

水銀排出施設における 水銀濃度の測定結果について

目次

1. 改正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
水銀排出施設種類別詳細

1. 改正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月に採択された。

○ 2017年8月に発効し、2020年5月末時点の締約国数は128か国。

○ 水俣条約締約国が取り組むべき大気排出対策

- ・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)

- ・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) 改正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・構造等を変更しようとする場合、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、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。

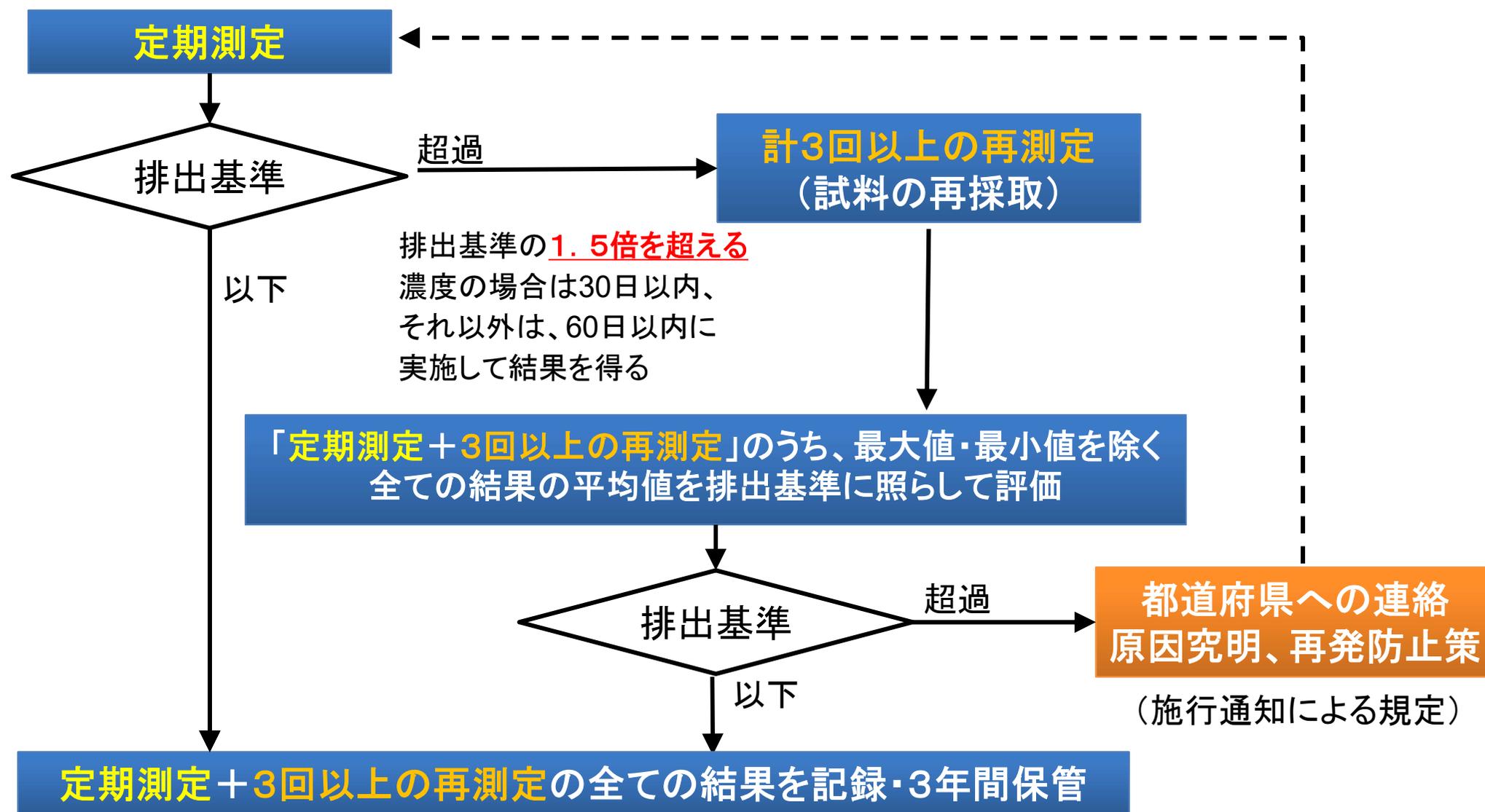
○ 要排出抑制施設の設置者

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。

(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



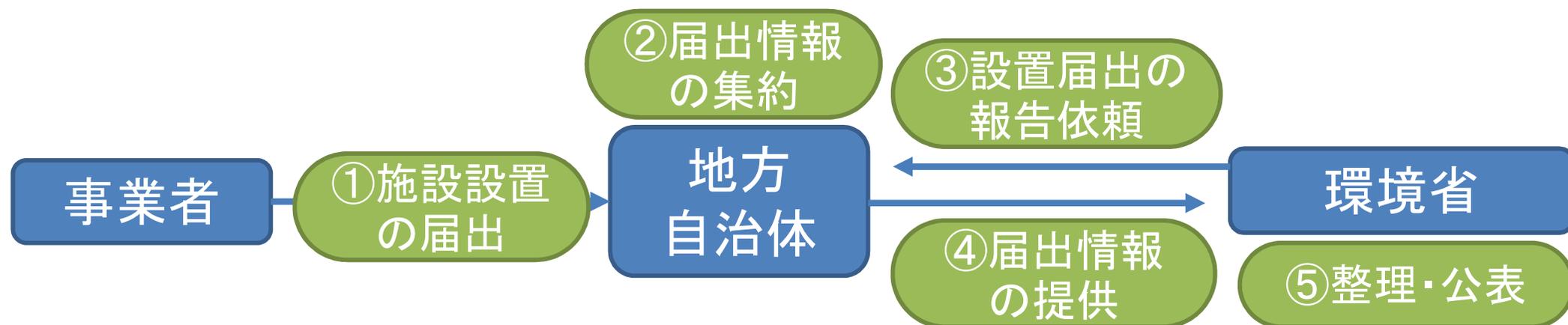
- 都道府県知事は、水銀排出者が排出基準に適合せず水銀を継続して排出するときは、期限を定めて、水銀の大気排出を減少させるための措置をとるよう**勧告**できる。
 - 水銀排出者が勧告に従わない場合、都道府県知事は、期限を定めて、勧告に係る措置をとるべき旨の**命令**ができる。
- ⇒ 改善勧告に係る措置の命令違反は、1年以下の懲役又は100万円以下の罰金。

2. 水銀排出施設の設置状況

- (1) 水銀排出施設設置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に見た施設数及び割合

(1) 水銀排出施設設置届出情報の収集方法

- 環境省が自治体を通じて、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（平成30年度専門委員会で報告）。
- 変更や新設の届出については、年度ごとに翌年度8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・構造等を変更しようとする場合、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地方自治体は、届出られた情報を集約

③環境省が地方自治体に対し、設置届出の情報提供を依頼
※改正大防法第28条に基づく資料提出依頼(+情報収集の協力依頼)

④地方自治体が環境省に情報提供

⑤環境省が地方自治体から提供を受けた設置届出情報を整理し、公表

(2) 水銀排出施設の届出について

- 改正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(2018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5)

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(伝熱面積、燃料の燃焼能力、火格子面積等) 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

(3) 水銀排出施設の設置状況の整理

○ 地方自治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にみた施設数及び割合

※平成31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4,673施設であり、水銀排出施設を設置している事業所数は2,878である。
(平成31年3月末時点)

	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	4,673	2,878
稼働中の施設	3,981	2,470

⇒これ以降の集計は、稼働中の施設のみを対象とする。

◎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	愛知県	204	6	北海道	161
2	埼玉県	196	7	東京都	148
3	千葉県	192	8	静岡県	148
4	兵庫県	181	9	神奈川県	144
5	大阪府	169	10	茨城県	139

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2,290施設あり、全体の58%を占める。2番目に多い施設は産業廃棄物焼却施設で1,003施設あり、全体の25%を占める。

水銀排出施設			施設数	割合	上位3都道府県			(参考)平成30年 4月末時点	
大防法上の区分	内訳				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		58	1.5%	山口県	福岡県	広島県 宮城県	50	1.1%
	産業用石炭燃焼ボイラー		34	0.9%	兵庫県	北海道	三重県	35	0.8%
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	91	2.3%	山口県	福島県 兵庫県	愛知県	80	1.8%
		産業用石炭燃焼ボイラー	20	0.5%	愛知県 北海道	福井県 愛媛 県	埼玉県 静岡県 三重県 香川県 福島県 長崎県	13	0.3%
	大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	4	0.1%	福島県	千葉県	—	7	0.2%
		産業用石炭燃焼ボイラー	1	0.03%	愛知県	—	—	1	0.02%
3 非鉄金属製造* 一次施設(銅、工業金)	銅		27	0.7%	福島県	香川県	岡山県 大分県	28	0.6%
	工業金		0	—	—	—	—	0	—
4 非鉄金属製造* 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛		1	0.03%	広島県	—	—	3	0.1%
	亜鉛		7	0.2%	青森県 秋田県	福島県 群馬 県 山口県	—	5	0.1%
5 非鉄金属製造* 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅		23	0.6%	大阪府	愛媛県	兵庫県 秋田県 茨城県 三重県 大分県	24	0.5%
	鉛		57	1.4%	愛知県	千葉県 大阪 府	埼玉県 京都府	45	1.0%
	亜鉛		32	0.8%	兵庫県	大阪府	福岡県 福島県	40	0.9%
6 非鉄金属製造* 二次施設(工業金)	工業金		2	0.05%	岐阜県	—	—	2	0.04%
7 セメントの製造の用に供する焼成炉			53	1.3%	福岡県	山口県	埼玉県	65	1.5%
8 廃棄物焼却施設	一般廃棄物		2,290	58%	千葉県	埼玉県	北海道	2,636	59.1%
	産業廃棄物		1,003	25%	静岡県	愛知県	兵庫県	1,105	24.8%
	下水汚泥		272	6.8%	東京都	神奈川県	埼玉県	313	7.0%
9 水銀回収施設			6	0.2%	北海道	新潟県	—	6	0.1%
合計			3,981					4,458	

