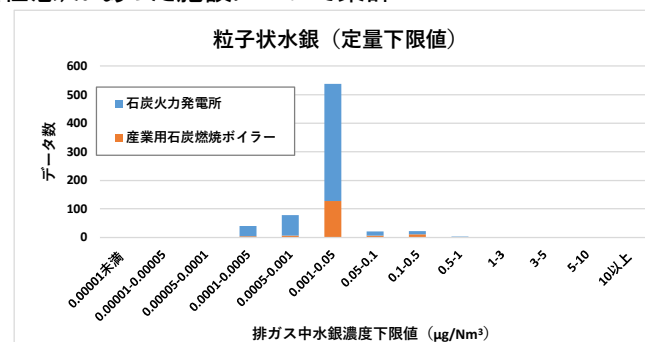
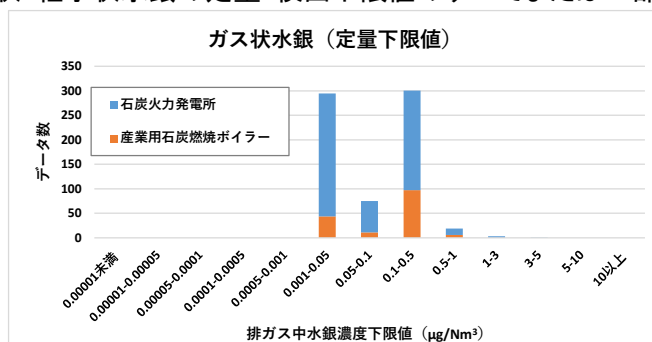
# a.ボイラー:③検出下限値・定量下限値の分布

【令和3年度】

対象とする下限値		データ数	下限値 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
ガス状水銀	定量下限値	694	0.070	4.0	0.0024	0.10	0.064
	検出下限値	706	0.020	1.0	0.00070	0.039	0.020
粒子状水銀	定量下限値	702	0.0020	0.50	0.00010	0.011	0.0025
	検出下限値	726	0.00060	0.20	0.000030	0.0040	0.00082

※ 下限値の集計においては、施設ごとの平均値ではなく測定データごとに集計を行った。

※ ガス状・粒子状水銀の定量・検出下限値のすべてまたは一部の報告(任意)があった施設について集計

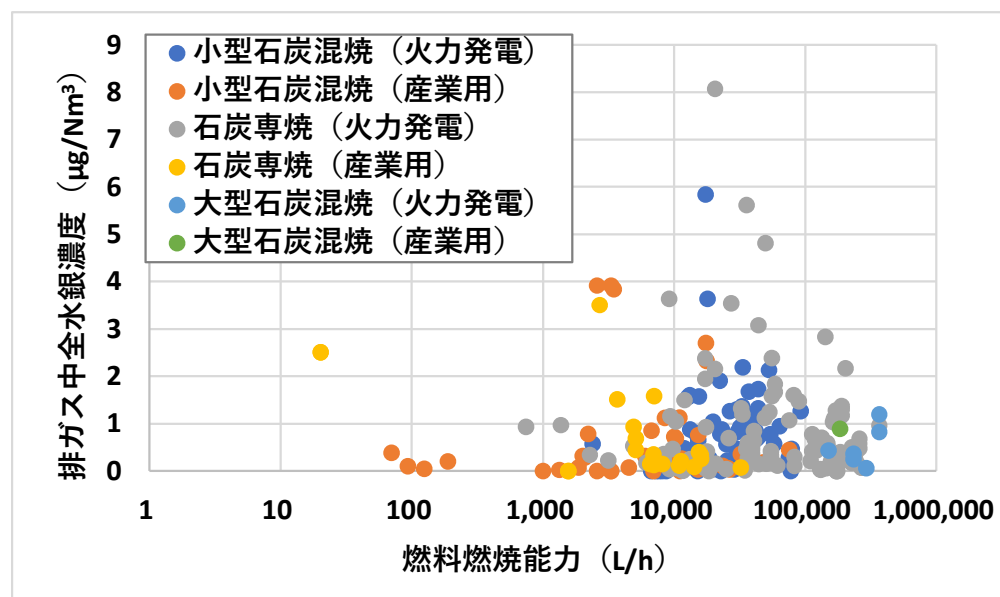


# a.ボイラー: ④施設規模(燃料燃焼能力等)と排ガス中全水銀濃度の関係【令和3年度】

○施設規模の違いによる全水銀濃度の違いはあまり明確ではなかった。

燃料燃焼能力(L/h)	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
100,000以上	47	0.44	2.8	0.026	0.61	0.40
10,000~100,000	142	0.51	8.1	0.012	0.91	0.47
10,000未満	45	0.34	3.9	0.020	0.79	0.39
合計	234	0.46	8.1	0.012	0.84	0.44

※施設規模の報告を燃料燃焼能力とは異なる指標(伝熱面積)で報告している施設があるため、水銀排出施設数とは一致しない。



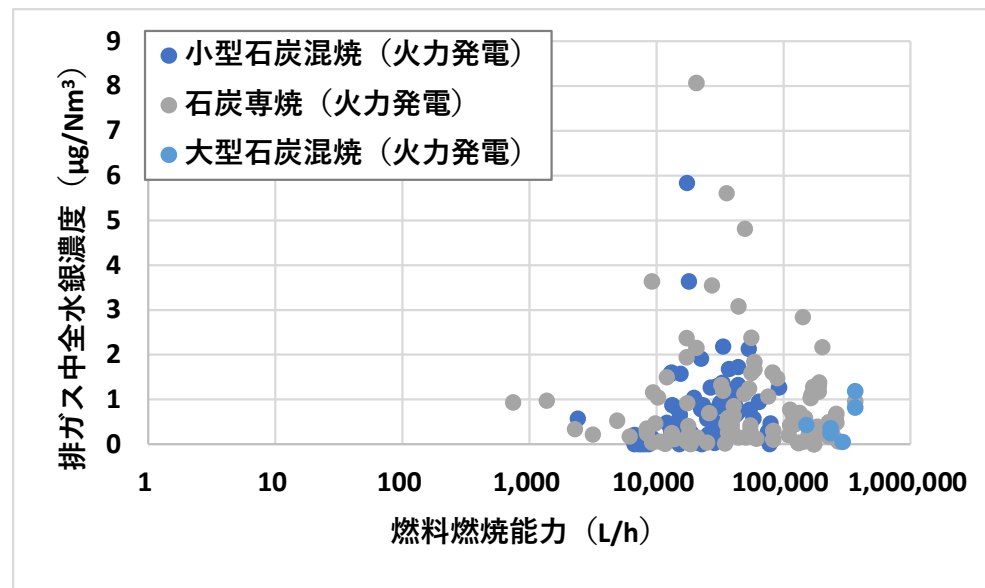
## a.ボイラー：④施設規模（燃料燃焼能力等）と排ガス中全水銀濃度の関係

### ◆石炭火力発電所

○施設規模の違いによる全水銀濃度の違いはあまり明確ではなかった。

燃料燃焼能力(L/h)	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
100,000以上	46	0.43	2.8	0.026	0.60	0.40
10,000～100,000	115	0.67	8.1	0.012	1.0	0.55
10,000未満	17	0.34	3.6	0.041	0.63	0.38
合計	178	0.52	8.1	0.012	0.89	0.49

※施設規模の報告を燃料燃焼能力とは異なる指標（伝熱面積）で報告している施設があるため、水銀排出施設数とは一致しない。



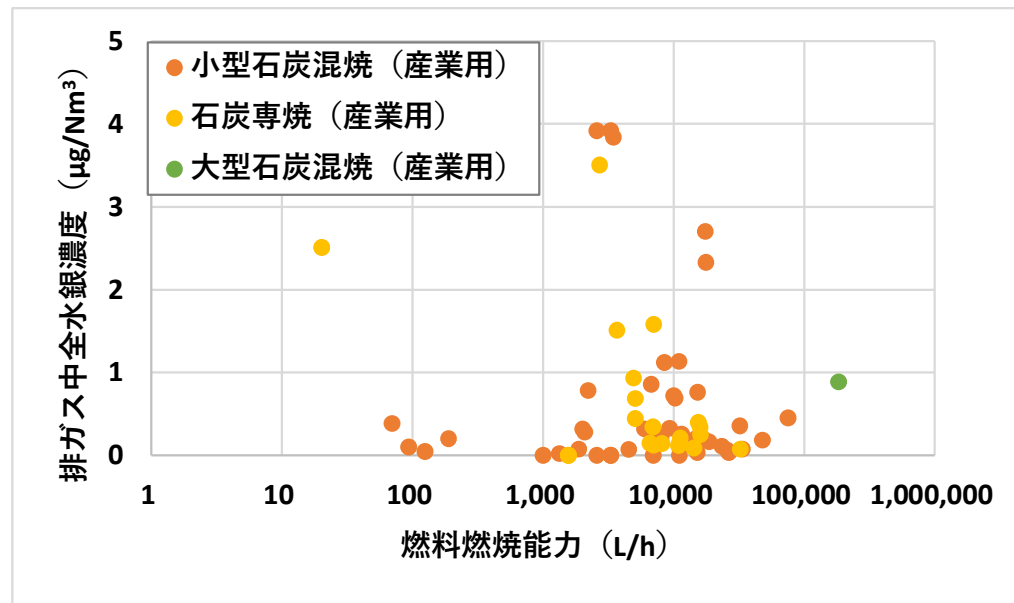
## a.ボイラー：④施設規模（燃料燃焼能力等）と排ガス中全水銀濃度の関係

### ◆産業用石炭燃焼ボイラー

○施設規模の違いによる全水銀濃度の違いはあまり明確ではなかった。

燃料燃焼能力(L/h)	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
100,000以上	1	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
10,000～100,000	27	0.21	2.7	0.033	0.46	0.24
10,000未満	28	0.37	3.9	0.020	0.89	0.39
合計	56	0.32	3.9	0.020	0.68	0.31

※施設規模の報告を燃料燃焼能力とは異なる指標（伝熱面積）で報告している施設があるため、水銀排出施設数とは一致しない。



# a.ボイラー：⑤排出ガス処理施設の種類の種類と排ガス中全水銀濃度の関係 【令和3年度】

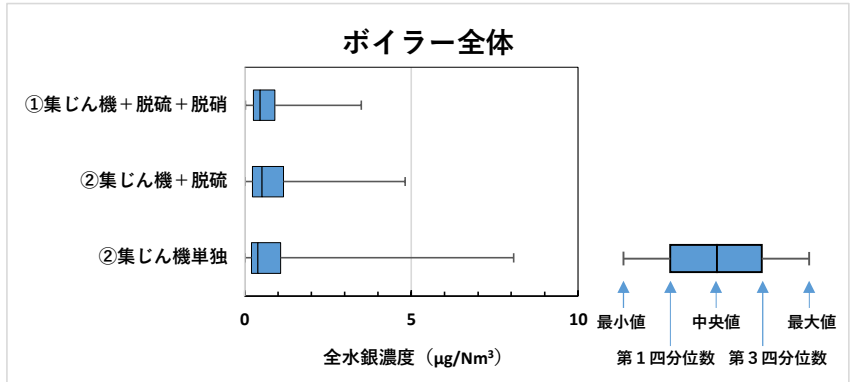
○①、②ともに、バグフィルターを設置している施設の方が、その他の集じん機を設置している施設よりも、全水銀濃度の値に低い傾向が見られた。

排出ガス処理施設の種類の種類		施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
①集じん機+脱硫+脱硝	BF*1	8	0.42	3.5	0.14	0.83	0.47
	その他*2	51	0.48	2.8	0.026	0.68	0.45
②集じん機+脱硫	BF	23	0.25	2.3	0.012	0.53	0.22
	その他	56	0.74	4.8	0.016	0.98	0.58
②集じん機単独	BF	54	0.25	5.8	0.020	0.67	0.26
	その他	48	0.85	8.1	0.11	1.2	0.77
集じん機なし		1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
全体		241	0.47	8.1	0.012	0.84	0.44

\*1:バグフィルター

\*2:電気集じん機、サイクロン等

(参考)BATと想定した排ガス処理技術		
①新規施設に対するBAT	②既存施設に対するBAT	③その他の技術
脱硝+集じん機(バグフィルター/その他*2)+脱硫	<ul style="list-style-type: none"> <li>集じん機(バグフィルター/その他*2)+脱硫</li> <li>集じん機単独(バグフィルター/その他*2)</li> </ul>	左記以外



a.ボイラー：⑤排出ガス処理施設の種類の関係

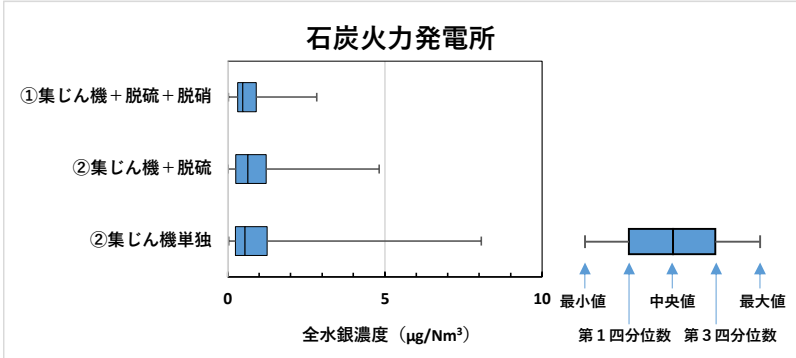
◆石炭火力発電所

○①、②ともに、バグフィルターを設置している施設の方が、その他の集じん機を設置している施設よりも、全水銀濃度の値に低い傾向が見られた。

排出ガス処理施設の種類の種類		施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
①集じん機+脱硫+脱硝	BF*1	6	0.42	1.2	0.17	0.50	0.41
	その他*2	49	0.50	2.8	0.026	0.70	0.48
②集じん機+脱硫	BF	14	0.19	2.2	0.012	0.56	0.20
	その他	50	0.81	4.8	0.016	1.0	0.60
②集じん機単独	BF	32	0.32	5.8	0.033	0.94	0.37
	その他	33	0.83	8.1	0.11	1.2	0.77
集じん機なし		1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
全体		184	0.53	8.1	0.012	0.89	0.49

\*1:バグフィルター  
\*2:電気集じん機、サイクロン等

(参考)BATと想定した排ガス処理技術		
①新規施設に対するBAT	②既存施設に対するBAT	③その他の技術
脱硝+集じん機(バグフィルター/その他*2)+脱硫	<ul style="list-style-type: none"> <li>集じん機(バグフィルター/その他*2)+脱硫</li> <li>集じん機単独(バグフィルター/その他*2)</li> </ul>	左記以外



a.ボイラー：⑤排出ガス処理施設の種類の関係

◆産業用石炭燃焼ボイラー

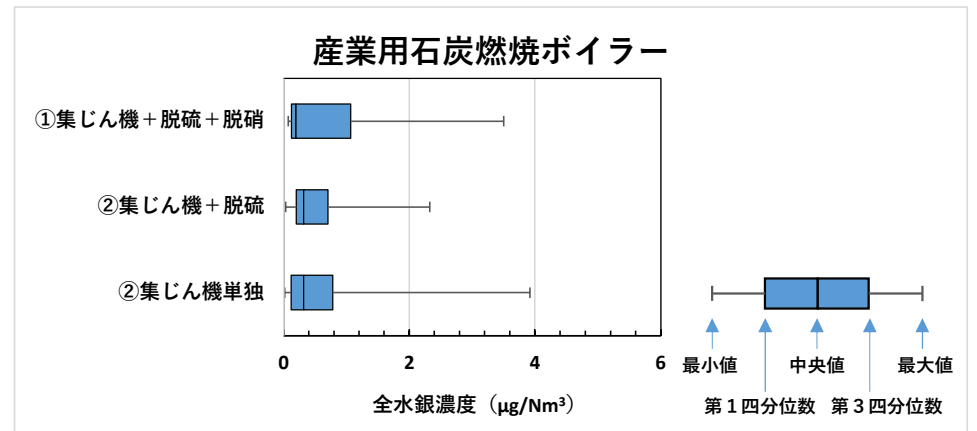
○②については、バグフィルターを設置している施設の方がその他の集じん機を設置している施設よりも、全水銀濃度の値に低い傾向が見られた。