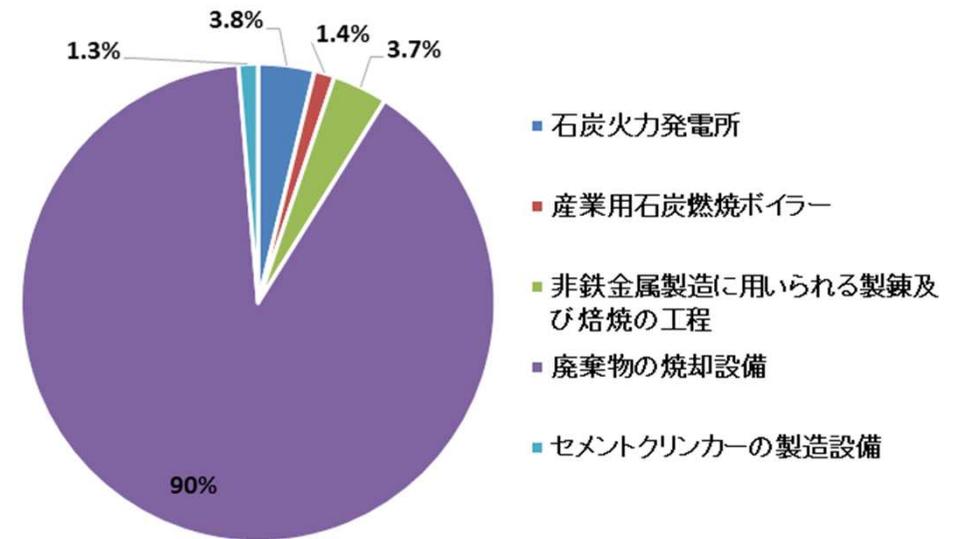
* 非鉄金属製造の原料として、一次施設では主として鉱石が用いられ、二次施設ではリサイクル原料等が用いられている。(平成31年3月末時点)

③ 水俣条約における施設分類別にみた施設数及び割合

○ 水俣条約における施設分類別にみると、廃棄物の焼却設備が最も多く、全体の約90%を占める。

施設分類	施設数	割合
石炭火力発電所	153	3.8%
産業用石炭燃焼ボイラー	55	1.4%
非鉄金属製造に用いられる製錬及び焙焼の工程	149	3.7%
廃棄物の焼却設備	3,571	90.0%
セメントクリンカーの製造設備	53	1.3%
合計	3,981	

(平成31年3月末時点)



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) 平成30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

(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、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 ³) ^{注1}	
			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 ^{注2}		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 ^{注3}

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 伝熱面積が10m²以上であるか、又はバーナーの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/Nm³

(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

※連続測定は現在の測定機では粒子状水銀が測定できない等の難点がある。

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Nm³/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Nm³/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、関係自治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。

(2) 平成30年度における水銀濃度の測定結果等の収集

○平成30年度における水銀濃度の測定結果とそれに付随する情報を収集(下表)

○法では、設置者に対し測定結果の報告義務を課していないため、地方自治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した水銀濃度の測定結果等に関する情報

分類	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"> ● 測定者の氏名 ● 測定箇所(試料採取位置) ● 全水銀(測定値、測定年月日及び時刻) ● ガス状水銀(実測値、酸素濃度補正值、酸素濃度、測定年月日及び時刻) ● 粒子状水銀(実測値、酸素濃度補正值、酸素濃度、測定年月日及び時刻)
様式の備考に記載をお願いしている情報	<ul style="list-style-type: none"> ● 測定時の排ガス流量(乾) ● 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)

(3) 測定結果の提供施設数

○ 水銀濃度の測定対象施設の95%から平成30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	測定対象施設数*1	測定結果 提供割合	
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	55	58	95%
		産業用石炭燃焼ボイラー	28	34	82%
2	石炭燃焼ボイラー (上記以外)	石炭専焼ボイラー	87	91	96%
		石炭火力発電所	18	20	90%
		産業用石炭燃焼ボイラー	4	4	100%
		大型石炭混焼ボイラー	1	1	100%
3	非鉄金属製造*2 一次施設(銅、工業金)	銅	6	6	100%
		工業金	0	0	—
4	非鉄金属製造*2 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	1	1	100%
		亜鉛	7	7	100%
5	非鉄金属製造*2 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	19	19	100%
		鉛	20	42	48%
		亜鉛	31	31	100%
6	非鉄金属製造*2 二次施設(工業金)	工業金	2	2	100%
7	セメントの製造の用に供する焼成炉		46	50	92%
8	廃棄物焼却施設	一般廃棄物	2,171	2,258	96%
		産業廃棄物	915	976	94%
		下水汚泥	269	272	99%
9	水銀回収施設		4	6	67%
合計			3,684	3,878	95%

*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。

(平成31年3月末時点)

*2 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)

○法の認識不足のために平成30年度は未測定であった施設や、測定値の提供に協力を得られなかった施設もあった。

水銀排出施設		測定なし*1	測定はあるが 測定値の提供なし	
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	3
		産業用石炭燃焼ボイラー	0	6
2	石炭燃焼ボイラー (上記以外)	石炭専焼ボイラー	0	4
		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	0	0
3	非鉄金属製造*2 一次施設(銅、工業金)	銅	0	0
		工業金	0	0
4	非鉄金属製造*2 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	0	0
		亜鉛	0	0
5	非鉄金属製造*2 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	0	0
		鉛	18	4
		亜鉛	0	0
6	非鉄金属製造*2 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	4
8	廃棄物焼却施設	一般廃棄物	8	79
		産業廃棄物	9	52
		下水汚泥	0	3
9	水銀回収施設		0	2
		合計	35	159

*1 試料採取地点を誤った施設(令和元年度は適切な地点で採取)を含む。

(平成31年3月末時点)

*2 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。

(4) 測定結果と排出基準値との比較

○平成30年度に排出基準値を一度も超過しなかった施設が全体の98%を占める。

水銀排出施設		測定結果 提供施設数	排出基準遵守 猶予 [※] 施設数	排出基準値を一度も超過しな かった施設数	割合	排出基準値の 超過が見られ た施設数		
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	55	0	55	100%	0	
		産業用石炭燃焼ボイラー	28	0	28	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	87	0	87	100%	0
			産業用石炭燃焼ボイラー	18	0	18	100%	0
		大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	4	0	4	100%	0
			産業用石炭燃焼ボイラー	1	0	1	100%	0
3	非鉄金属製造* 一次施設(銅、工業金)	銅	6	0	4	67%	2	
		工業金	0	—	—	—	—	
4	非鉄金属製造* 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	1	0	1	100%	0	
		亜鉛	7	0	7	100%	0	
5	非鉄金属製造* 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	19	0	19	100%	0	
		鉛	20	0	20	100%	0	
		亜鉛	31	0	30	97%	1	
6	非鉄金属製造* 二次施設(工業金)	工業金	2	0	2	100%	0	
7	セメントの製造の用に供する焼成炉		46	0	41	89%	5	
8	廃棄物焼却施設	一般廃棄物	2,171	11	2,095	97%	65	
		産業廃棄物	915	6	900	99%	9	
		下水汚泥	269	2	266	100%	1	
9	水銀回収施設		4	0	4	100%	0	
合計			3,684	19	3,582	98%	83	

* 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。(平成31年3月末時点)

※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。

→ 猶予されていた施設については、本年3月末までに設備改修を完了、もしくは4月以降は廃止。

(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)

○再測定の結果、77施設は排出基準値内となっていたが、4施設は排出基準値を上回っていた*¹。水銀濃度等については次シートに示すとおり。

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	再測定 未実施	
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	0
			産業用石炭燃焼ボイラー	0	0	0	0
		大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
3	非鉄金属製造* 一次施設(銅、工業金)	銅	2	2	0	0	
		工業金	0	0	0	0	
4	非鉄金属製造* 一次施設(鉛、亜鉛)	鉛	0	0	0	0	
		亜鉛	0	0	0	0	
5	非鉄金属製造* 二次施設(銅、鉛、亜鉛)	銅	0	0	0	0	
		鉛	0	0	0	0	
		亜鉛	1	1	0	0	
6	非鉄金属製造* 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		5	5	0	0	
8	廃棄物焼却施設	一般廃棄物	65	59	4* ¹	2* ²	
		産業廃棄物	9	9	0	0	
		下水汚泥	1	1	0	0	
9	水銀回収施設		0	0	0	0	
合計			83	77	4* ¹	2* ²	

* 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。 (平成31年3月末時点)

*¹ その後、活性炭の種類変更等の対策が取られ、現時点では排出基準値内となっており、経過観察中。

*² 事業者の法令の認識不足によるもの。地方自治体の指導により令和元年度に再測定が実施され、排出基準値内となっている。

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

- 排出基準値と定期測定結果を比較すると、非鉄金属・セメント製造施設では1.1～2.1倍に、廃棄物焼却施設では1.02～26倍になっていた。
- 超過がみられた要因としては、事業者において、原料鉱石中の水銀濃度の変動や、廃棄物等に水銀を含むものが混入したため等と推定されている。

(単位:µg/Nm³)

水銀排出施設		基準値の超過がみられた施設数	排出基準値	定期測定 (基準値の超過)	再測定				再測定結果*1
					1回目	2回目	3回目	それ以上	
非鉄金属製造* 一次施設	銅	2	30	56～ 64	6.0～ 24	2.3～ 24	0.19～ 24		1.9～ 14
非鉄金属製造* 二次施設	亜鉛	1	400	500	60	96	86	98	150
セメントの製造の用に供する 焼成炉		5	80	84～ 171	0.13～ 43	2.6～ 56	0.55～ 74		11～ 48
廃棄物焼却 施設	一般 廃棄物	65	50	51～ 840	0.050～ 48	0.030～ 220	0.050～ 66	0.070 ～4.3	0.32～ 130
	産業 廃棄物	9	50	58～ 1300	1.3～ 29	0.85～ 60	0.17～ 23		2.5～ 4.5
	下水 汚泥	1*2	50	63～ 81	25～ 29	24～ 44	27～ 43		32～ 36

* 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。

*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。

*2 同一施設で、1年間に2回基準超過。

※本章における解析では、各施設の平成30年度測定結果(再測定を含む)の平均値(1施設1データ)を用いて解析を行った。

4. 排ガス中水銀濃度の測定結果について 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以下の集計を実施