排出ガス処理施設の種類		施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
①集じん機+脱硫+脱硝	BF*1	2	0.42	3.5	0.14	1.8	0.71
	その他*2	2	0.50	0.25	0.076	0.16	0.14
②集じん機+脱硫	BF	9	0.19	2.3	0.033	0.50	0.26
	その他	6	0.81	1.1	0.11	0.58	0.45
②集じん機単独	BF	22	0.32	1.5	0.020	0.28	0.16
	その他	15	0.83	3.9	0.12	1.3	0.82
全体		56	0.30	3.9	0.020	0.68	0.31

\*1:バグフィルター

\*2:電気集じん機、サイクロン等

(参考)BATと想定した排ガス処理技術		
①新規施設に対するBAT	②既存施設に対するBAT	③その他の技術
脱硝+集じん機(バグフィルター/その他*2)+脱硫	<ul style="list-style-type: none"> <li>集じん機(バグフィルター/その他*2)+脱硫</li> <li>集じん機単独(バグフィルター/その他*2)</li> </ul>	左記以外





# a.ボイラー：⑥原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

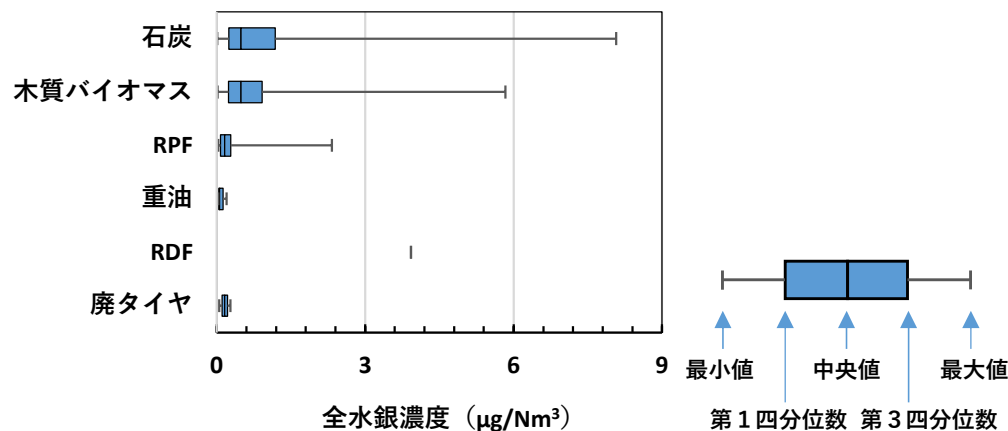
【令和3年度】

○燃料の種類による全水銀濃度の違いはあまり明確ではなかった。

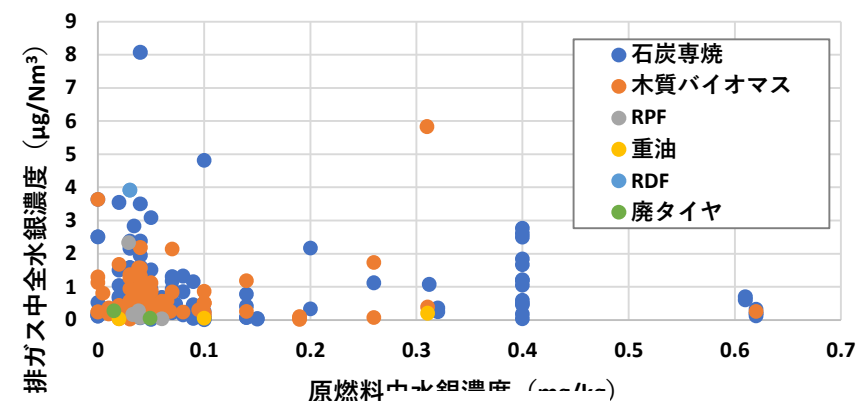
燃料の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度 (μg/Nm <sup>3</sup> )					
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値	
石炭専焼施設	116	0.49	8.1	0.012	0.9	0.48	
石炭混焼施設 (石炭の次に使用割合が多い燃料)	木質バイオマス	70	0.49	5.8	0.020	0.70	0.42
	RPF	5	0.16	2.3	0.033	0.58	0.19
	重油	3	0.057	0.20	0.033	0.097	0.072
	RDF	1	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
	廃タイヤ	2	0.16	0.27	0.054	0.16	0.12
	その他	6	1.0	3.8	0.090	1.4	0.89

※原燃料中水銀濃度の報告があった施設について集計。 RPF…古紙、廃プラスチック類等を原料とした固形燃料

ボイラー全体



ボイラー全体



# a.ボイラー：⑦施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係

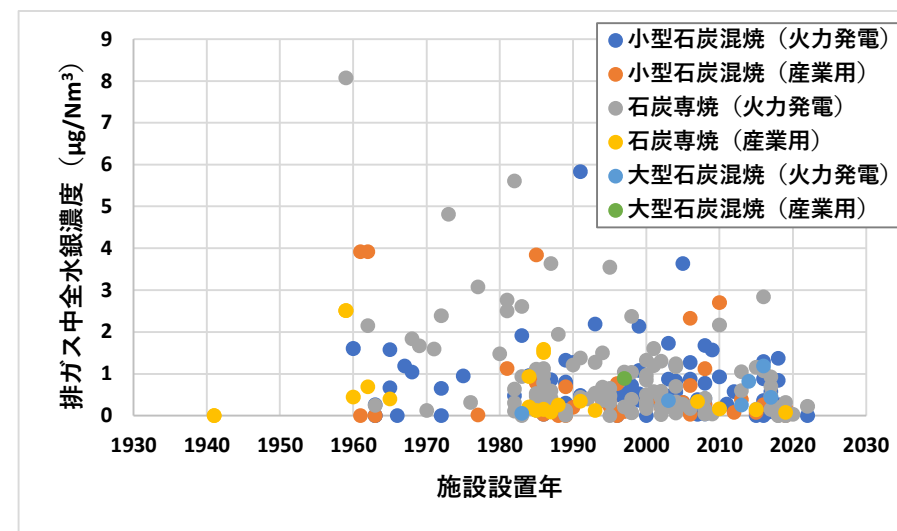
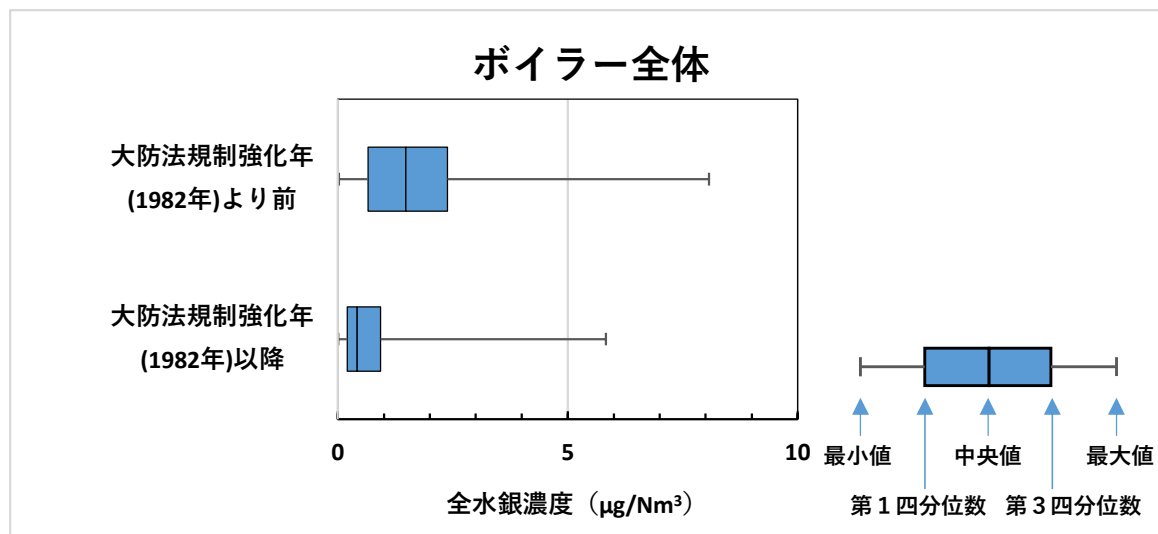
【令和3年度】

○大防法規制強化年(1982年)以降に設置された施設で、相対的に全水銀濃度が低かった。

施設設置年	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
大防法規制強化年* (1982年)より前	29	1.5	8.1	0.020	1.7	1.0
大防法規制強化年 (1982年)以降	212	0.43	5.8	0.012	0.72	0.39

※施設設置年の報告がない施設があったため、水銀排出施設数とは一致しない。

\*ばいじん基準が0.80g/Nm<sup>3</sup>から0.10~0.30g/Nm<sup>3</sup>に強化された。



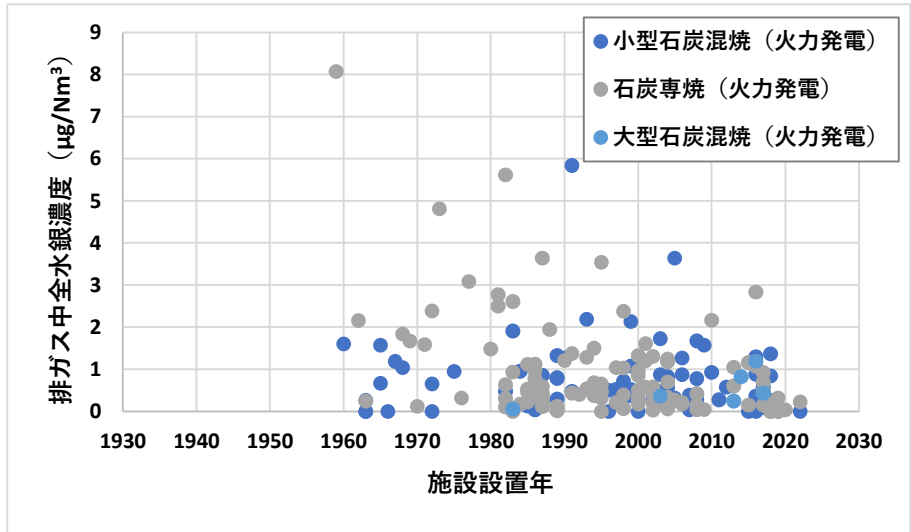
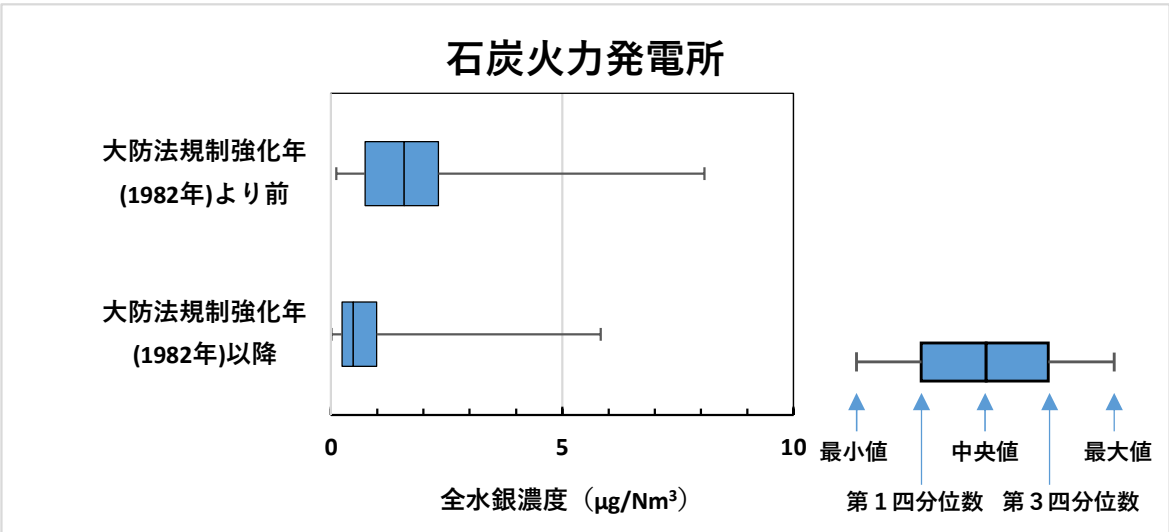
a.ボイラー：⑦施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係  
 ◆石炭火力発電所

○大防法規制強化年(1982年)以降に設置された施設で、相対的に全水銀濃度が低かった。

施設設置年	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
大防法規制強化年* (1982年)より前	22	1.6	8.1	0.12	1.9	1.2
大防法規制強化年 (1982年)以降	163	0.48	5.8	0.012	0.76	0.43

※施設設置年の報告がない施設があったため、水銀排出施設数とは一致しない。

\*ばいじん基準が0.80g/Nm<sup>3</sup>から0.10~0.30g/Nm<sup>3</sup>に強化された。



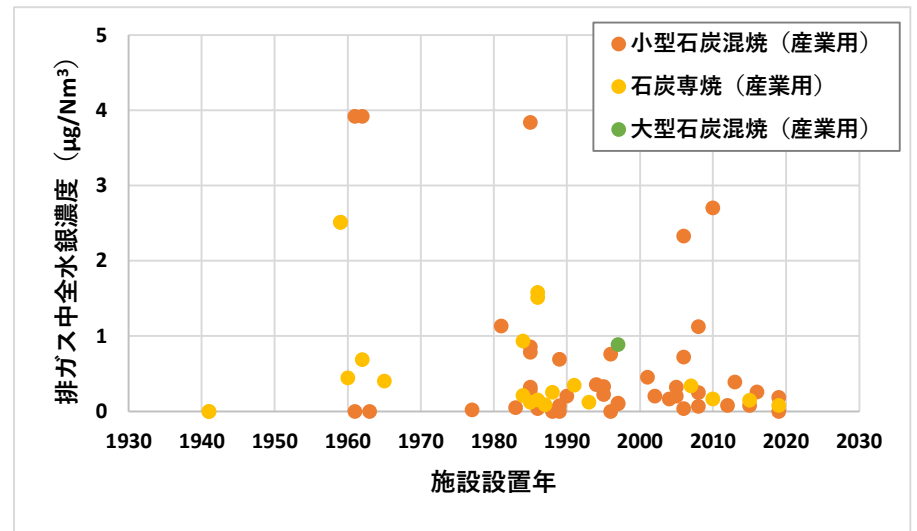
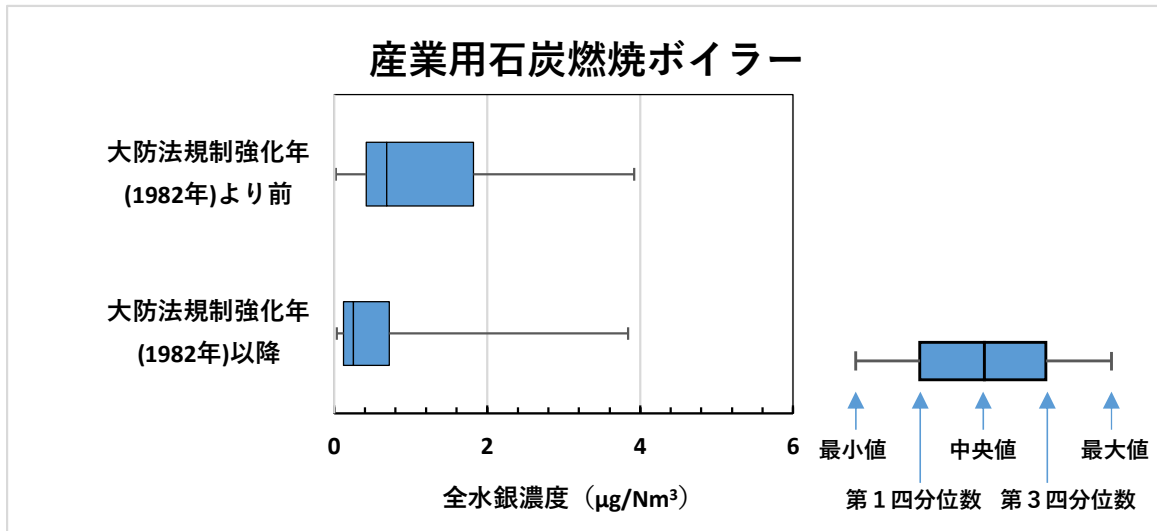
a.ボイラー：⑦施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係  
 ◆産業用石炭燃焼ボイラー

○大防法規制強化年(1982年)以降に設置された施設で、相対的に全水銀濃度が低かった。

施設設置年	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
大防法規制強化年* (1982年)より前	7	0.69	3.9	0.020	1.3	0.60
大防法規制強化年 (1982年)以降	49	0.25	3.8	0.033	0.59	0.29

※施設設置年の報告がない施設があったため、水銀排出施設数とは一致しない。

\*ばいじん基準が0.80g/Nm<sup>3</sup>から0.10~0.30g/Nm<sup>3</sup>に強化された。



## b.非鉄金属：①排ガス中水銀濃度の分布(全水銀)

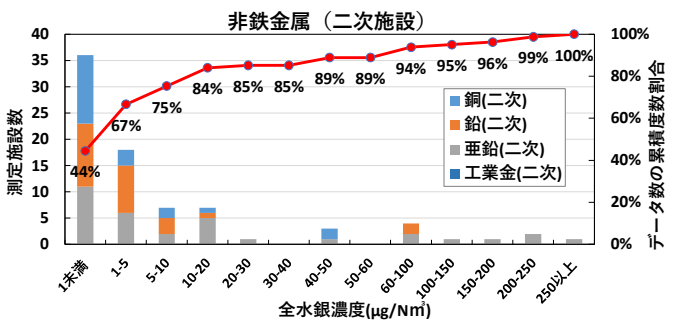
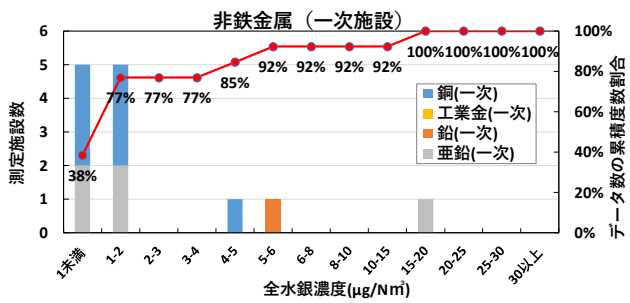
○非鉄金属(一次施設)は、0.070～16 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は2.8 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。

なお、令和2年度は、0.18～26 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲で、算術平均値は3.7  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。

○非鉄金属(二次施設)は、0.021～310 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は21 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。

なお、令和2年度は、0.0036～230 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲で、算術平均値は14 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中全水銀濃度( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
非鉄金属 (一次施設)	銅	7	1.0	5.0	0.070	1.4	0.72
	工業金	0	-	-	-	-	
	鉛	1	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
	亜鉛	5	1.0	16	0.26	4.0	1.5
非鉄金属(一次施設)全体		13	1.0	16	0.070	2.8	1.5
非鉄金属 (二次施設)	銅	21	0.55	46	0.031	6.2	0.89
	鉛	27	1.1	82	0.021	8.1	1.2
	亜鉛	33	3.2	310	0.072	41	4.9
	工業金	0	-	-	-	-	
非鉄金属(二次施設)全体		81	1.2	310	0.021	21	1.9



		排出基準( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	
		新設	既設
一次	銅、工業金	15	30
	鉛、亜鉛	30	50
二次	銅、鉛、亜鉛	100	400
	工業金	30	50

※全水銀濃度の算出にあたり、ガス状水銀濃度と粒子状水銀濃度の一方が検出下限値未満の場合、検出下限値未満の値は「0」として合算する。

## b.非鉄金属：①排ガス中水銀濃度の分布(ガス状水銀、粒子状水銀)

【令和3年度】

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )※ガス状水銀				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
非鉄金属 (一次施設)	銅	7	1.0	5.0	0.065	1.4	0.65
	工業金	0	-	-	-	-	-
	鉛	1	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
	亜鉛	5	1.0	12	0.20	3.2	1.3
非鉄金属(一次施設)全体		13	1.0	12	0.065	2.4	1.3
非鉄金属 (二次施設)	銅	21	0.54	46	0.030	5.9	0.82
	鉛	27	0.75	80	0.020	7.6	0.98
	亜鉛	33	3.2	310	0.067	41	4.5
	工業金	0	-	-	-	-	-
非鉄金属(二次施設)全体		81	1.1	310	0.020	21	1.7
水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )※粒子状水銀				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
非鉄金属 (一次施設)	銅	7	0.014	0.32	0.0047	0.065	0.020
	工業金	0	-	-	-	-	-
	鉛	1	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
	亜鉛	5	0.057	4.1	0.012	0.86	0.097
非鉄金属(一次施設)全体		13	0.029	4.1	0.0047	0.36	0.035
非鉄金属 (二次施設)	銅	21	0.013	4.5	0.0010	0.35	0.025
	鉛	27	0.0123	8.3	0.000020	0.53	0.013
	亜鉛	33	0.060	1.5	0.00047	0.17	0.046
	工業金	0	-	-	-	-	-
非鉄金属(二次施設)全体		81	0.026	8.3	0.000020	0.34	0.025

※ガス状水銀、粒子状水銀濃度(酸素濃度補正值)について、各施設の平均値を算出して集計。  
水銀濃度が検出下限値未満の場合、検出下限値を平均値の算出に用いている。

## b.非鉄金属：②排ガス中酸素濃度の分布

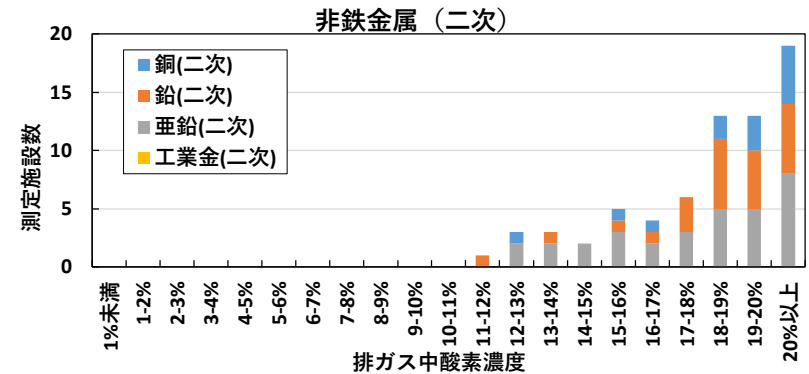
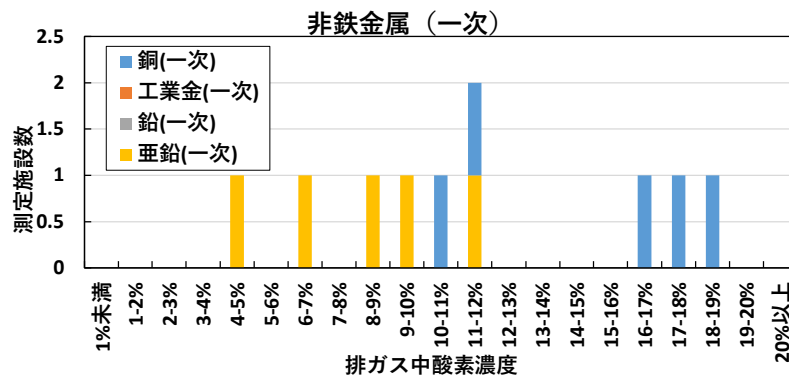
【令和3年度】

○非鉄金属(一次施設)では、排ガス中酸素濃度は4.3～18.4%の範囲にあり、算術平均値は11.0%である。

○非鉄金属(二次施設)では、排ガス中酸素濃度は11.1～20.9%の範囲にあり、算術平均値は18.0%である。

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中酸素濃度(%)				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
非鉄金属 (一次施設)	銅	7	16.4	18.4	10.4	14.9	14.5
	工業金	0	-	-	-	-	-
	鉛	0	-	-	-	-	-
	亜鉛	5	9.0	11.0	4.3	7.9	7.5
非鉄金属(一次施設)全体		12	10.7	18.4	4.3	11.0	10.0
非鉄金属 (二次施設)	銅	21	19.2	20.5	12.7	18.5	18.3
	鉛	27	18.8	20.6	11.1	18.3	18.1
	亜鉛	33	18.7	20.9	12.6	17.7	17.5
	工業金	0	-	-	-	-	-
非鉄金属(二次施設)全体		81	18.9	20.9	11.1	18.0	17.9

※酸素濃度の報告(任意)があった施設について集計

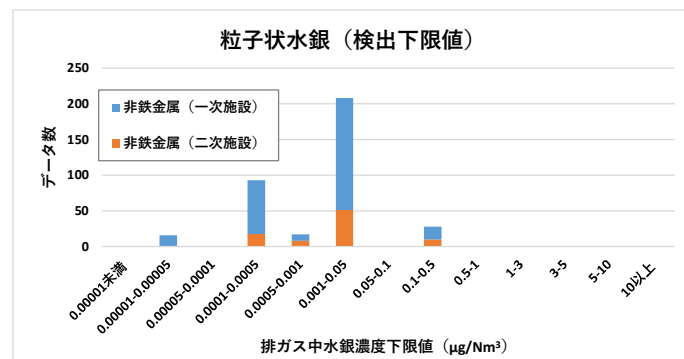
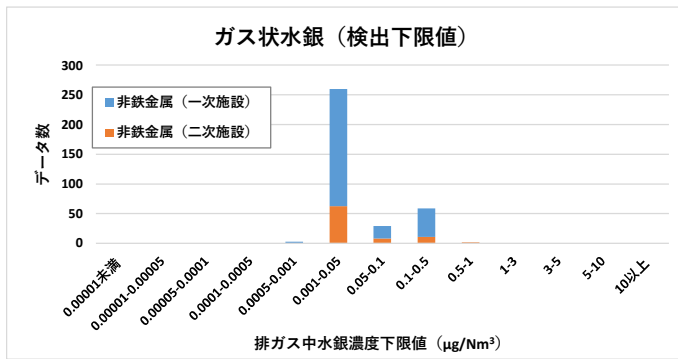
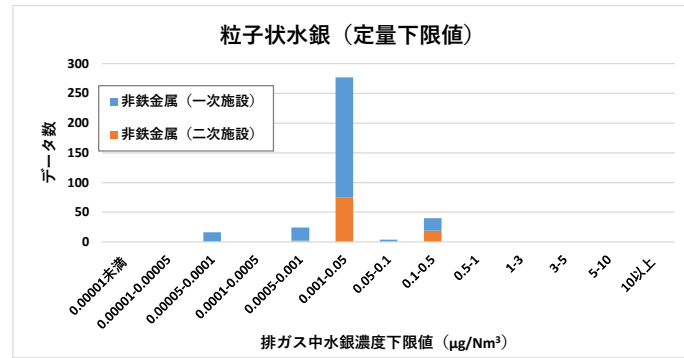
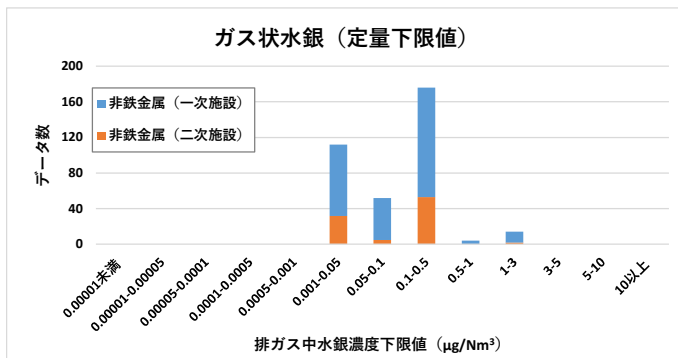


# b.非鉄金属：③検出下限値・定量下限値の分布

【令和3年度】

対象とする下限値		データ数	下限値(μg/Nm <sup>3</sup> )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
ガス状水銀	定量下限値	358	0.10	1.6	0.0024	0.14	0.083
	検出下限値	353	0.030	0.50	0.00070	0.050	0.028
粒子状水銀	定量下限値	361	0.011	0.30	0.000050	0.026	0.0066
	検出下限値	362	0.0030	0.10	0.000020	0.011	0.0020

※下限値の集計においては、施設ごとの平均値ではなく測定データごとに集計を行った。  
 ※ガス状・粒子状水銀の定量・検出下限値のすべてまたは一部の報告(任意)があった施設について集計





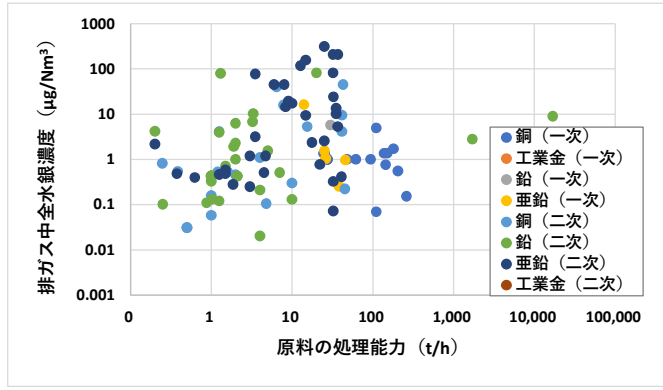
## b. 非鉄金属：④施設規模（燃料燃焼能力等）と排ガス中全水銀濃度の関係

【令和3年度】

○非鉄金属（一次施設）、非鉄金属（一次施設）ともに、原料の処理能力が10～50t/hの施設で、相対的に全水銀濃度が高かった。

原料の処理能力 (t/h)		施設数	排ガス中全水銀濃度 (μg/Nm <sup>3</sup> )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
非鉄金属 (一次施設)	50以上	7	1.0	5.0	0.070	1.4	0.72
	10～50	6	1.3	16	0.26	4.3	1.8
	10未満	0	—	—	—	—	—
非鉄金属(一次施設)全体		13	1.0	16	0.070	2.8	1.1
非鉄金属 (二次施設)	50以上	2	5.9	9.0	2.8	5.9	5.0
	10～50	26	9.5	310	0.072	51	7.6
	10未満	48	0.57	80	0.021	7.3	0.97
非鉄金属(二次施設)全体		76	1.2	310	0.031	4.1	1.8

※施設規模の報告を原料の処理能力とは異なる指標（燃料燃焼能力）で報告している施設があるため、水銀排出施設数とは一致しない。



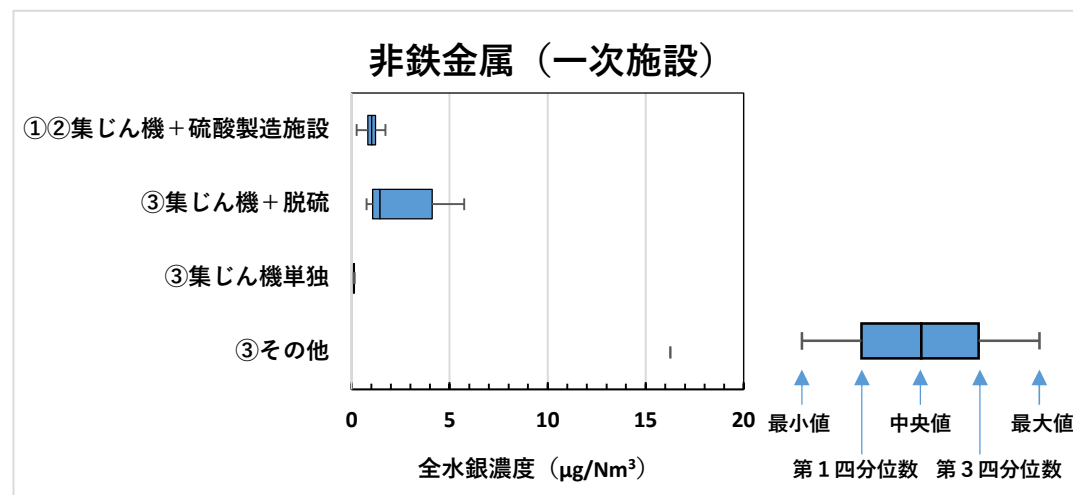
## b.非鉄金属：⑤排出ガス処理施設の種類の種類と排ガス中全水銀濃度の関係 【令和3年度】