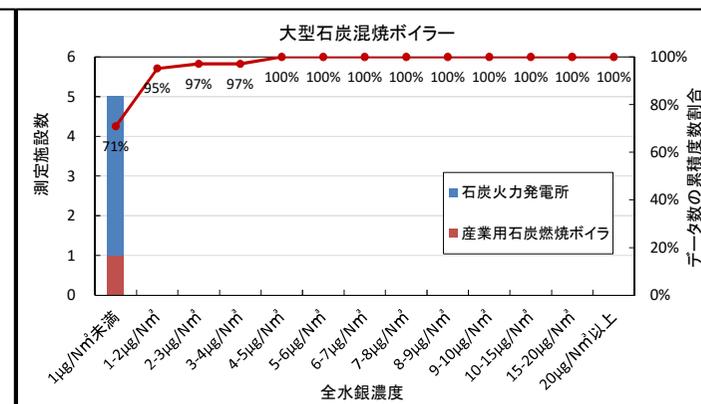
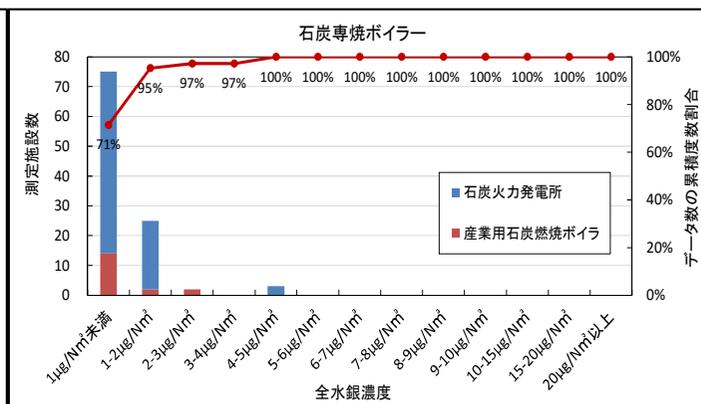
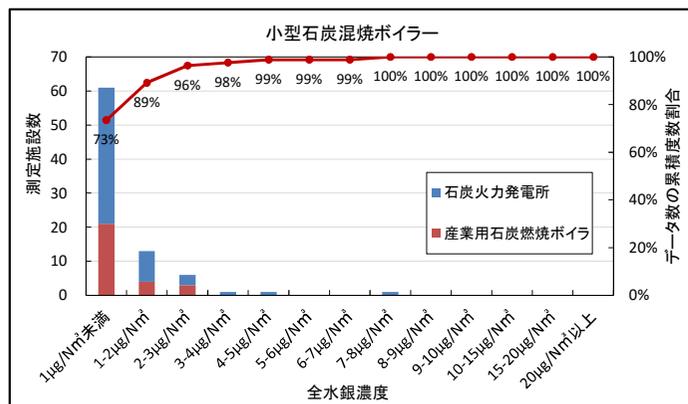
- ① 排ガス中水銀濃度の分布
- ② 粒子状水銀測定省略の条件を満たしている施設
- ③ 排ガス中酸素濃度の分布
- ④ 検出下限値・定量下限値の分布
- ⑤ 施設規模と排ガス中全水銀濃度の関係
- ⑥ 排出ガス処理施設の種類と全水銀濃度の関係
- ⑦ 原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係
- ⑧ 施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係

a.ボイラー：①排ガス中水銀濃度の分布(全水銀)

○0.0018～7.5μg/Nm³の範囲にあり、算術平均値は0.82 μg/Nm³である。

なお、第一次答申時は、<0.1～16 μg/Nm³の範囲にあり、算術平均値は1.6μg/Nm³であった。

水銀排出施設種類	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/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	55	0.58	7.5	0.0033	0.90	0.45
	産業用石炭燃焼ボイラー	28	0.44	2.9	0.018	0.66	0.36
石炭専焼ボイラー	石炭火力発電所	87	0.66	4.9	0.0018	0.82	0.50
	産業用石炭燃焼ボイラー	18	0.73	2.3	0.055	0.86	0.58
大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	4	0.64	0.72	0.10	0.53	0.42
	産業用石炭燃焼ボイラー	1	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
全体		193	0.62	7.5	0.0018	0.82	0.47



	排出基準(μg/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	8	10
大型石炭混焼ボイラー		

※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。

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)

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm ³) ※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	55	0.58	7.5	0.030	0.88	0.47
	産業用石炭燃焼ボイラー	28	0.49	2.9	0.048	0.62	0.40
石炭専焼ボイ ラー	石炭火力発電所	87	0.65	4.9	0.020	0.82	0.51
	産業用石炭燃焼ボイラー	18	0.72	2.0	0.055	0.78	0.54
大型石炭混焼 ボイラー	石炭火力発電所	4	0.64	0.70	0.10	0.52	0.41
	産業用石炭燃焼ボイラー	1	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
全体		193	0.61	7.5	0.020	0.80	0.48

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm ³) ※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	55	0.011	0.76	0.00040	0.035	0.010
	産業用石炭燃焼ボイラー	28	0.026	1.0	0.00050	0.11	0.020
石炭専焼ボイ ラー	石炭火力発電所	87	0.0054	0.10	0.00060	0.011	0.0063
	産業用石炭燃焼ボイラー	18	0.011	1.0	0.0012	0.094	0.018
大型石炭混焼 ボイラー	石炭火力発電所	4	0.012	0.023	0.0012	0.0068	0.0029
	産業用石炭燃焼ボイラー	1	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
全体		193	0.0079	1.0	0.00040	0.039	0.0093

※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粒子状水銀測定省略の条件※を満たしている施設

○粒子状水銀測定省略の条件を平成30年度に満たしている施設が全体の85%を占める。

水銀排出施設種類		全国 施設数	粒子状水銀測定省略の条件※を 平成30年度に満たしている施設数				
			①	②	③	①～③のどれかを満たす施設	
						合計	割合
小型石炭混 焼ボイラー	石炭火力発電所	55	23	46	0	48	87%
	産業用石炭燃焼ボイラー	28	8	15	0	18	64%
石炭専焼ボ イラー	石炭火力発電所	87	37	77	0	81	93%
	産業用石炭燃焼ボイラー	18	7	11	0	13	72%
大型石炭混 焼ボイラー	石炭火力発電所	4	3	4	0	4	100%
	産業用石炭燃焼ボイラー	1	0	1	0	1	100%
全体		193	78	154	0	165	85%

※連続する3年間の間継続して、以下のいずれかを満たす場合

- 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 $50\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 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(注)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

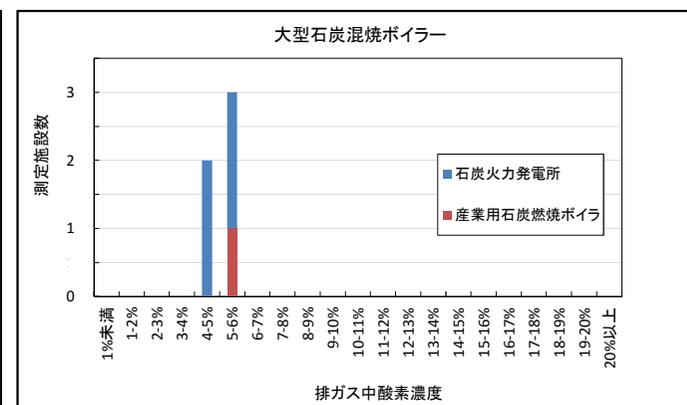
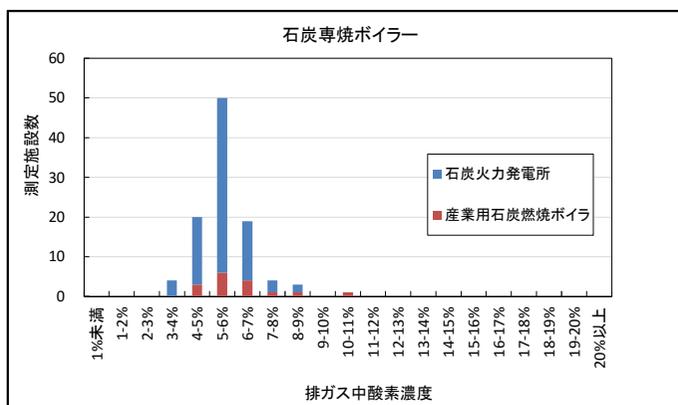
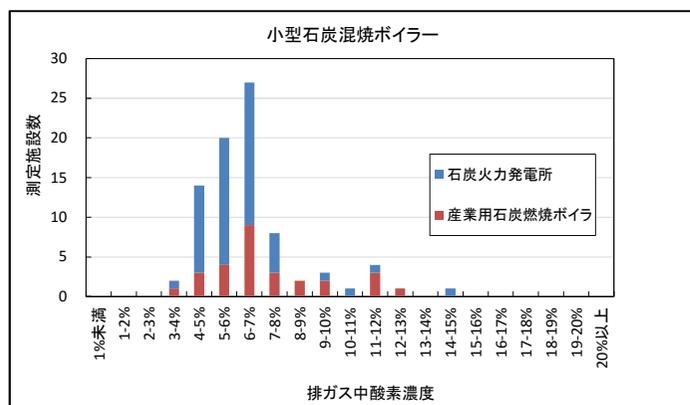
(注)連続する1年間の定期測定の結果を平均して算出した値。再測定を行った場合は、再測定の結果(「定期測定及び3回以上の再測定」のうち、最大値・最小値を除く全ての結果の平均値)を用いて、年平均値を算出する。

a.ボイラー：③排ガス中酸素濃度の分布

○排ガス中酸素濃度は3.7～14.2%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	55	6.0	14.2	3.8	6.2	6.0
	産業用石炭燃焼ボイラー	28	6.4	13.0	3.7	7.2	6.9
石炭専焼ボイラー	石炭火力発電所	85	5.3	8.9	3.8	5.4	5.4
	産業用石炭燃焼ボイラー	16	5.8	10.2	4.4	6.2	6.1
大型石炭混焼ボイラー	石炭火力発電所	4	4.9	5.2	4.6	4.9	4.9
	産業用石炭燃焼ボイラー	1	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
全体		189*	5.6	14.2	3.7	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

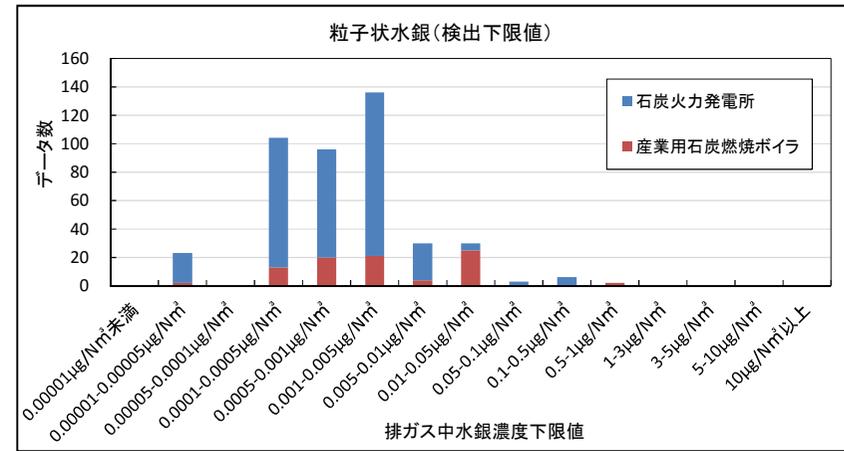
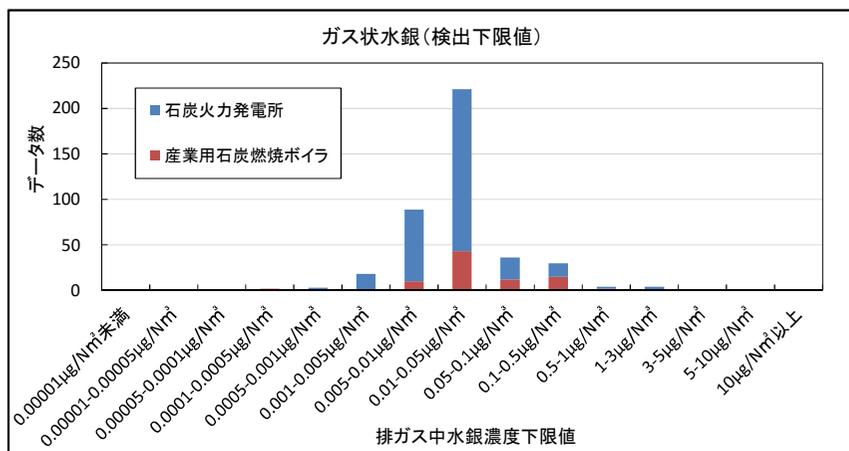
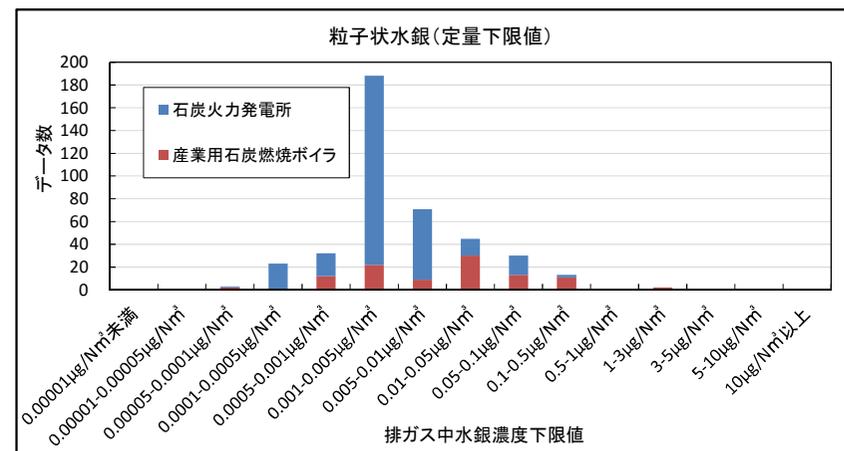
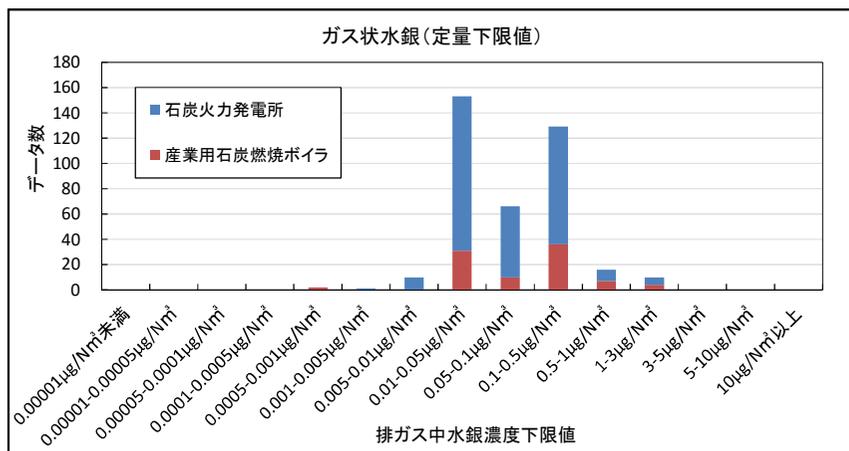


a.ボイラー：④検出下限値・定量下限値の分布

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	387	0.070	1.0	0.00050	0.12	0.063
	検出下限値	407	0.020	1.0	0.00020	0.050	0.021
粒子状水銀	定量下限値	407	0.0025	1.0	0.000050	0.017	0.0034
	検出下限値	430	0.00090	0.50	0.000020	0.0073	0.0011

※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

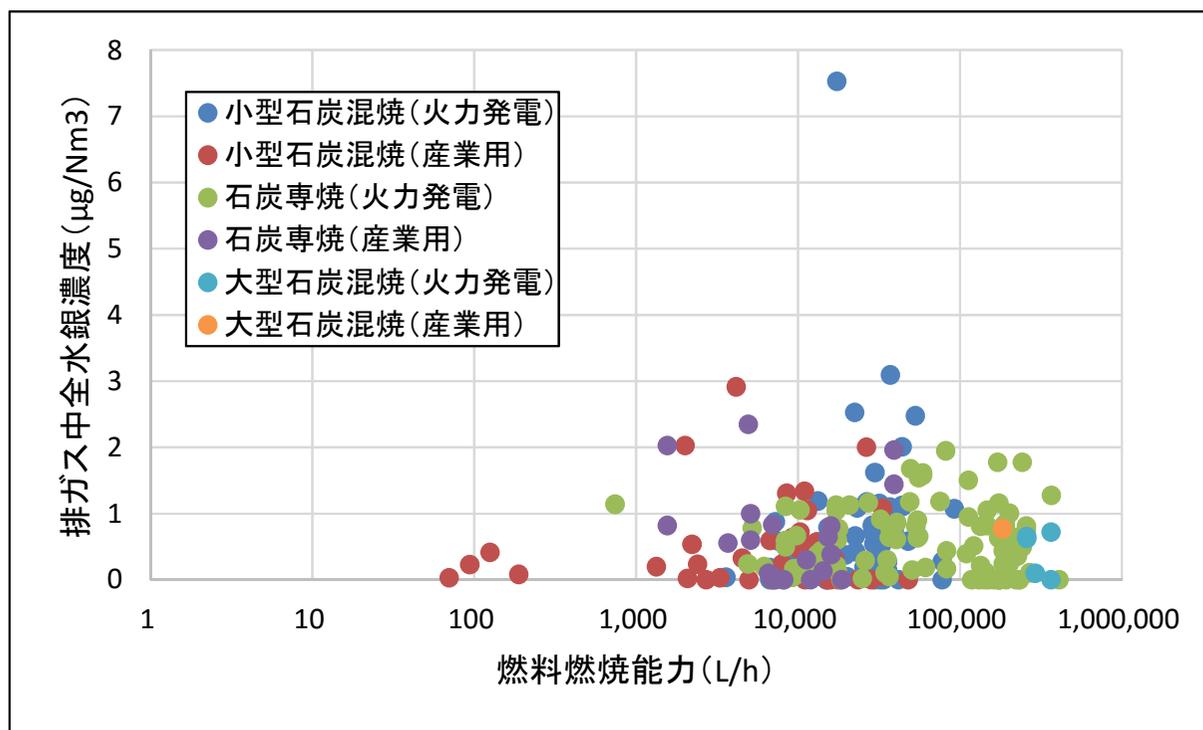


a.ボイラー：⑤施設規模（燃料燃焼能力等）と排ガス中全水銀濃度の関係

○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 ³)				
		中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
100,000以上	37	0.66	1.8	0.0018	0.69	0.46
10,000～100,000	106	0.62	7.5	0.0033	0.80	0.48
10,000未満	41	0.50	2.9	0.018	0.63	0.33
合計	184*	0.61	7.5	0.0018	0.74	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。



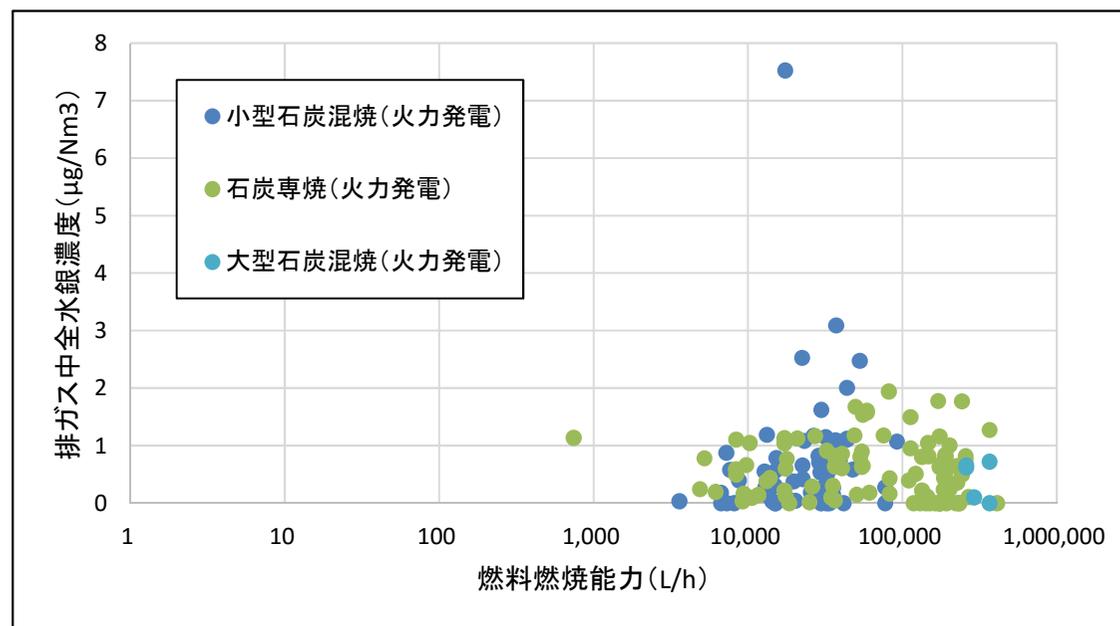
a.ボイラー: ⑤施設規模(燃料燃焼能力等)と排ガス中全水銀濃度の関係

◆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($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
		中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
100,000以上	36	0.66	1.8	0.0018	0.68	0.45
10,000~100,000	85	0.63	7.5	0.0033	0.81	0.46
10,000未満	16	0.45	1.1	0.034	0.47	0.30
合計	137*	0.63	7.5	0.0018	0.74	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。

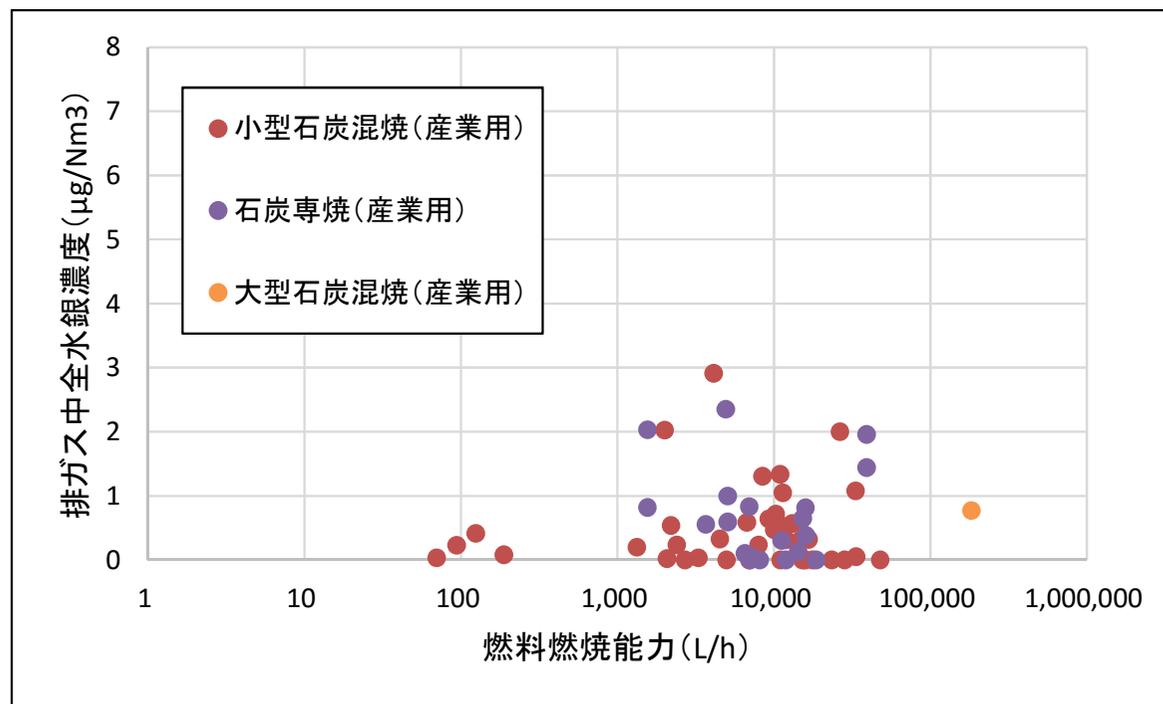


a.ボイラー: ⑤施設規模(燃料燃焼能力等)と排ガス中全水銀濃度の関係

◆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($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
		中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
100,000以上	1	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
10,000~100,000	21	0.57	2.0	0.052	0.75	0.56
10,000未満	25	0.53	2.9	0.018	0.73	0.35
合計	47	0.55	2.9	0.018	0.74	0.44