○非鉄金属(一次施設)では、新規・既存施設に対するBATとして想定した「集じん機+硫酸製造施設」を設置している施設や、「集じん機単独」の施設で、相対的に全水銀濃度が低かった。

排出ガス処理施設の種類の種類		施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
非鉄金属 (一次施設)	①②集じん機+硫酸製造施設	4	1.0	1.7	0.26	1.0	0.83
	③集じん機+脱硫	6	1.5	5.7	0.77	2.6	1.9
	③集じん機単独	2	0.11	0.15	0.07	0.11	0.10
	③その他*	1	0.81	16	16	16	16
非鉄金属(一次施設)全体		13	1.0	16	0.07	2.8	1.1

\*排ガス脱硫設備単独、排ガス洗浄設備単独 等

(参考)BATと想定した排ガス処理技術		
①新規施設に 対するBAT	②既存施設に 対するBAT	③その他 の技術
集じん機+硫酸製造施設		左記以外



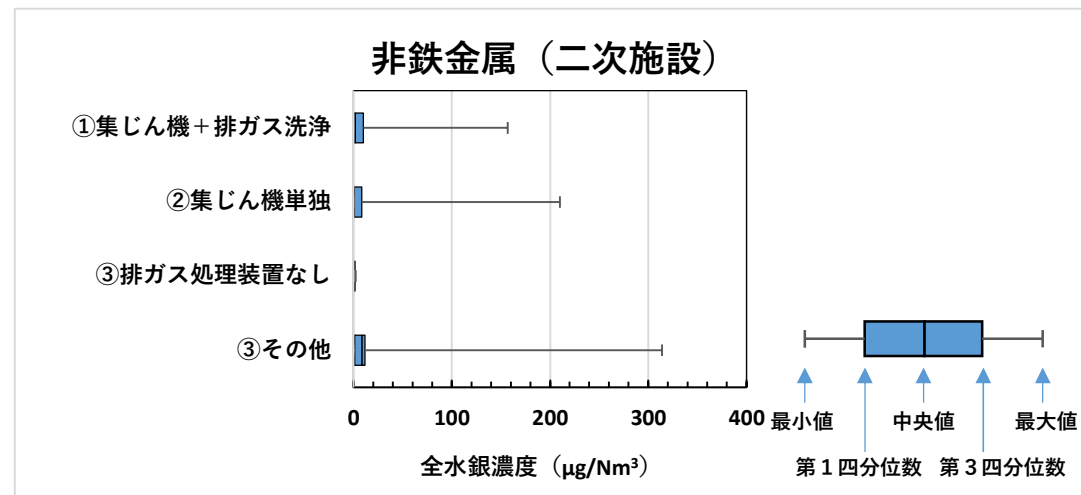
## b. 非鉄金属：⑤排出ガス処理施設の種類の種類と排ガス中全水銀濃度の関係 【令和3年度】

○非鉄金属(二次施設)では、排ガス処理装置なしの施設で、相対的に全水銀濃度が低かった。

排出ガス処理施設の種類の種類		施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
非鉄金属 (二次施設)	①集じん機+排ガス洗浄	29	1.9	160	0.021	15	1.9
	②集じん機単独	42	0.96	210	0.059	22	2.0
	③排ガス処理装置なし	3	0.53	2.3	0.53	1.1	0.86
	③その他*	7	9.0	310	0.031	50	2.6
非鉄金属(二次施設)全体		81	1.2	310	0.021	21	1.9

\*排ガス脱硫設備単独、排ガス洗浄設備単独 等

(参考)BATと想定した排ガス処理技術		
①新規施設に対するBAT	②既存施設に対するBAT	③その他の技術
集じん機+排ガス洗浄	集じん機単独	左記以外



非鉄金属製造施設では、原燃料の種類が、施設種類・炉の種類により幅広く、多種多様であったため、解析を行うための十分なデータ数が得られなかった。

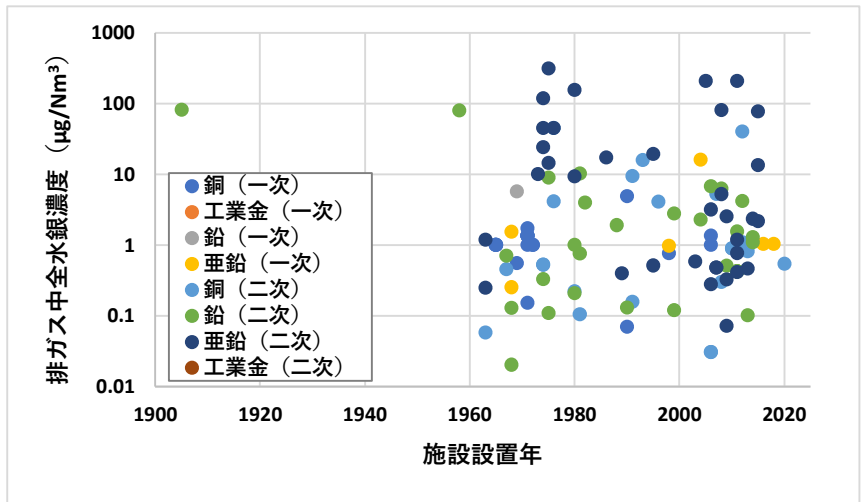
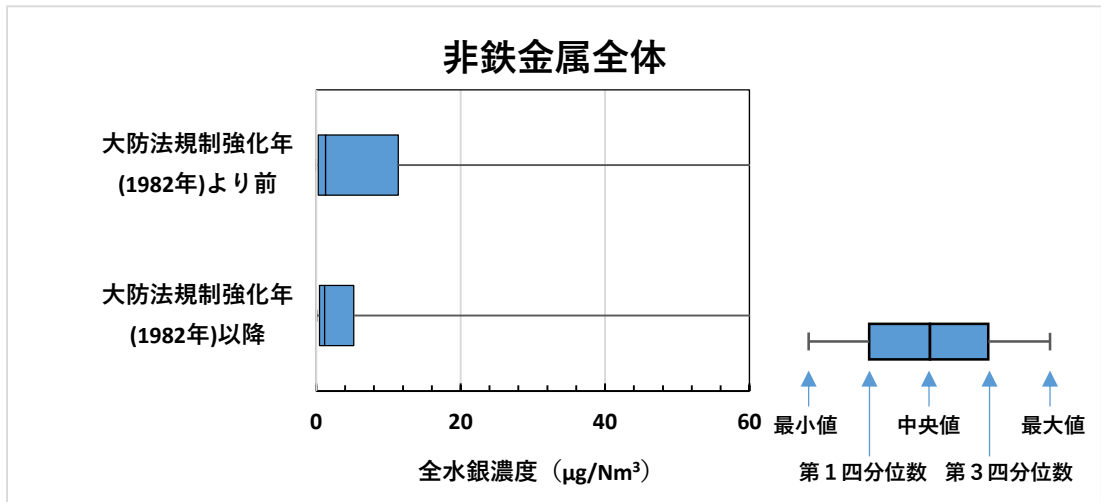
## b.非鉄金属：⑦施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係

○大防法規制強化年(1982年)以降に設置された施設で、相対的に全水銀濃度が低かった。

施設設置年	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
大防法規制強化年* (1982年)より前	36	1.3	310	0.021	26	2.1
大防法規制強化年 (1982年)以降	58	1.2	210	0.031	14	1.6

※施設設置年の報告がない施設があったため、水銀排出施設数とは一致しない。

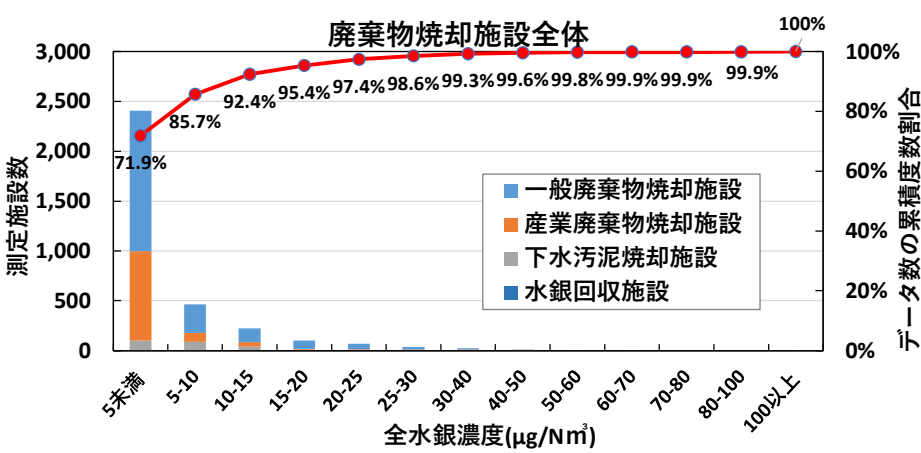
\*ばいじん基準が0.10~0.40g/Nm<sup>3</sup>から0.05~0.25g/Nm<sup>3</sup>に強化された



### c. 廃棄物焼却施設：①排ガス中水銀濃度の分布（全水銀）

- 一般廃棄物焼却施設は、0.011～280 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は5.2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。  
 なお、令和2年度は、0.00050～230 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は5.8  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。
- 産業廃棄物焼却施設は、0.0020～370 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は3.4 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。  
 なお、令和2年度は、0.0017～390 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は3.8  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。
- 下水汚泥焼却施設は、0.12～59 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は7.8 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。  
 なお、令和2年度は、0.085～40 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は8.2  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中全水銀濃度 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
廃棄物 焼却施設	一般廃棄物焼却施設	2,020	1.9	280	0.011	5.2	1.8
	産業廃棄物焼却施設	1,070	0.86	370	0.0020	3.4	0.82
	下水汚泥焼却施設	254	6.1	59	0.12	7.8	5.4
水銀回収施設		6	19	32	5.4	19	16
全体		3,350	1.7	370	0.0020	4.9	1.5



	排出基準 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	
	新設	既設
廃棄物焼却炉	30	50
水銀回収施設	50	100

※全水銀濃度の算出にあたり、ガス状水銀濃度と粒子状水銀濃度の一方が検出下限値未満の場合、検出下限値未満の値は「0」として合算する。

c. 廃棄物焼却施設：①排ガス中水銀濃度の分布(ガス状水銀、粒子状水銀)

【令和3年度】

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> ) ※ガス状水銀				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
廃棄物焼却施設	一般廃棄物焼却施設	2,020	1.8	280	0.010	5.1	1.7
	産業廃棄物焼却施設	1,070	0.80	370	0.0018	3.2	0.75
	下水汚泥焼却施設	254	5.8	45	0.11	7.5	5.1
水銀回収施設		6	8.2	18	5.2	9.6	8.7
全体		3,350	1.6	370	0.0018	4.7	1.4

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> ) ※粒子状水銀				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
廃棄物焼却施設	一般廃棄物焼却施設	2,020	0.0069	27	0.000084	0.13	0.017
	産業廃棄物焼却施設	1,070	0.013	28	0.00010	0.22	0.060
	下水汚泥焼却施設	254	0.022	14	0.00029	0.31	0.026
水銀回収施設		6	11	17	0.037	9.3	2.6
全体		3,350	0.0090	28	0.000084	0.19	0.011

※ガス状水銀、粒子状水銀濃度(酸素濃度補正值)について、各施設の平均値を算出して集計。  
 水銀濃度が検出下限値未満の場合、検出下限値を平均値の算出に用いている。

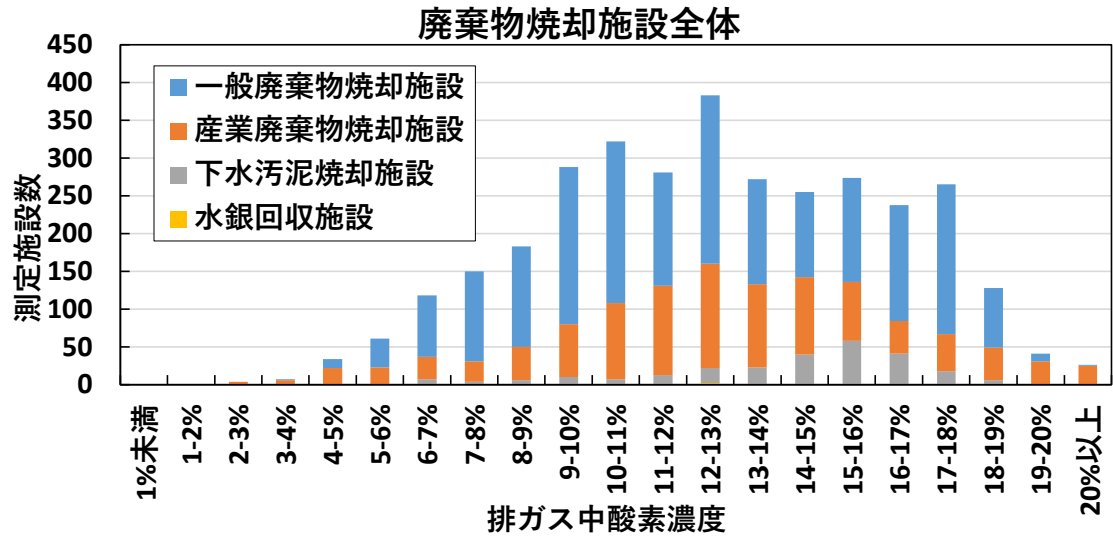
# c. 廃棄物焼却施設：②排ガス中酸素濃度の分布

【令和3年度】

○排ガス中酸素濃度は0.5～20.9%の範囲にあり、算術平均値は12.6%である。

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中酸素濃度(%)				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
廃棄物 焼却施設	一般廃棄物焼却施設	2,020	12.0	20.0	3.9	12.3	11.8
	産業廃棄物焼却施設	1,070	12.5	20.9	0.5	12.6	12.0
	下水汚泥焼却施設	254	14.9	19.1	6.2	14.1	13.8
水銀回収施設		6	13.4	18.2	12.8	14.5	14.3
全体		3,350	12.4	20.9	0.5	12.6	12.0

※酸素濃度の報告(任意)があった施設について集計



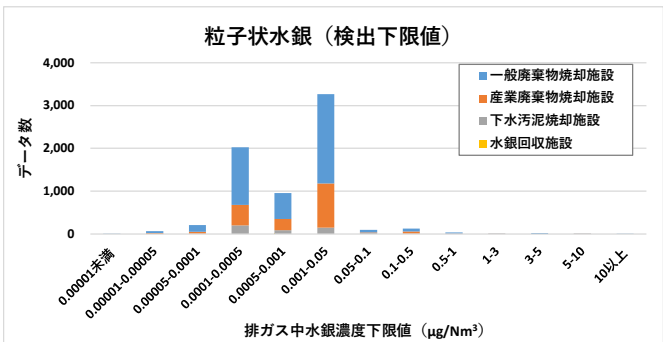
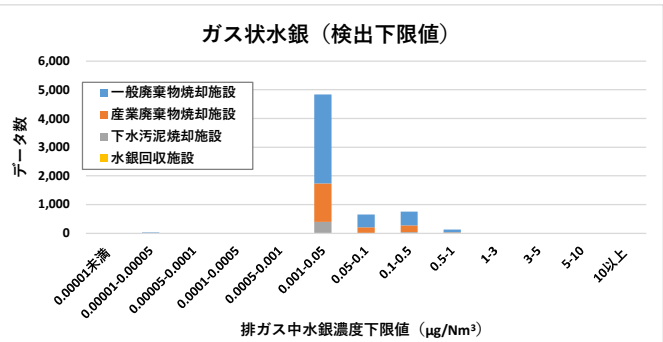
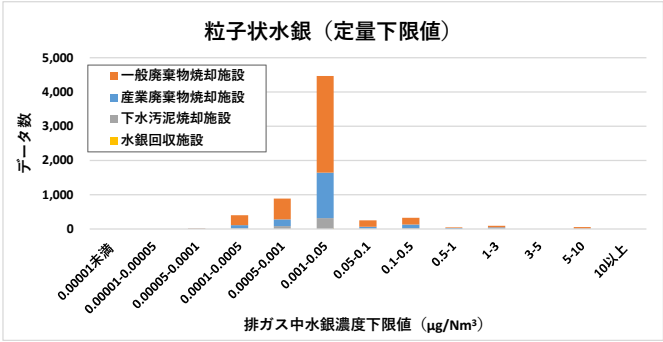
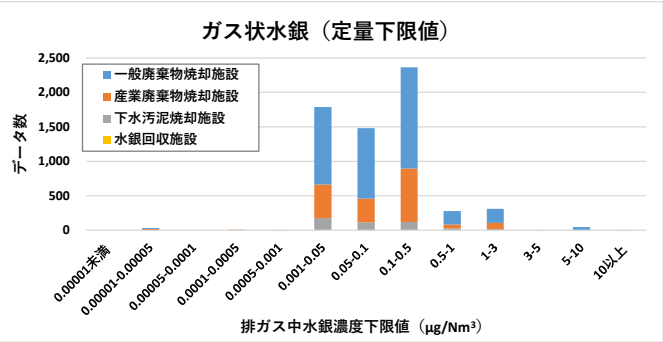