a.ボイラー：⑥排出ガス処理施設の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

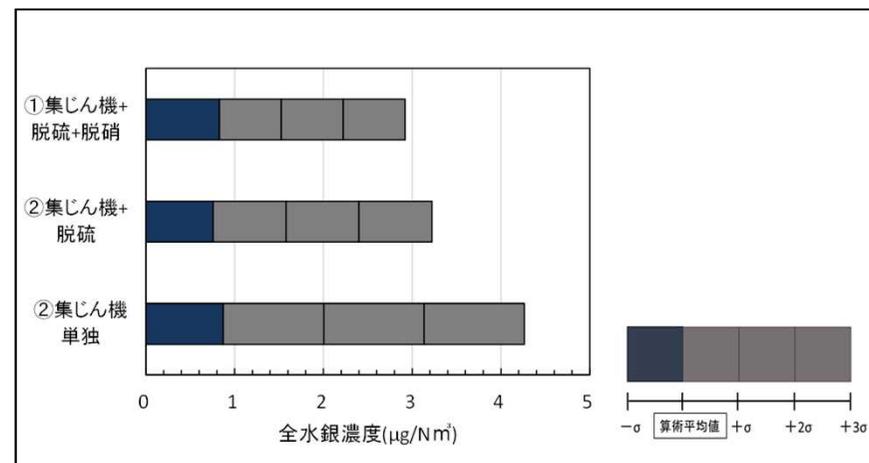
○①、②ともに、バグフィルターを設置している施設の全水銀濃度がその他の集じん機を設置している施設よりも低い傾向が見られた。

○バグフィルターを設置している施設では、集じん機単独よりも、脱硫や脱硝との組み合わせの方が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 ³)				
			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	4	0.15	0.30	0.038	0.16	0.12
	その他*2	37	0.76	4.0	0.0018	0.90	0.61
②集じん機+ 脱硫	BF	24	0.17	1.1	0.018	0.34	0.18
	その他	52	0.79	4.9	0.041	0.95	0.65
②集じん機単 独	BF	37	0.31	7.5	0.019	0.72	0.33
	その他	38	0.72	4.8	0.0033	1.0	0.66
集じん機なし		1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
全体		193	0.62	7.5	0.0018	0.82	0.47

*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	・集じん機(バグフィルター/その他*2)+脱硫 ・集じん機単独(バグフィルター/その他*2)	左記以外



a.ボイラー：⑥排出ガス処理施設の種類の排ガス中全水銀濃度の関係

◆石炭火力発電所

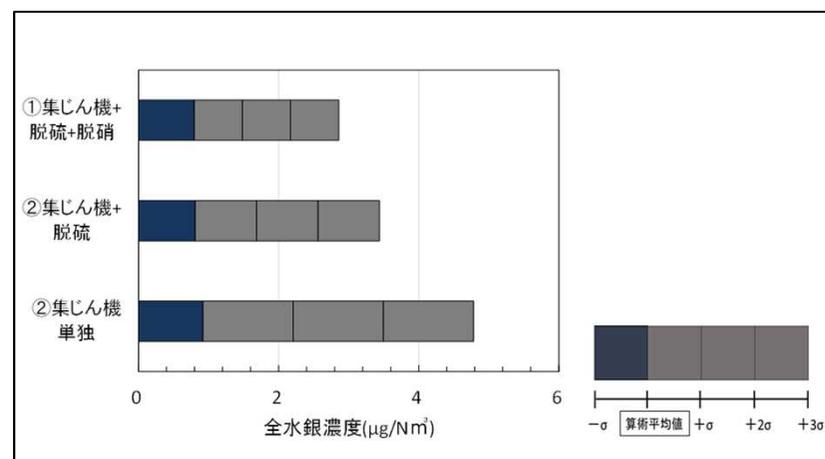
○①、②ともに、バグフィルターを設置している施設の全水銀濃度がその他の集じん機を設置している施設よりも低い傾向が見られた。

○バグフィルターを設置している施設では、集じん機単独よりも、脱硫や脱硝との組み合わせの方が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 ³)				
			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	4	0.15	0.30	0.038	0.16	0.12
	その他*2	34	0.71	4.0	0.0018	0.87	0.59
②集じん機+ 脱硫	BF	12	0.16	1.1	0.035	0.31	0.19
	その他	46	0.79	4.9	0.041	0.94	0.62
②集じん機単 独	BF	20	0.29	7.5	0.019	0.89	0.29
	その他	29	0.68	4.8	0.0033	0.94	0.60
集じん機なし		1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
全体		146	0.64	7.5	0.0018	0.85	0.48

*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	・集じん機(バグフィルター/その他*2)+脱硫 ・集じん機単独(バグフィルター/その他*2)	左記以外



a.ボイラー：⑥排出ガス処理施設の種類の排ガス中全水銀濃度の関係

◆産業用石炭燃焼ボイラー

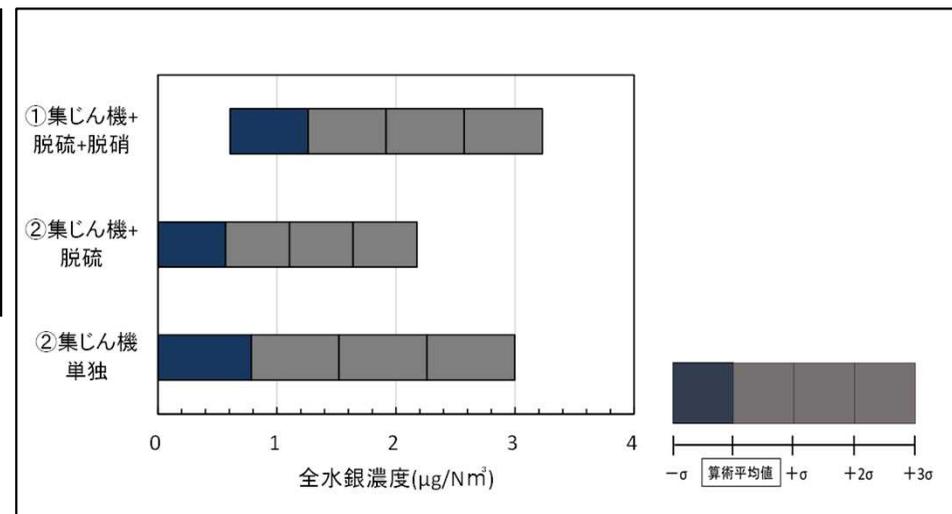
○②の区分で、バグフィルターを設置している施設の全水銀濃度がその他の集じん機を設置している施設よりも低い傾向が見られた。

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 ³)				
			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	0	—	—	—	—	—
	その他*2	3	1.4	2.0	0.38	1.3	1.0
②集じん機+脱 硫	BF	12	0.32	1.1	0.018	0.37	0.18
	その他	6	0.79	2.0	0.51	1.0	0.92
②集じん機単独	BF	17	0.32	2.0	0.055	0.51	0.37
	その他	9	1.0	2.9	0.10	1.3	0.93
全体		47	0.55	2.9	0.018	0.74	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*)+脱硫	・集じん機(バグフィル ター/その他*2)+脱硫 ・集じん機単独(バグフィ ルター/その他*2)	左記以外

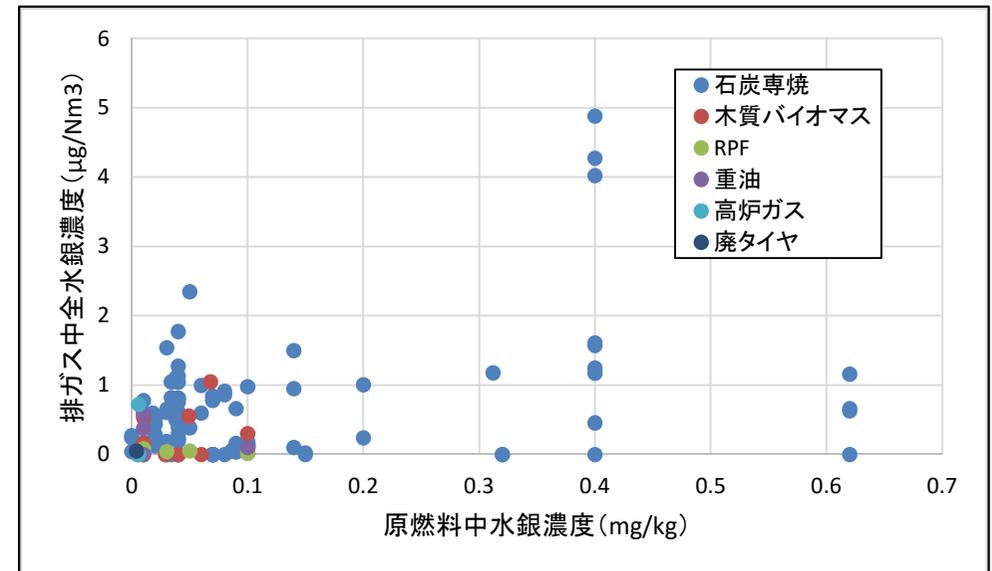
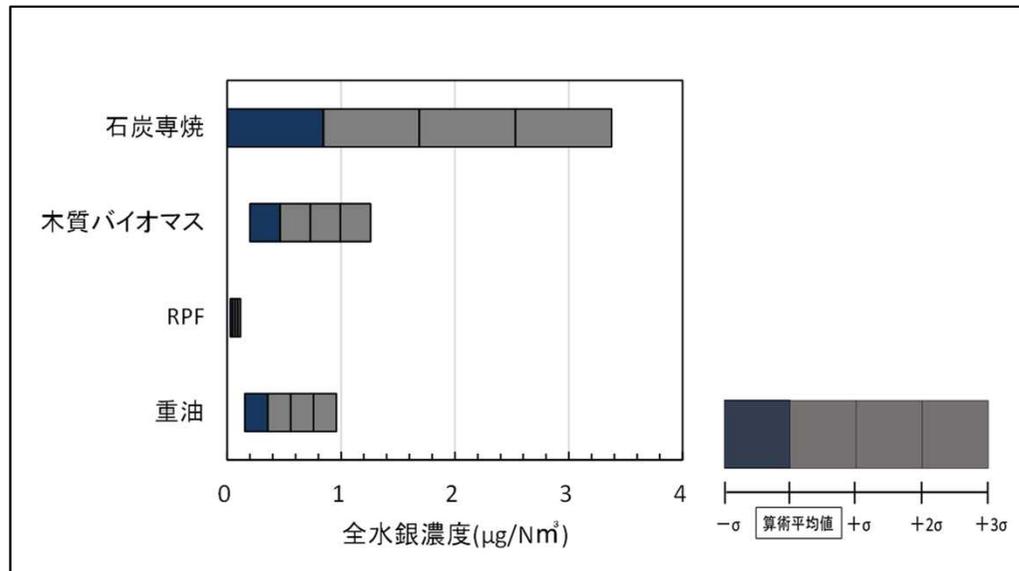


a.ボイラー：⑦原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

○石炭混焼施設では、木質バイオマスを原燃料と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。

燃料の種類	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	
石炭専焼施設	89	0.66	4.9	0.0018	0.84	0.51	
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	8	0.42	1.0	0.17	0.46	0.40
	RPF	4	0.046	0.08	0.018	0.048	0.042
	重油	3	0.38	0.59	0.10	0.36	0.28
	高炉ガス	1	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
	廃タイヤ	1	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051

※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

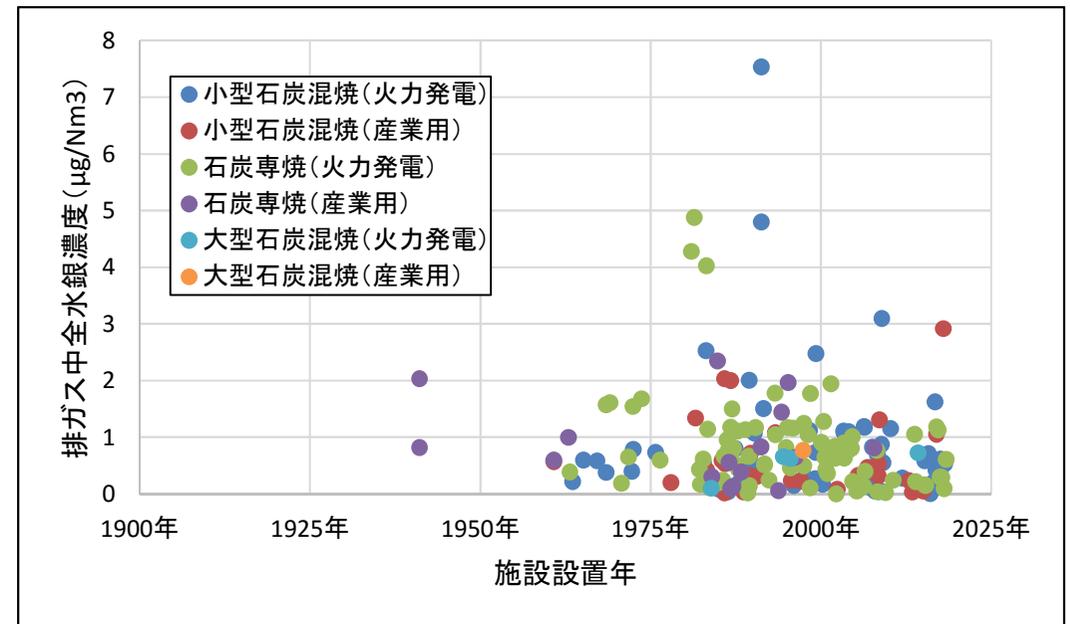
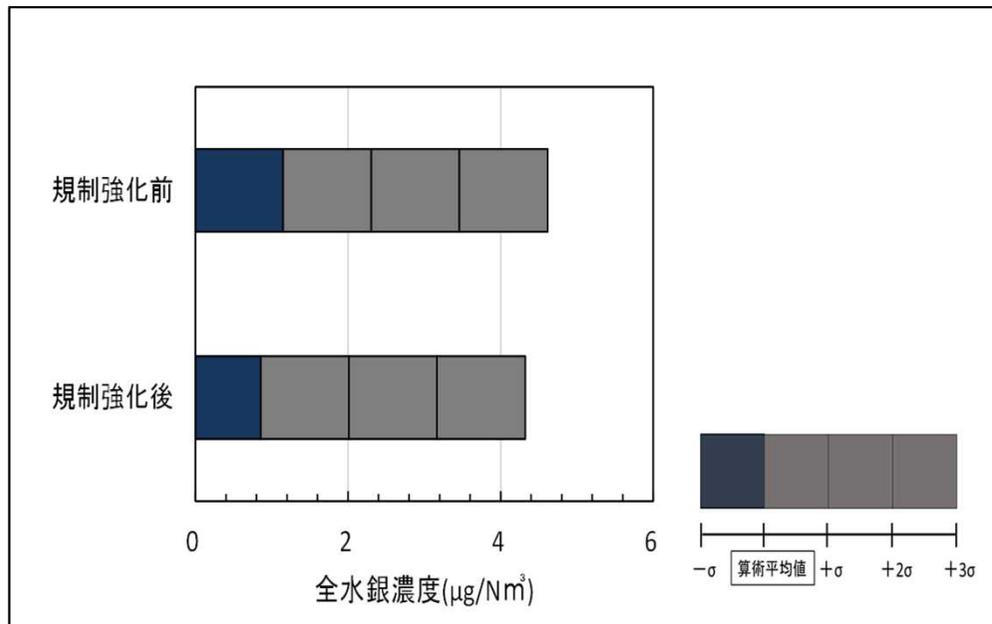


a.ボイラー：⑧施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係

○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 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	24	0.69	4.9	0.18	1.1	0.79
大防法規制強化年 (1982年)以降	169	0.62	7.5	0.0018	0.77	0.43
全体	193	0.62	7.5	0.0018	0.82	0.47

*ばいじん基準が0.80g/Nm³から0.10~0.30g/Nm³に強化された。



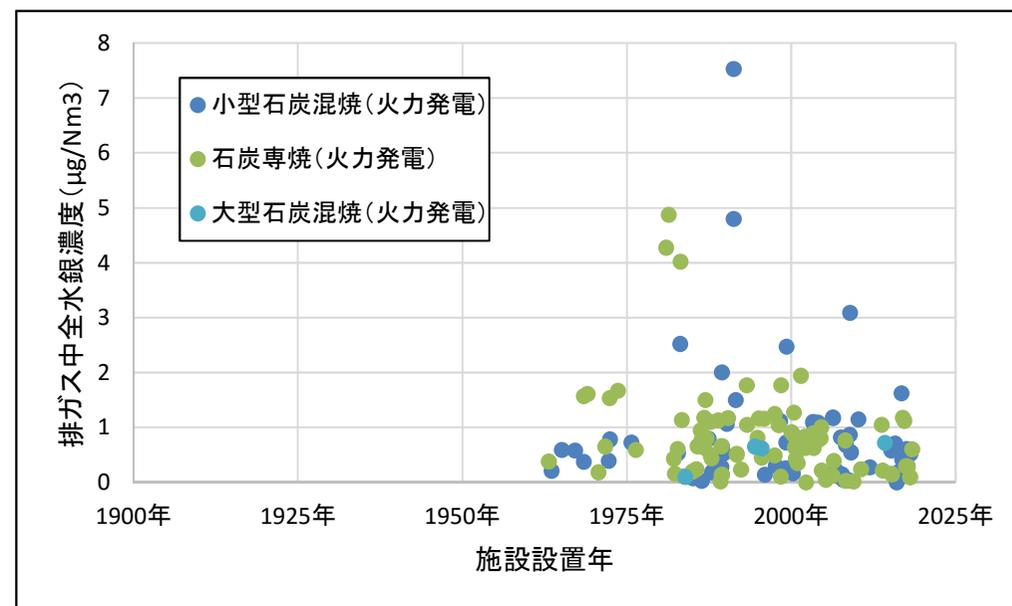
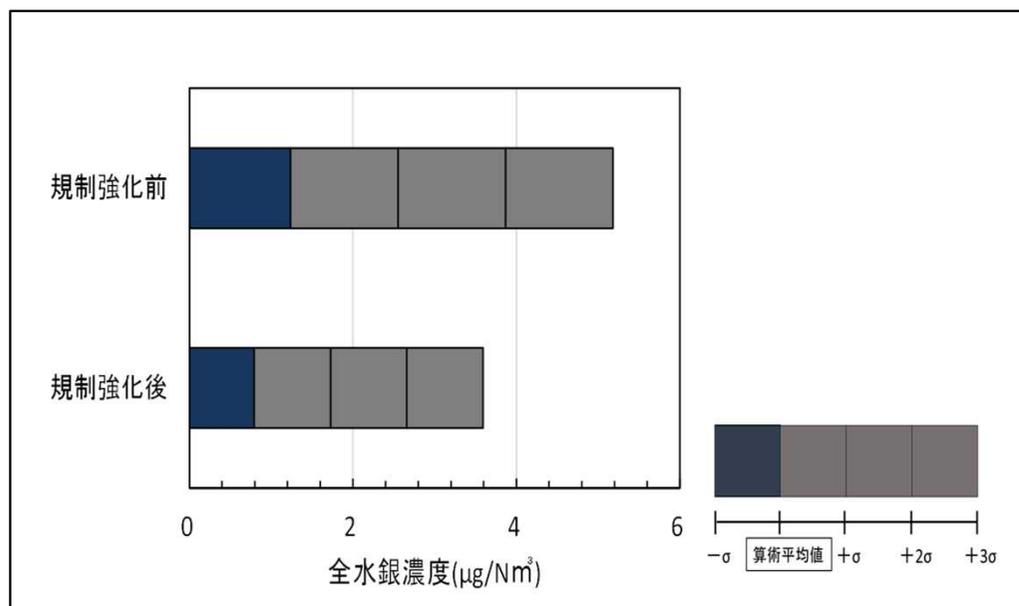
a.ボイラー: ⑧施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係

◆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 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	17	0.65	4.9	0.18	1.2	0.80
大防法規制強化年 (1982年)以降	129	0.64	7.5	0.0018	0.79	0.45
全体	146	0.64	7.5	0.0018	0.85	0.48