# c. 廃棄物焼却施設：③ 検出下限値・定量下限値の分布

【令和3年度】

対象とする下限値		データ数	下限値(μg/Nm <sup>3</sup> )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
ガス状水銀	定量下限値	6,316	0.090	11	0.000040	0.20	0.079
	検出下限値	6,464	0.030	17	0.000010	0.070	0.025
粒子状水銀	定量下限値	6,515	0.0030	5.6	0.000080	0.070	0.0041
	検出下限値	6,809	0.0010	17	0.0000050	0.027	0.0013

※下限値の集計においては、施設ごとの平均値ではなく測定データごとに集計を行った。  
 ※ガス状・粒子状水銀の定量・検出下限値のすべてまたは一部の報告(任意)があった施設について集計

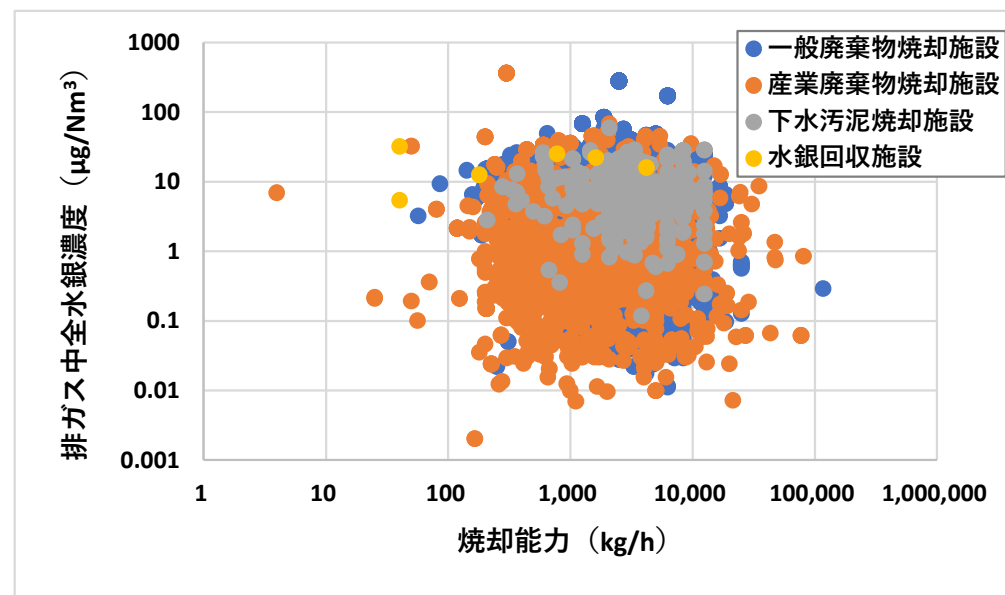


## c. 廃棄物焼却施設：④施設規模（燃料燃焼能力等）と排ガス中全水銀濃度の関係【令和3年度】

○施設規模の違いによる全水銀濃度の違いはあまり明確ではなかった。

廃棄物の 焼却能力	施設数	排ガス中全水銀濃度 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
4t/h以上	958	1.5	170	0.0072	4.5	1.3
2～4t/h	1,065	1.9	280	0.0096	4.8	1.6
2t/h未満	1,285	1.6	370	0.0020	5.2	1.5
全体	3,308	1.7	370	0.0020	4.9	1.5

※施設規模の報告を焼却能力とは異なる指標（火格子面積等）で報告している施設があるため、水銀排出施設数とは一致しない。



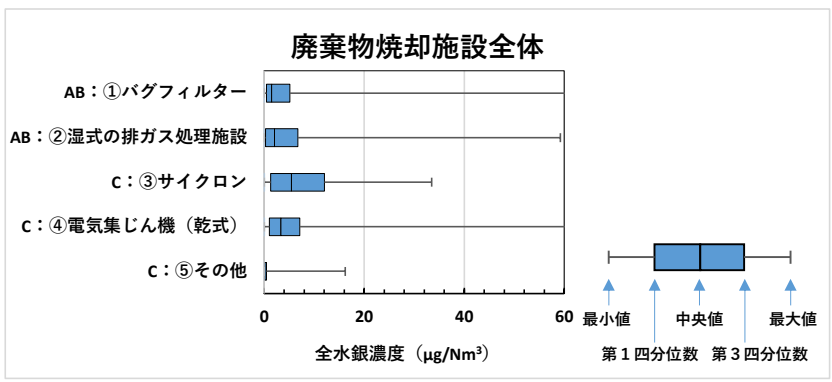
# c. 廃棄物焼却施設：⑤排出ガス処理施設の種類の種類と排ガス中全水銀濃度の関係 【令和3年度】

- 新規・既存施設に対するBATとして想定した施設で、中央値で見ると相対的に全水銀濃度が低かった。
- 活性炭処理がある施設の方が、活性炭処理がない施設と比較して、概ね全水銀濃度が低かった。

排出ガス処理施設の種類の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
AB: ①バグフィルター (他の施設が併設されているものも含む。以下同じ)	2,627 (340)	1.5 (1.1)	370 (280)	0.01 (0.024)	4.7 (3.8)	1.5 (1.1)
AB: ②湿式の排ガス処理施設(スクラバー、湿式電気集じん機等) ※①が設置されているものを除く	401 (10)	2.1 (1.7)	59 (17)	0.002 (0.029)	4.6 (3.5)	1.3 (0.96)
C: ③サイクロン ※①、②が設置されているものを除く	212 (4)	5.5 (2.0)	34 (25)	0.0072 (1.0)	7.5 (7.6)	3.4 (3.1)
C: ④電気集じん機(乾式) ※①～③が設置されているものを除く	79 (6)	3.3 (5.2)	68 (9.1)	0.016 (0.22)	6.8 (5.2)	2.4 (3.3)
C: ⑤その他* ※①～④が設置されているものを除く	31 (0)	0.11 (-)	16 (-)	0.026 (-)	0.89 (-)	0.16 (-)
全体	3,350 (360)	1.7 (1.1)	370 (280)	0.002 (0.024)	4.9 (3.9)	1.5 (1.1)

(注)カッコ内の数値は、活性炭処理がある施設の集計値

(参考)BATと想定した排ガス処理技術		
A:新規施設に対するBAT	B:既存施設に対するBAT	C:その他の技術
・バグフィルター＋活性炭 ・湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)＋活性炭	・バグフィルター ・湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)	左記以外 < * 届出記載例 > ・処理装置なし ・二次燃焼室 等



c.廃棄物焼却施設：⑤排出ガス処理施設の種類の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

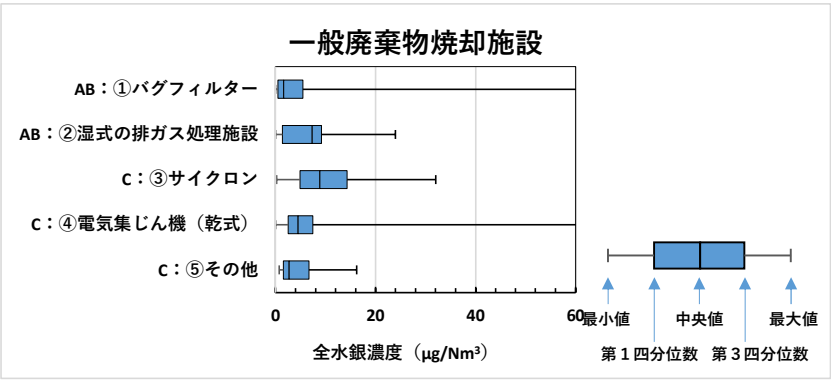
◆一般廃棄物焼却施設

- 新規・既存施設に対するBATとして想定したバグフィルターを設置している施設で、相対的に全水銀濃度が低かった。
- 活性炭処理がある施設の方が、活性炭処理がない施設と比較して、概ね全水銀濃度が低かった。

排出ガス処理施設の種類の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度 (μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
AB:①バグフィルター (他の施設が併設されているものも含む。以下同じ)	1,824 (289)	1.6 (0.99)	280 (280)	0.011 (0.024)	4.8 (3.9)	1.6 (1.1)
AB:②湿式の排ガス処理施設(スクラバー、湿式電気集じん機等) ※①が設置されているものを除く	32 (5)	7.4 (0.27)	24 (7.6)	0.029 (0.029)	7.0 (2.6)	3.4 (0.5)
C:③サイクロン ※①、②が設置されているものを除く	117 (3)	8.9 (2.9)	32 (25)	0.24 (1.2)	10 (9.8)	7.4 (4.4)
C:④電気集じん機(乾式) ※①～③が設置されているものを除く	43 (6)	4.5 (5.2)	68 (9.1)	0.051 (0.22)	6.7 (5.2)	3.7 (3.3)
C:⑤その他* ※①～④が設置されているものを除く	4 (0)	2.7 (-)	16 (-)	0.69 (-)	5.6 (-)	2.9 (-)
全体	2,020 (303)	1.9 (1.1)	280 (280)	0.011 (0.024)	5.2 (3.9)	1.8 (1.1)

(注)カッコ内の数値は、活性炭処理がある施設の集計値

(参考)BATと想定した排ガス処理技術		
A:新規施設に対するBAT	B:既存施設に対するBAT	C:その他の技術
・バグフィルター＋活性炭 ・湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)＋活性炭	・バグフィルター ・湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)	左記以外 < * 届出記載例 > ・処理装置なし ・二次燃焼室 等



c.廃棄物焼却施設：⑤排出ガス処理施設の種類の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

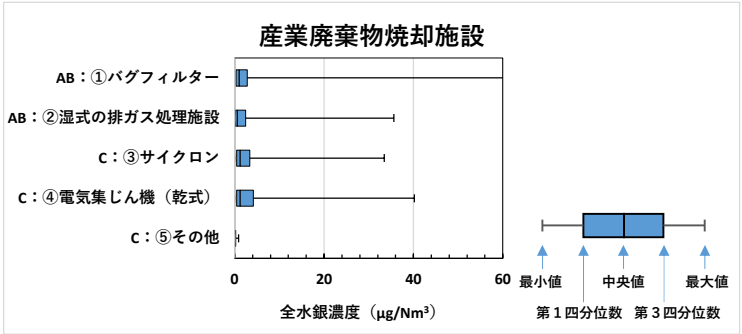
◆産業廃棄物焼却施設

- 新規・既存施設に対するBATとして想定した湿式の排ガス処理施設を設置している施設で、相対的に全水銀濃度が低い傾向にあった。
- 活性炭のある施設の方が、活性炭のない施設と比較して、水銀濃度の最大値が低い傾向にある。

排出ガス処理施設の種類の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
AB:①バグフィルター (他の施設が併設されているものも含む。以下同じ)	675 (47)	0.97 (1.2)	370 (24)	0.010 (0.026)	3.7 (2.9)	0.96 (1.2)
AB:②湿式の排ガス処理施設(スクラバー、湿式電気集じん機等) ※①が設置されているものを除く	249 (5)	0.62 (1.8)	36 (17)	0.0020 (0.25)	2.5 (4.5)	0.56 (1.8)
C:③サイクロン ※①、②が設置されているものを除く	86 (1)	1.2 (1.0)	34 (1.0)	0.0072 (1.0)	3.7 (1.0)	1.1 (1.0)
C:④電気集じん機(乾式) ※①～③が設置されているものを除く	33 (0)	1.2 (-)	40 (-)	0.016 (-)	6.8 (-)	1.3 (-)
C:⑤その他* ※①～④が設置されているものを除く	27 (0)	0.062 (-)	0.85 (-)	0.030 (-)	0.20 (-)	0.10 (-)
全体	1,070 (53)	0.86 (1.3)	370 (24)	0.0020 (0.026)	3.4 (3.0)	0.82 (1.2)

(注)カッコ内の数値は、活性炭処理がある施設の集計値

(参考)BATと想定した排ガス処理技術		
A:新規施設に対するBAT	B:既存施設に対するBAT	C:その他の技術
<ul style="list-style-type: none"> <li>・バグフィルター+活性炭</li> <li>・湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)+活性炭</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バグフィルター</li> <li>・湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)</li> </ul>	左記以外 < * 届出記載例 > ・処理装置なし ・二次燃焼室 等



c.廃棄物焼却施設：⑤排出ガス処理施設の種類の関係

【令和3年度】

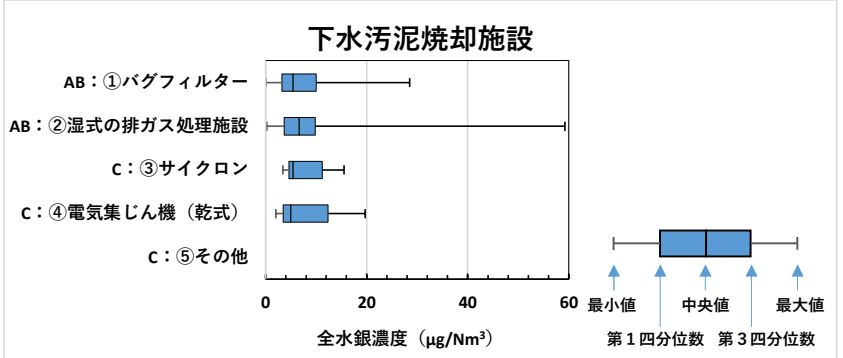
◆下水汚泥焼却施設

○新規・既存施設に対するBATとして想定したバグフィルターを設置している施設で、相対的に全水銀濃度が低かった。

排出ガス処理施設の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度 (μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
AB: ①バグフィルター (他の施設が併設されているものも含む。以下同じ)	127 (3)	5.5 (4.3)	29 (13)	0.12 (4.3)	7.6 (7.3)	5.2 (6.3)
AB: ②湿式の排ガス処理施設(スクラバー、湿式電気集じん機等) ※①が設置されているものを除く	115 (0)	6.7 (-)	59 (-)	0.24 (-)	8.0 (-)	5.5 (-)
C: ③サイクロン ※①、②が設置されているものを除く	9 (0)	5.4 (-)	16 (-)	3.4 (-)	7.7 (-)	6.8 (-)
C: ④電気集じん機(乾式) ※①～③が設置されているものを除く	3 (0)	5.4 (-)	20 (-)	2.0 (-)	8.9 (-)	5.8 (-)
C: ⑤その他* ※①～④が設置されているものを除く	0 (0)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
全体	254 (3)	6.1 (4.3)	59 (13)	0.12 (4.3)	7.8 (7.3)	5.4 (6.3)

(注)カッコ内の数値は、活性炭処理がある施設の集計値

(参考)BATと想定した排ガス処理技術		
A:新規施設に対するBAT	B:既存施設に対するBAT	C:その他の技術
・バグフィルター＋活性炭 ・湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)＋活性炭	・バグフィルター ・湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)	左記以外 < * 届出記載例 > ・処理装置なし ・二次燃焼室 等

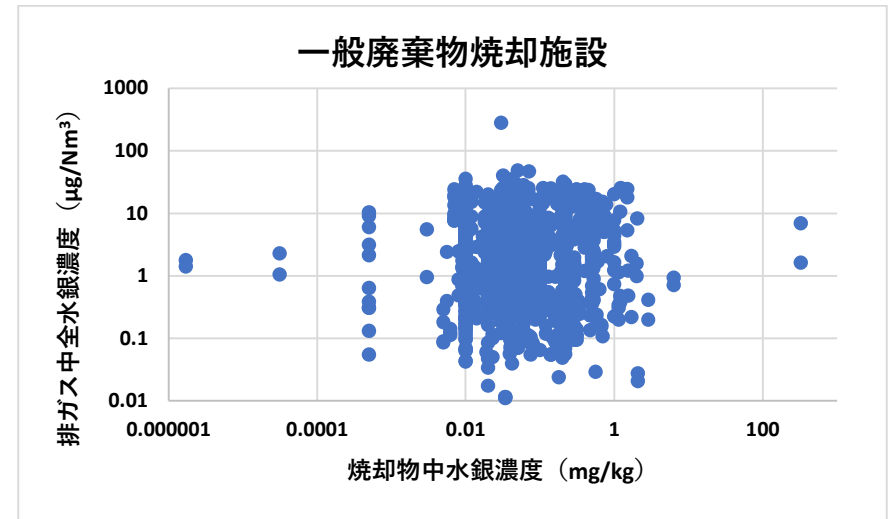
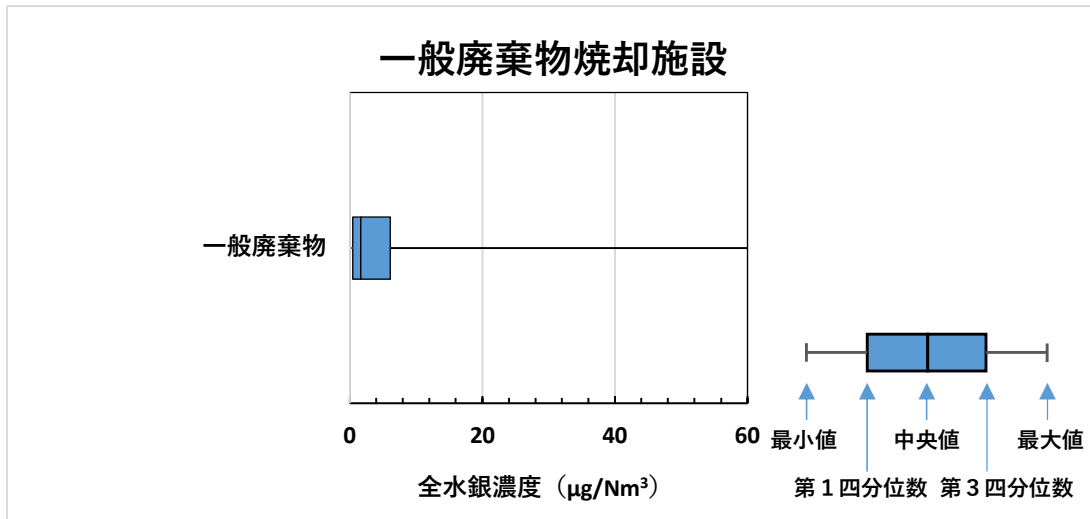


c. 廃棄物焼却施設：⑥原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

◆一般廃棄物焼却施設

廃棄物の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
一般廃棄物	1,105	1.7	280	0.011	4.9	1.6

※一般廃棄物中水銀濃度の報告があった施設について集計。



c. 廃棄物焼却施設：⑥原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

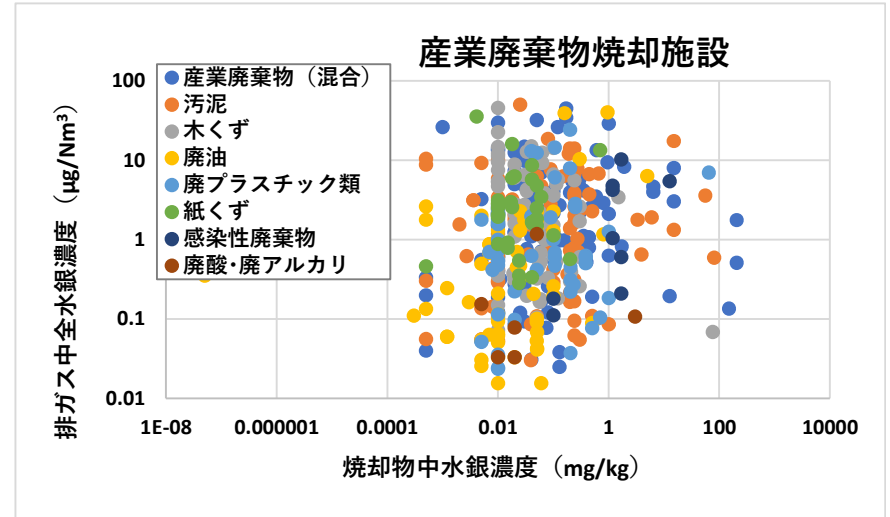
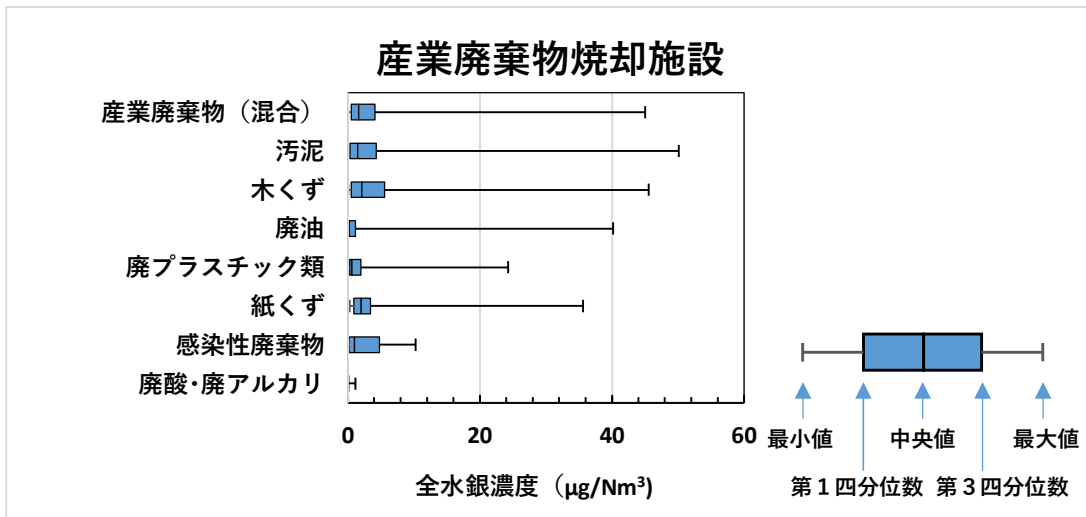
◆ 産業廃棄物焼却施設

○紙くず、木くずを多く処理している施設で相対的に全水銀濃度の算術平均値が高かった。

廃棄物の種類*1	施設数	排ガス中全水銀濃度 (μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
産業廃棄物(混合)*2	109	1.6	45	0.025	4.6	1.4
汚泥	86	1.5	50	0.031	3.6	1.1
木くず	76	2.1	46	0.069	4.3	1.7
廃油	56	0.21	40	0.016	2.2	0.29
廃プラスチック類	48	0.62	24	0.024	2.5	0.69
紙くず	33	2.0	36	0.29	4.2	2.1
感染性廃棄物	9	1.0	10	0.11	3.0	1.1
廃酸・廃アルカリ	6	0.093	1.2	0.033	0.26	0.11

\*1 施設ごとに一番処理量が多い廃棄物の種類で集計

\*2 複数種の産業廃棄物の混合物、または種別不明





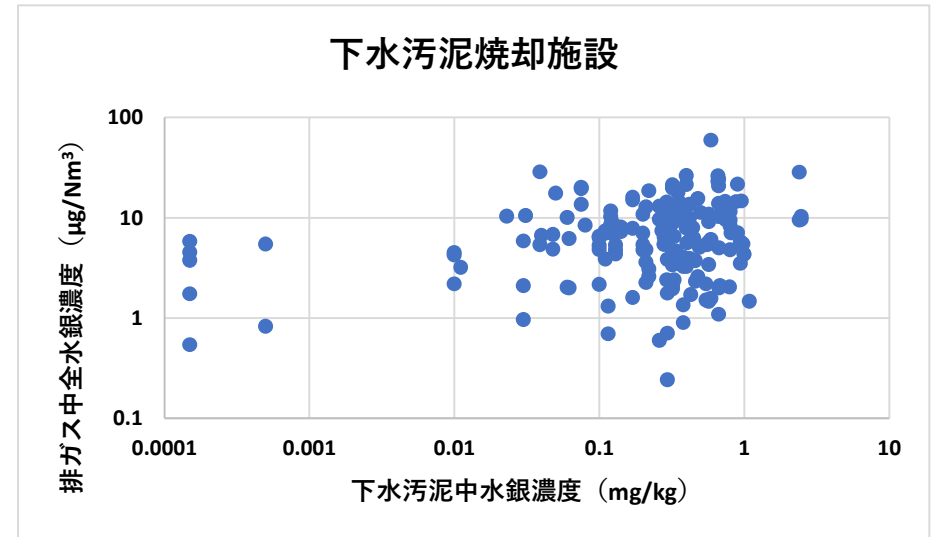
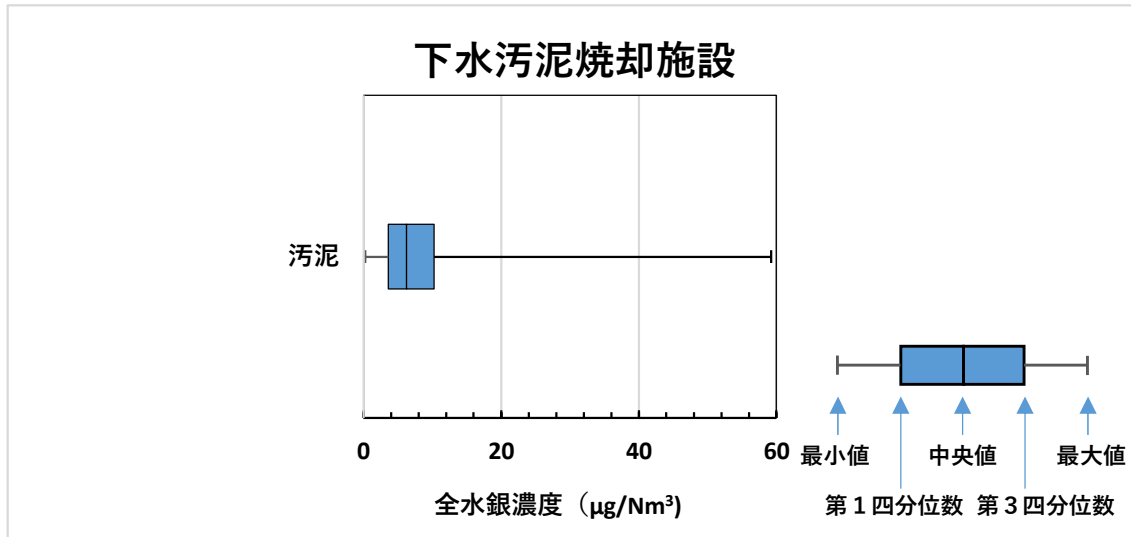
c. 廃棄物焼却施設：⑥原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

【令和3年度】

◆ 下水汚泥焼却施設

廃棄物の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
汚泥	177	6.3	59	0.24	8.0	5.7

※汚泥中水銀濃度の報告があった施設について集計。



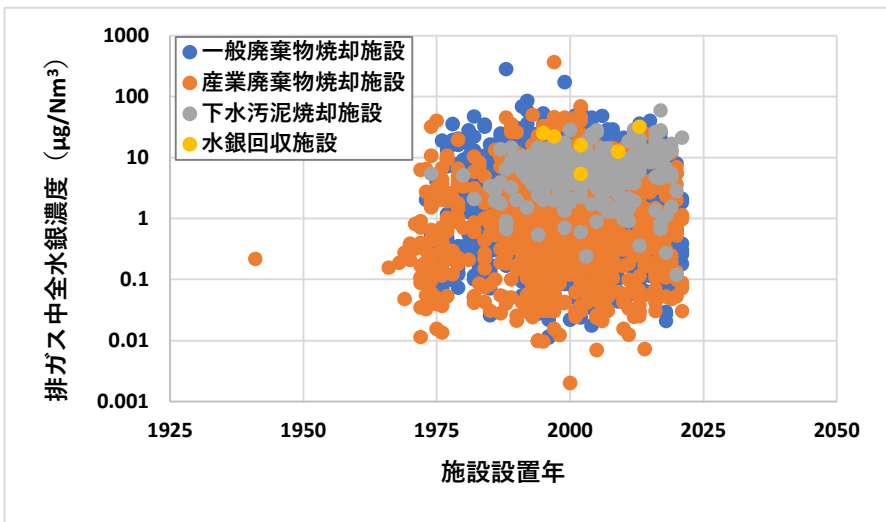
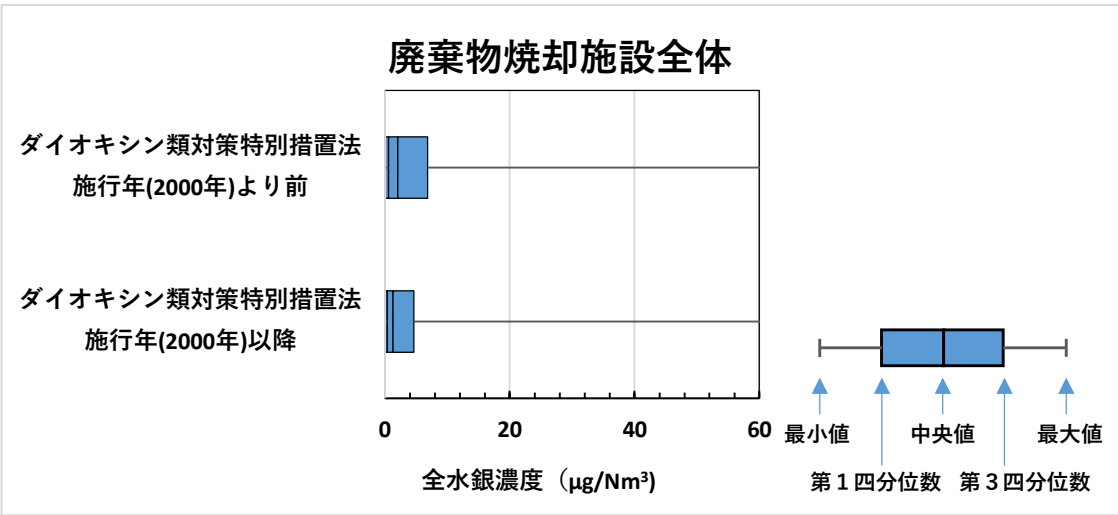
# c. 廃棄物焼却施設：⑦施設設置年と全水銀濃度の関係

【令和3年度】

○ダイオキシン類対策特別措置法施行年(2000年)以降に設置された施設で相対的に全水銀濃度が低かった。

施設設置年	施設数*	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
ダイオキシン類対策特別措置法施行年(2000年)より前	1,892	2.1	370	0.010	5.3	1.7
ダイオキシン類対策特別措置法施行年(2000年)以降	1,458	1.3	68	0.0020	4.3	1.2