*ばいじん基準が0.80g/Nm³から0.10~0.30g/Nm³に強化された。



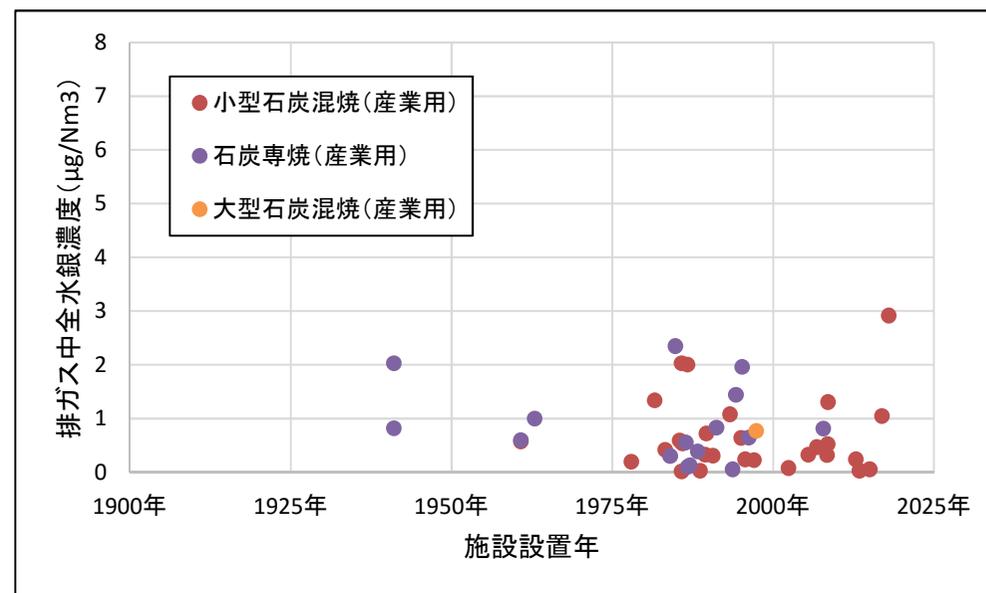
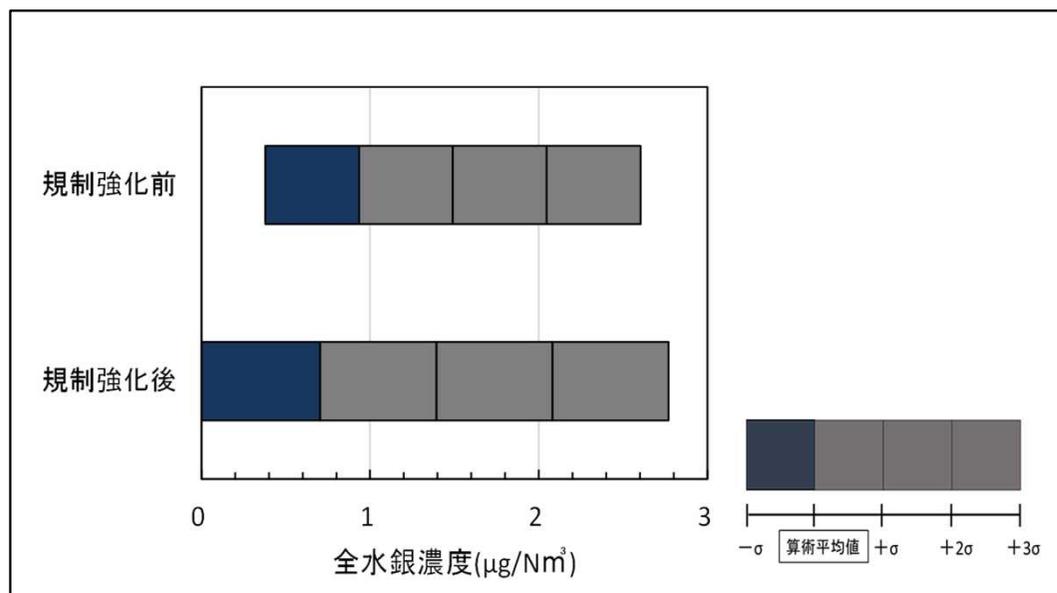
a.ボイラー：⑧施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係

◆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 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	7	0.82	2.0	0.20	0.93	0.76
大防法規制強化年 (1982年)以降	40	0.52	2.9	0.018	0.70	0.40
全体	47	0.55	2.9	0.018	0.74	0.44

*ばいじん基準が0.80g/Nm³から0.10~0.30g/Nm³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)

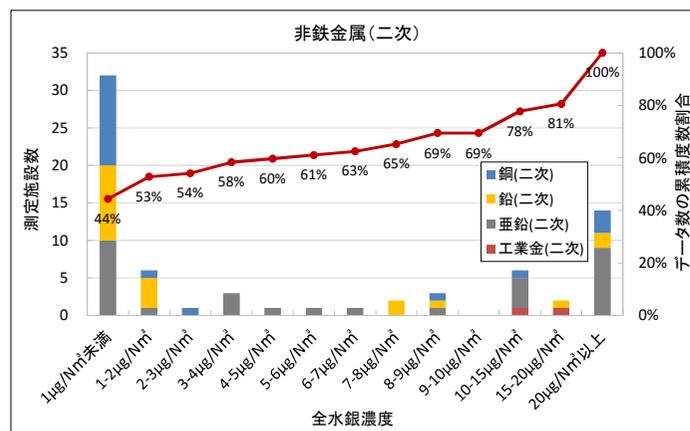
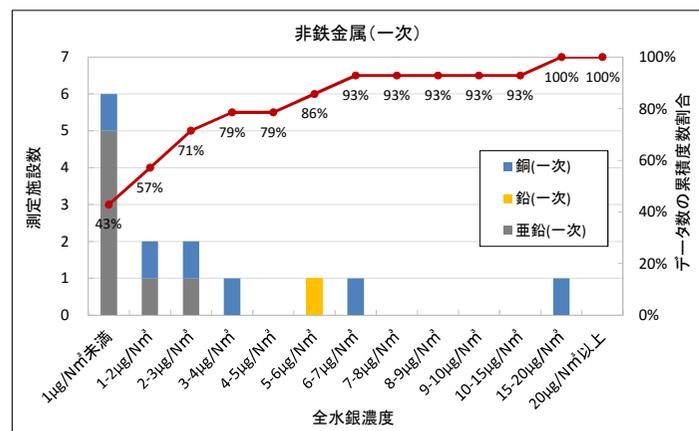
○一次施設は、0.034～16 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は3.1 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。

なお、第一次答申時は、<0.1～39 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲で、算術平均値は3.5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。

○二次施設は、0.0031～307 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は29 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。

なお、第一次答申時は、<0.1～2300 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲で、算術平均値は120 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 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(一次)	銅	6	2.9	16	0.58	5.2	3.1
	工業金	0	-	-	-	-	-
	鉛	1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
	亜鉛	7	0.73	2.3	0.034	0.94	0.58
非鉄(一次)全体		14	1.7	16	0.034	3.1	1.4
非鉄(二次)	銅	19	0.38	224	0.0050	22	1.0
	鉛	20	1.1	140	0.0031	11	1.1
	亜鉛	31	5.2	307	0.17	46	5.8
	工業金	2	16	18	14	16	16
非鉄(二次)全体		72	1.7	307	0.0031	29	2.4



		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)

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm ³) ※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(一次)	銅	6	2.8	16	0.57	5.1	3.1
	工業金	0	-	-	-	-	-
	鉛	1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
	亜鉛	7	0.73	1.2	0.030	0.71	0.48
非鉄(一次)全体		14	1.2	16	0.030	2.9	1.3
非鉄(二次)	銅	19	0.38	210	0.0050	22	0.98
	鉛	20	0.76	36	0.0030	5.2	0.79
	亜鉛	31	4.0	307	0.020	45	3.6
	工業金	2	7.6	14	1.4	7.6	4.3
非鉄(二次)全体		72	1.3	307	0.0030	27	1.7

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm ³) ※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(一次)	銅	6	0.035	0.42	0.0032	0.11	0.031
	工業金	0	-	-	-	-	-
	鉛	1	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	亜鉛	7	0.023	1.1	0.0054	0.24	0.051
非鉄(一次)全体		14	0.035	1.1	0.0032	0.18	0.044
非鉄(二次)	銅	19	0.028	13	0.0020	0.76	0.042
	鉛	20	0.036	6.6	0.00011	0.45	0.035
	亜鉛	31	0.032	1.7	0.0019	0.11	0.026
	工業金	2	8.1	13	3.6	8.1	6.7
非鉄(二次)全体		72	0.038	13	0.00011	0.60	0.037

※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粒子状水銀測定省略の条件※を満たしている施設

○粒子状水銀測定省略の条件を平成30年度に満たしている施設が、一次施設、二次施設それぞれで57%、78%を占める。

水銀排出施設種類		全国 施設数	粒子状水銀測定省略の条件※を 平成30年度に満たしている施設数				
			①	②	③	①～③のどれかを満たす施設	
						合計	割合
非鉄(一次)	銅	6	1	4	0	4	67%
	工業金	0	-	-	-	-	-
	鉛	1	0	0	0	0	0%
	亜鉛	7	3	4	0	4	57%
非鉄(一次)全体		14	4	8	0	8	57%
非鉄(二次)	銅	19	8	11	1	13	68%
	鉛	20	2	12	1	13	65%
	亜鉛	31	8	21	6	29	94%
	工業金	2	0	1	0	1	50%
非鉄(二次)全体		72	18	45	8	56	78%

※連続する3年間の間継続して、以下のいずれかを満たす場合

- 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 $50\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 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(注)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