※施設設置年の報告がない施設があったため、水銀排出施設数とは一致しない。



# d.セメント:①排ガス中水銀濃度の分布(全水銀、ガス状水銀、粒子状水銀)

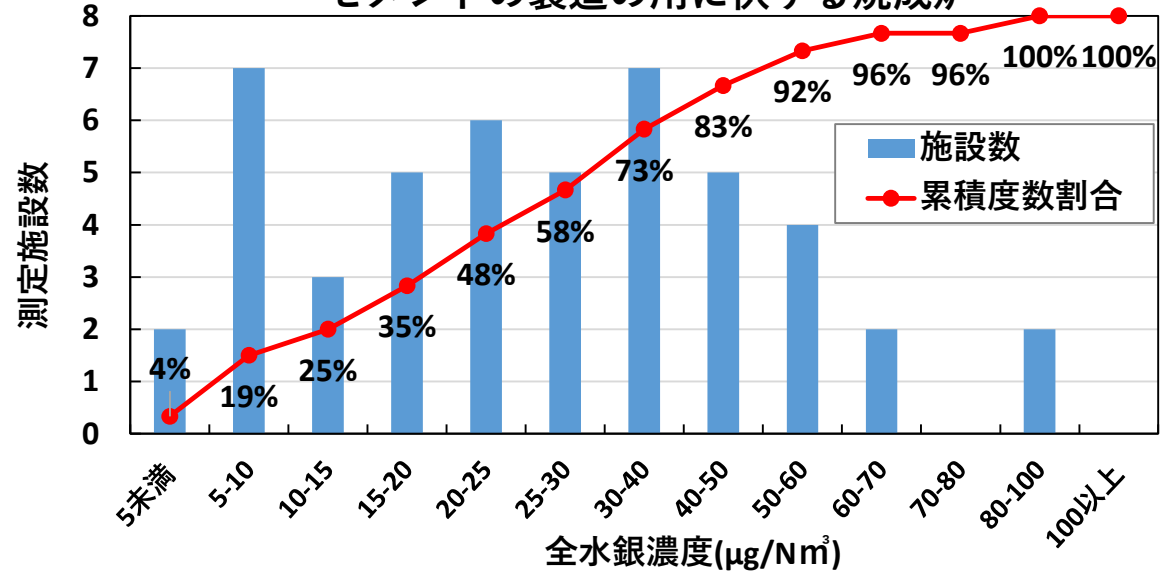
【令和3年度】

○1.1~81 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は30 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。

なお、令和2年度は、1.5~74 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は28 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。

水銀排出施設種類	施設数	排ガス中全水銀濃度( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
全水銀濃度	48	26	81	1.1	30	22
ガス状水銀	48	25	81	0.45	28	20
粒子状水銀	48	0.66	36	0.021	1.7	0.51

セメントの製造の用に供する焼成炉



	排出基準( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	
	新設	既設
セメントの製造の用に供する焼成炉	50	80

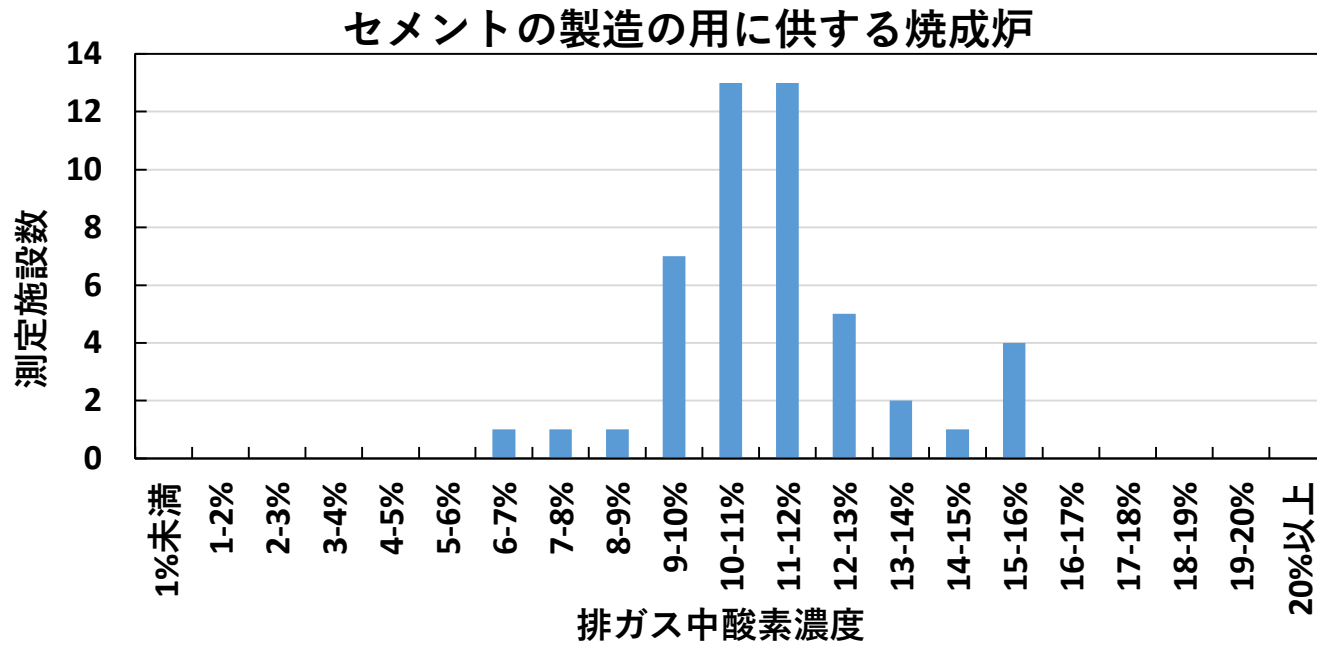
※1 全水銀濃度の算出にあたり、ガス状水銀濃度と粒子状水銀濃度の一方が検出下限値未満の場合、検出下限値未満の値は「0」として合算する。

※2 ガス状水銀、粒子状水銀濃度(酸素濃度補正值)について、各施設の平均値を算出して集計。水銀濃度が検出下限値未満の場合、検出下限値を平均値の算出に用いている。

## d.セメント:②排ガス中酸素濃度の分布

○排ガス中酸素濃度は6.8～15.9%の範囲にあり、算術平均値は11.2%である。

水銀排出施設種類	施設数	排ガス中酸素濃度(%)				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
セメントの製造の用に供する焼成炉	48	11.0	15.9	6.8	11.2	11.0

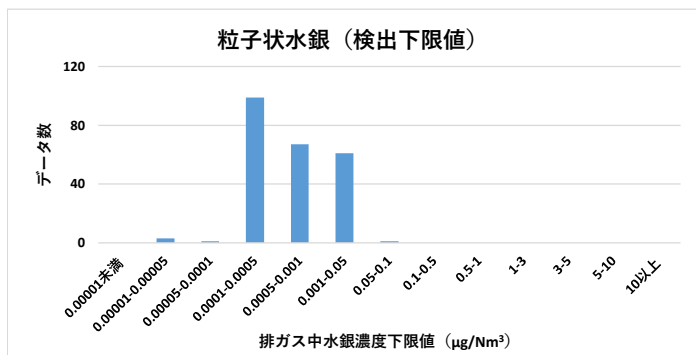
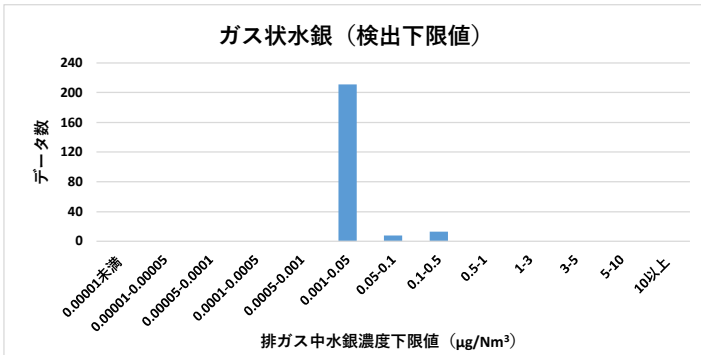
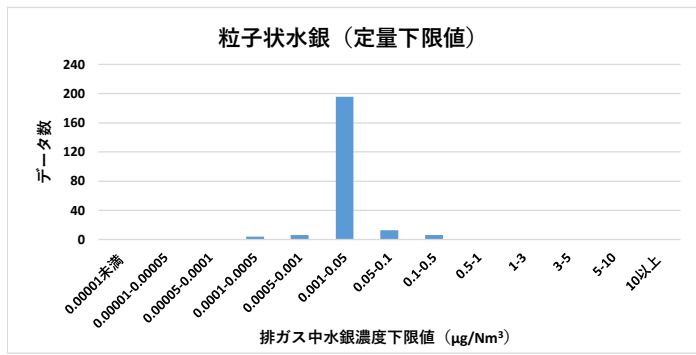
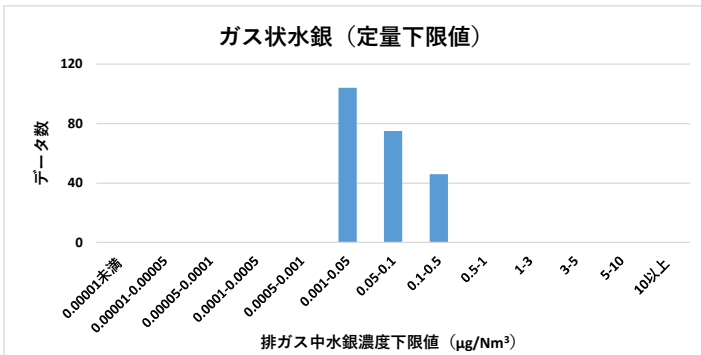


# d.セメント:③検出下限値・定量下限値の分布

【令和3年度】

対象とする下限値		データ数	下限値(μg/Nm <sup>3</sup> )				
			中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
ガス状水銀	定量下限値	225	0.060	0.30	0.000040	0.20	0.051
	検出下限値	232	0.020	0.20	0.000010	0.069	0.017
粒子状水銀	定量下限値	225	0.0080	0.10	0.000080	0.068	0.0052
	検出下限値	232	0.00050	0.053	0.0000050	0.026	0.00085

※下限値の集計においては、施設ごとの平均値ではなく測定データごとに集計を行った。  
 ※ガス状・粒子状水銀の定量・検出下限値のすべてまたは一部の報告(任意)があった施設について集計

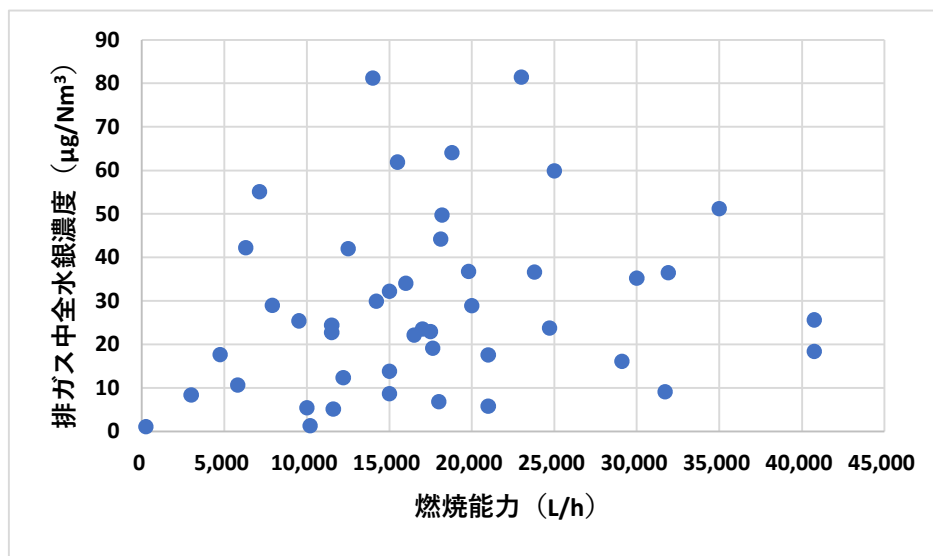


## d.セメント：④施設規模（燃料燃焼能力等）と排ガス中全水銀濃度の関係 【令和3年度】

○燃焼能力が20,000L/h以上の施設で、相対的に全水銀濃度が高かった。

燃焼能力(L/h)	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
20,000以上	14	27	81	5.8	32	26
10,000～20,000	23	24	81	1.3	29	21
10,000未満	8	22	55	1.1	24	15
合計	45	24	81	1.1	30	21

※施設規模の報告を燃料燃焼能力とは異なる指標（原料の処理能力）で報告している施設があるため、水銀排出施設数とは一致しない。

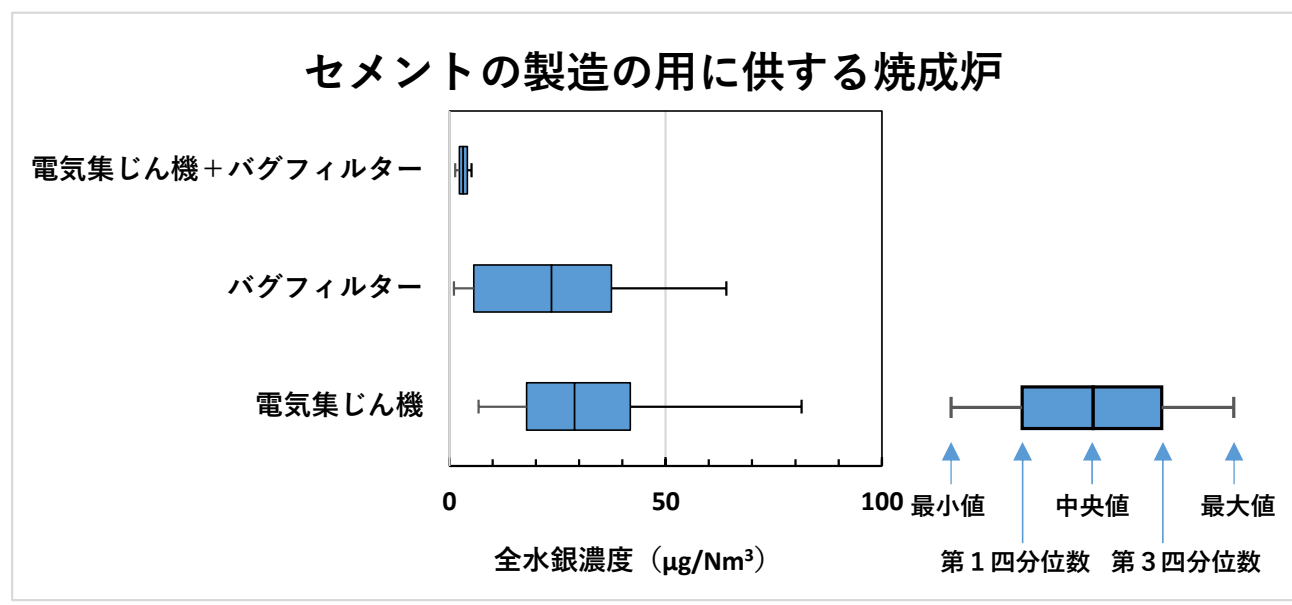


# d.セメント:⑤排出ガス処理施設の種類の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

【令和3年度】

○電気集じん機+バグフィルターを設置している施設の全水銀濃度が相対的に低かった。

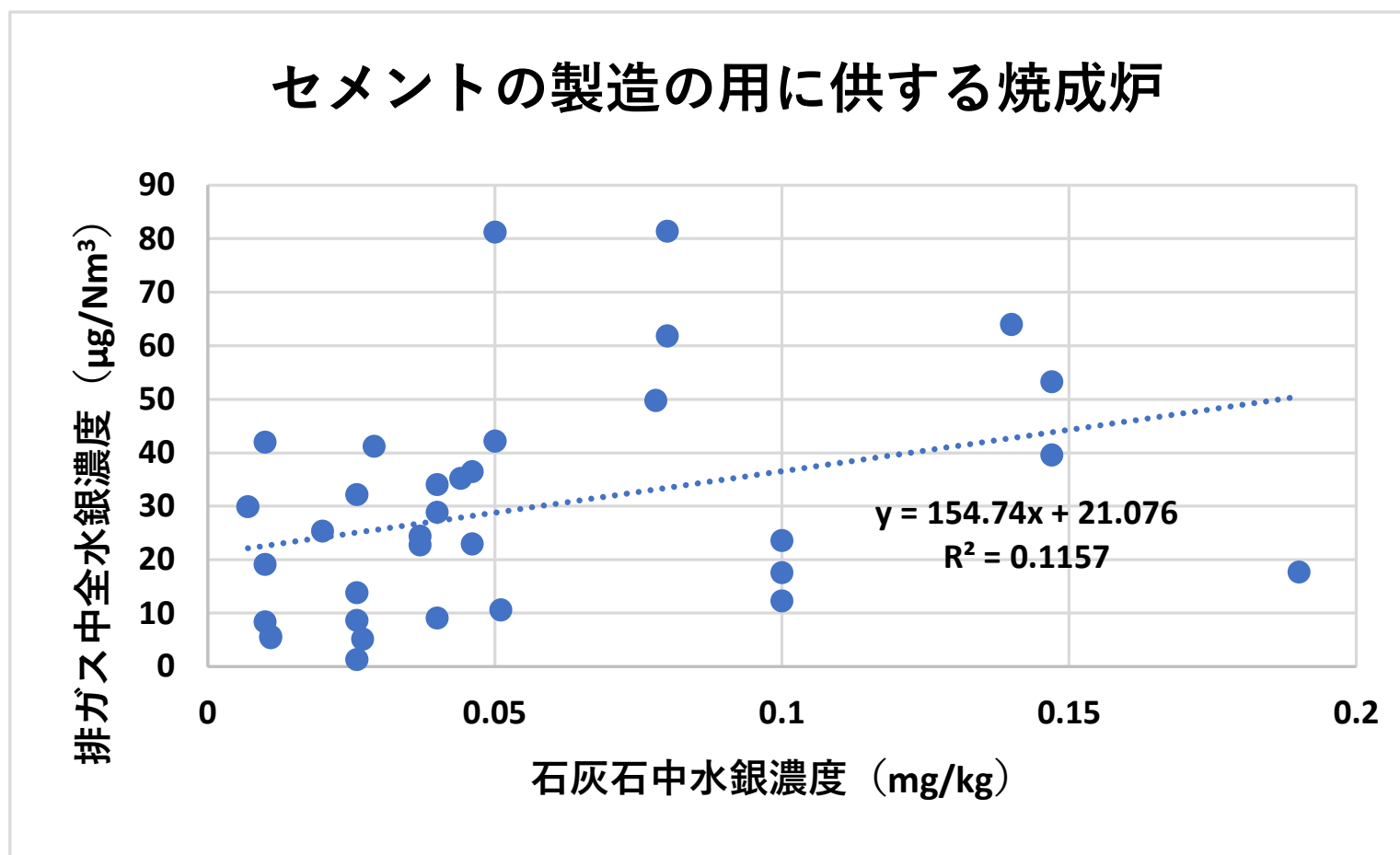
排出ガス処理施設の種類の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm <sup>3</sup> )				
		中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
電気集じん機+バグフィルター	2	3.2	5.2	1.3	3.2	2.6
バグフィルター	8	24	64	1.1	25	14
電気集じん機	38	29	81	6.8	32	27
全体	48	26	81	1.1	30	22



## d.セメント:⑥原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

【令和3年度】

○石灰石中水銀濃度と排ガス中水銀濃度の間には、明確な関係は確認されなかった。





# d.セメント: ⑦施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係

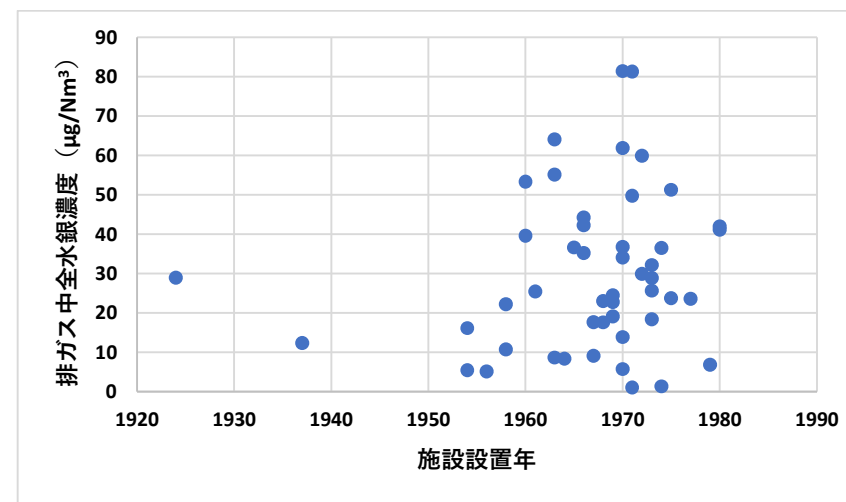
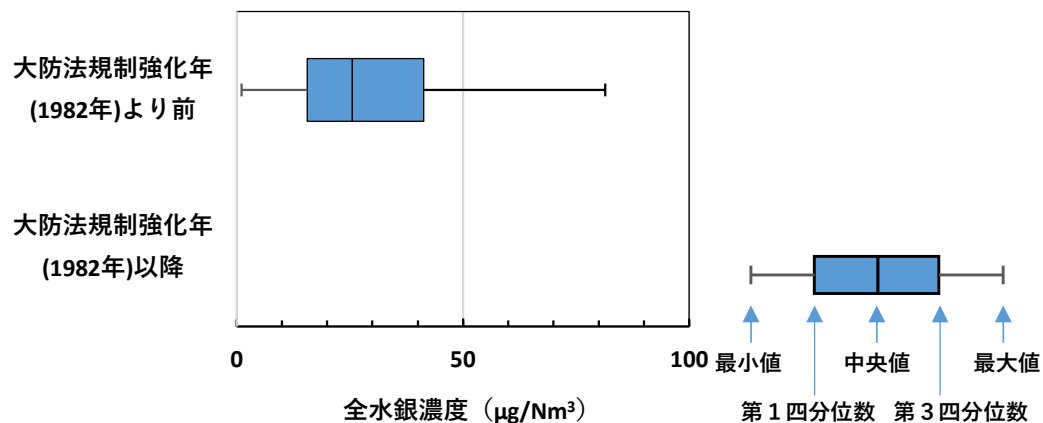
【令和3年度】

施設設置年	施設数	排ガス中全水銀濃度 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
大防法規制強化年* (1982年)より前	48	26	81	1.1	30	22
大防法規制強化年 (1982年)以降	0	—	—	—	—	—

※施設設置年の報告がない施設があったため、水銀排出施設数とは一致しない。

\*ばいじん基準が $0.20\sim 0.40\text{g}/\text{Nm}^3$ から $0.10\text{g}/\text{Nm}^3$ に強化された。

## セメントの製造の用に供する焼成炉



## (参考)水銀排出施設種類別のBATと想定した技術

- 第一次答申では、排出基準の設定にあたって、水俣条約BAT/BEPガイダンスを参考に、新規施設と、既存施設を分けてBATに該当する技術を想定。
- 第一次答申で想定したBATの技術について、セメント製造施設の既存施設では、原料・燃料等の管理技術をBATとしているが、これ以外の発生源では全て排ガス処理技術をBATとしている。

発生源	第一次答申におけるBATに関する記載事項		
石炭火力発電所及び産業用石炭燃焼ボイラー	新規施設に対するBAT	脱硝設備、除じん設備及び脱硫設備	
	既存施設に対するBAT	「脱硝設備、除じん設備及び脱硫設備」以外の排ガス処理設備	
非鉄金属製造施設(一次施設)	新規施設及び既存施設に対するBAT(現在の一般的な原料を使用する場合)	排ガス洗浄設備及び硫酸製造設備	
	新規施設及び既存施設に対するBAT(高い水銀含有物を原料とする場合)	排ガス洗浄設備及び硫酸製造設備並びにBoliden-Norzinkプロセス等	
非鉄金属製造施設(二次施設)	新規施設、既存施設に対するBAT(水銀含有量が多い鉱滓を主な原料とする場合)	除じん設備及び高度な排ガス洗浄設備等	
	新規施設に対するBAT	除じん設備及び排ガス洗浄設備	
	既存施設に対するBAT	除じん設備又は排ガス洗浄設備	
廃棄物焼却炉(一般廃棄物焼却施設/産業廃棄物焼却施設/下水汚泥焼却施設)	水銀回収義務付け産業廃棄物や水銀含有再生資源を取り扱う場合	新規施設に対するBAT	バグフィルター、スクラバー(キレート剤添加)及び高度な活性炭処理等
		既存施設に対するBAT	バグフィルター、スクラバー(キレート剤添加)及び活性炭処理等
	上記以外の場合	新規施設に対するBAT	バグフィルター及び活性炭処理又はスクラバー及び活性炭処理
		既存施設に対するBAT	バグフィルター又はスクラバー
セメントクリンカー製造施設	新規施設に対するBAT	BAT/BEPガイダンスにおいて水銀の排出抑制に有効とされる複数の技術*	
	既存施設に対するBAT	・水銀含有量が少ない原料・燃料等を選択すること。 ・可能な限り水銀含有量の低い原料・燃料等を選択すること(主原料である石灰石の採掘場所の近傍に立地しており、石灰石の水銀含有量が低い原料に変更することが困難な場合)	

\* 水銀含有量の低い原料を選択する方法、排ガス処理設備により捕集したダスト(「セメントキルンダスト」という。水銀が含まれる。)を製品であるセメントに添加する方法(「ダストシャットリング」という。)、ばいじん排出抑制対策による方法、相乗便益としての排ガス処理対策(脱硫設備又は脱硝設備)による方法がBATとして紹介されている。

## (参考)水銀排出施設種類別のBATと想定した排ガス処理技術

○第一次答申の整理事項を踏まえて、施設種類別に下表のとおり、BATと想定する技術を整理した。

発生源	想定するBAT	排出抑制技術区分
石炭火力発電所／ 産業用石炭燃焼ボイラー	新設BAT	脱硝＋集じん機(バグフィルター／その他*)＋脱硫
	既設BAT	集じん機(バグフィルター／その他*)＋脱硫
		集じん機単独(バグフィルター／その他*)
	その他技術	上記以外
非鉄金属製造施設 (一次施設)	新設／既設BAT	集じん機＋硫酸製造施設
	その他技術	集じん機＋脱硫装置
		集じん機単独
		上記以外
非鉄金属製造施設 (二次施設)	新設BAT	集じん機＋排ガス洗浄
	既設BAT	集じん機単独
	その他技術	排ガス処理装置なし
		上記以外
一般廃棄物焼却施設／ 産業廃棄物焼却施設／ 下水汚泥焼却施設	新設BAT	バグフィルター＋活性炭
		湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)＋活性炭
	既設BAT	バグフィルター
		湿式の排ガス処理(スクラバー、電気集じん機)
その他技術	上記以外(サイクロン、電気集じん機(乾式)等)	
セメントクリンカー製造施設	BAT未分類	バグフィルター＋電気集じん機
		バグフィルター
		電気集じん機

\* 電気集じん機、サイクロン等

## <参考データ①> 構造等変更の届出があった施設数

- 水銀排出施設の構造変更等を行う事業者等は、自治体等へ変更届出を提出する必要がある。
- 構造等変更に関する届出状況について集計したところ、平成30年度から令和3年度までの間に 306件の届出があった。
- なお、排ガス処理設備の変更に関する届出としては30件提出されており、活性炭吹込み装置、湿式集塵機、バグフィルターの設置・変更・更新等の事例があった。

変更箇所	事業所数*1
排ガス処理設備の変更	30
排ガス量の変更	21
稼働時間の変更	12
燃料・原材料の変更	12
焼却能力の変更	6
その他*2	235
届出のあった事業所数(延べ数)	306

\*1 複数の変更内容があった事業所については、それぞれ集計している。

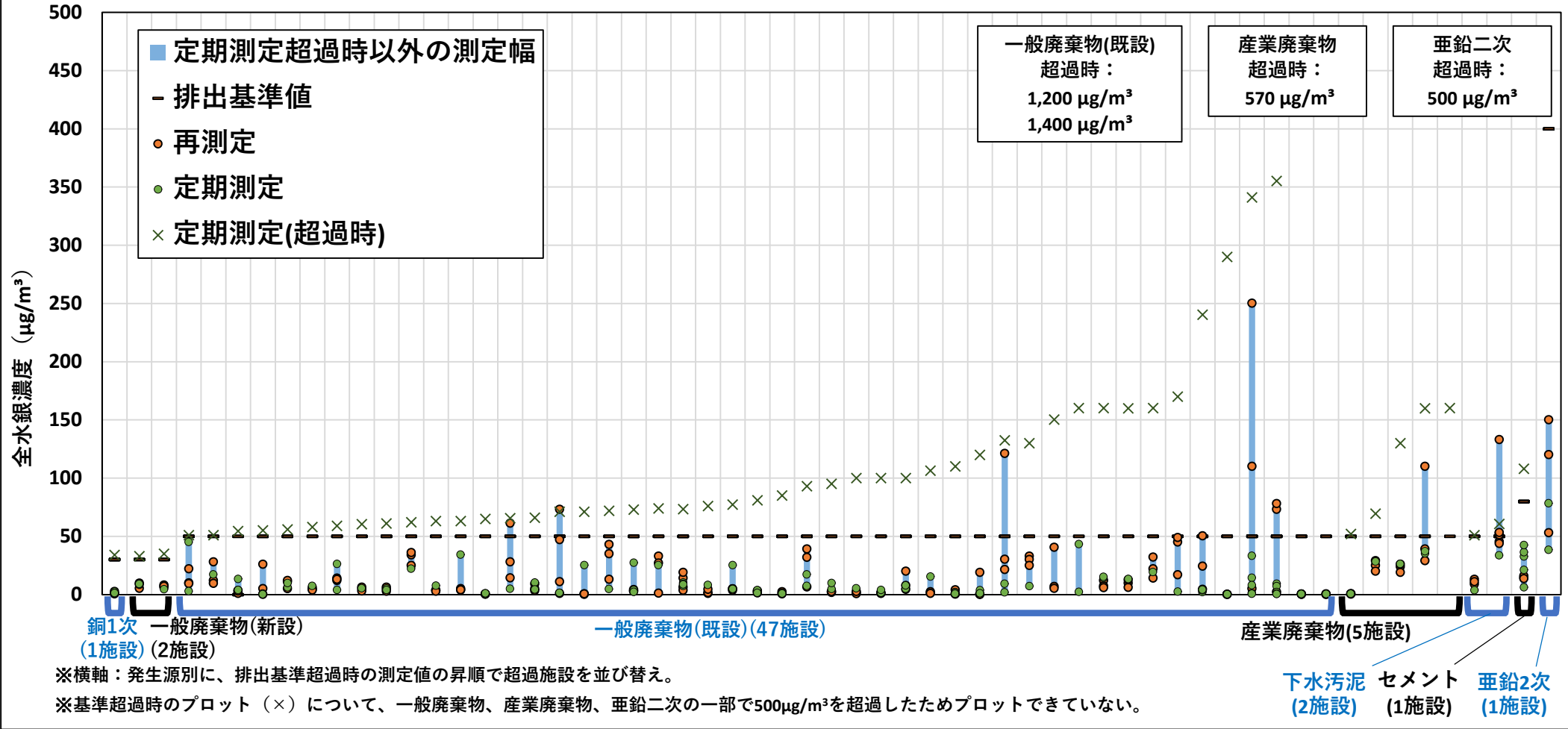
\*2 施設情報の更新(排ガス、原料等の水銀測定濃度の追記)、変更内容不明 を含む。

※ 構造等変更に関する届出があった306施設の内、廃棄物焼却施設は280施設あり、残りは主に、非鉄金属製造施設では処理設備の変更、ホイラー施設では燃料・原材料の変更届出が提出された。

# <参考データ②>

# 基準値超過施設の測定分布

## 基準超過施設の測定値分布（令和3年度対象）



## <参考データ③> 基準値超過施設の測定結果の分布

表 排ガス処理装置別測定結果の分布(基準値超過施設のみ抜粋)

発生源・排出ガス処理施設の種類		施設数	データ数	排ガス中全水銀濃度 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )				
				中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
銅一次	①集じん機+脱硫	1	9	1.1	34	0.50	5.0	1.7
亜鉛二次	①集じん機+排ガス洗浄	1	6	99	500	38	157	106
一般廃棄物	①バグフィルター	46	271	7.9	1,400	0.050	39	9.1
	③サイクロン	2	10	20	110	0.92	29	10
	④電気集じん機(乾式)	1	3	43	160	2.1	68	24
産業廃棄物	①バグフィルター	5	23	29	570	0.35	69	22
下水汚泥	②湿式の排ガス処理施設(スクラバー、湿式電気集じん機等)	2	13	46	130	3.5	43	30
セメント	電気集じん機	1	9	21	100	6.0	31	23
全体		59	344	10	1,400	0.05	42	11