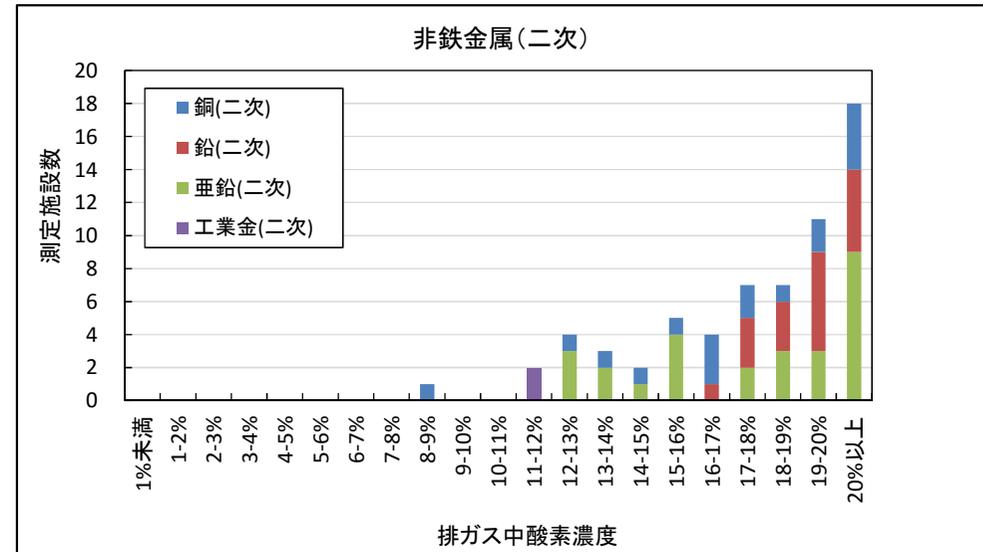
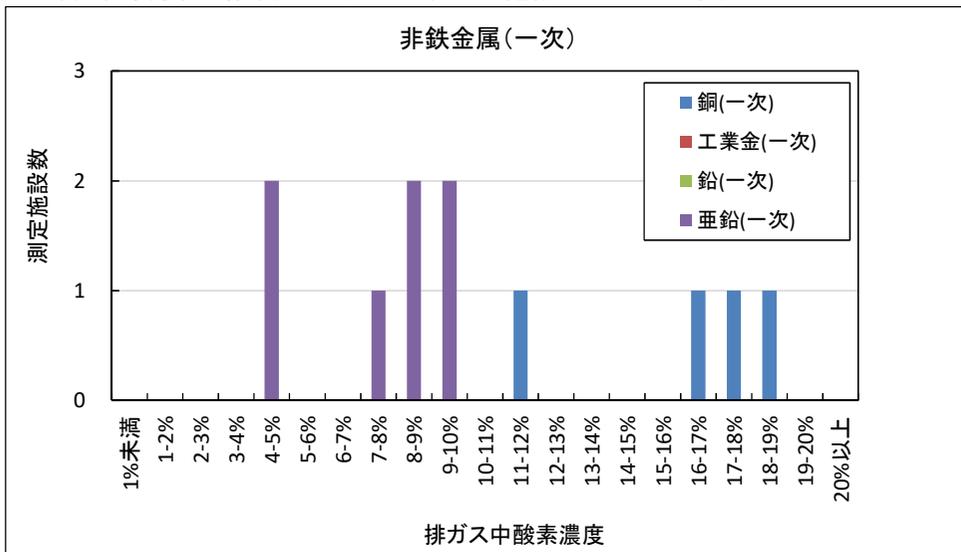
(注)連続する1年間の定期測定の結果を平均して算出した値。再測定を行った場合は、再測定の結果(「定期測定及び3回以上の再測定」のうち、最大値・最小値を除く全ての結果の平均値)を用いて、年平均値を算出する。

b.非鉄金属：③排ガス中酸素濃度の分布

- 一次施設では、排ガス中酸素濃度は4.2～18.0%の範囲にあり、算術平均値は10.6%である。
- 二次施設では、排ガス中酸素濃度は8.2～21.0%の範囲にあり、算術平均値は17.7%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(一次)	銅	4	17.0	18.0	11.8	16.0	15.8
	工業金	0	-	-	-	-	-
	鉛	0	-	-	-	-	-
	亜鉛	7	8.7	9.9	4.2	7.5	7.1
非鉄(一次)全体		11*	9.0	18.0	4.2	10.6	9.5
非鉄(二次)	銅	17	17.3	21.0	8.2	16.8	16.5
	鉛	18	19.5	20.7	16.9	19.1	19.1
	亜鉛	27	18.5	20.9	12.1	17.7	17.4
	工業金	2	11.8	11.9	11.8	11.8	11.8
非鉄(二次)全体		64*	18.8	21.0	8.2	17.7	17.4

※酸素濃度の報告(任意)があった施設について集計

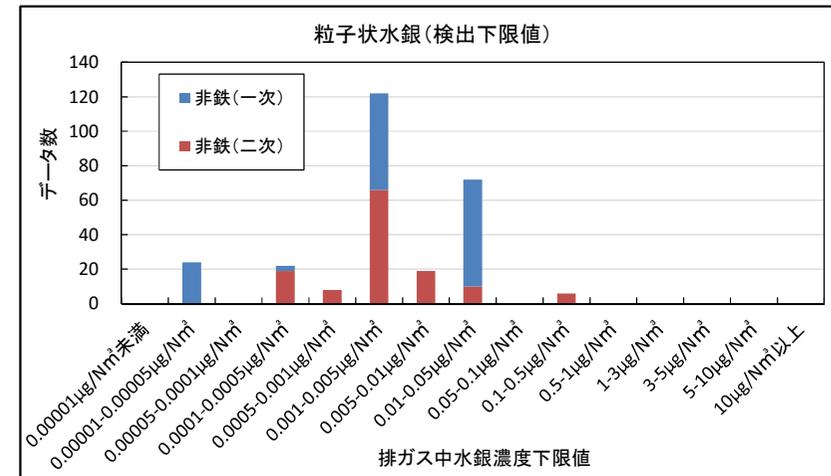
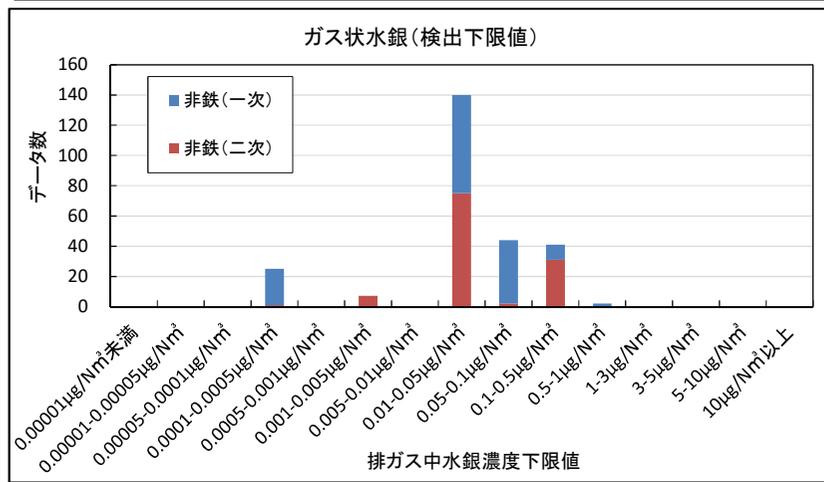
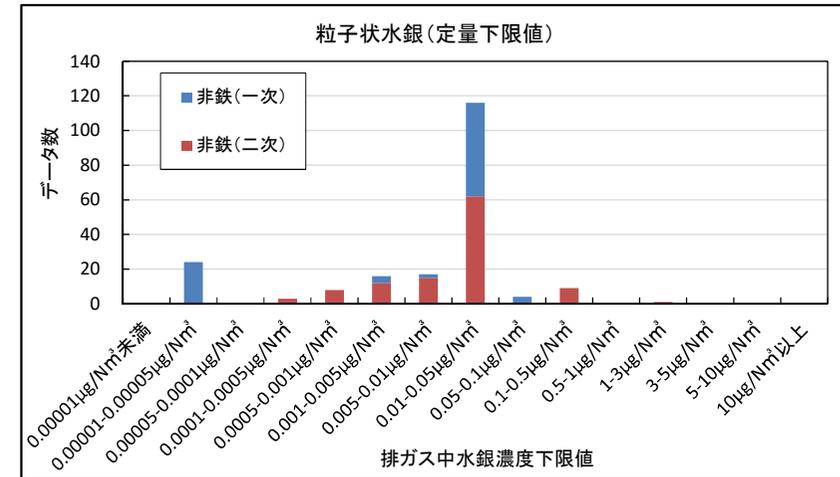
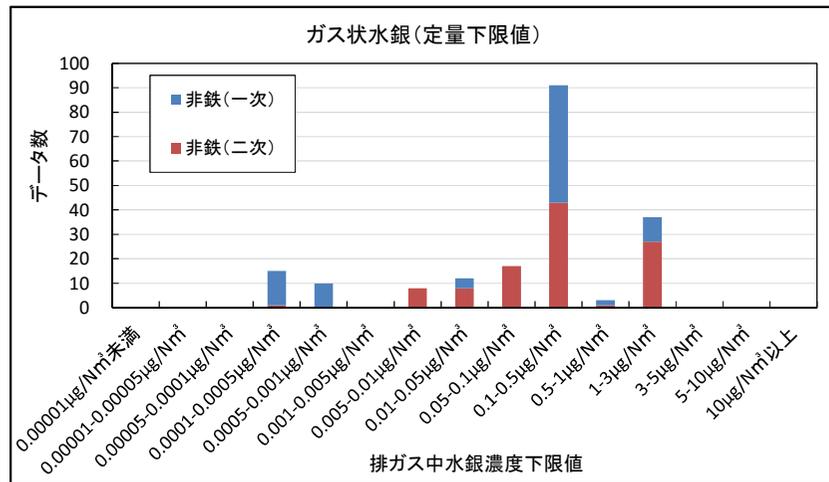


b. 非鉄金属：④検出下限値・定量下限値の分布

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	193	0.11	1.8	0.00039	0.28	0.072
	検出下限値	259	0.11	0.50	0.00010	0.073	0.025
粒子状水銀	定量下限値	198	0.010	1.0	0.000040	0.019	0.0047
	検出下限値	273	0.0030	0.30	0.000010	0.011	0.0026

※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

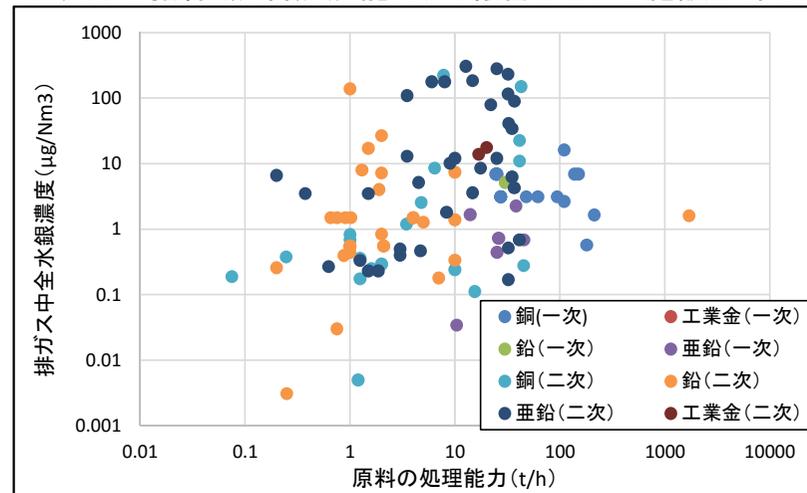


b.非鉄金属:⑤施設規模(燃料燃焼能力等)と排ガス中全水銀濃度の関係

- 一次施設では、原料の処理能力が50t/h以上の施設で、相対的に全水銀濃度が高かった。
- 二次施設では、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($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
			中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
非鉄(一次)	50以上	6	2.9	16	0.58	5.2	3.1
	10～50	8	0.73	5.2	0.034	1.5	0.76
	10未満	0	-	-	-	-	-
非鉄(一次)全体		14	1.7	16	0.034	3.1	1.4
非鉄(二次)	50以上	0	-	-	-	-	-
	10～50	26	12	307	0.11	51	7.8
	10未満	44	0.76	224	0.0031	18	1.2
非鉄(二次)全体		70*	1.7	307	0.0031	29	2.4

※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。



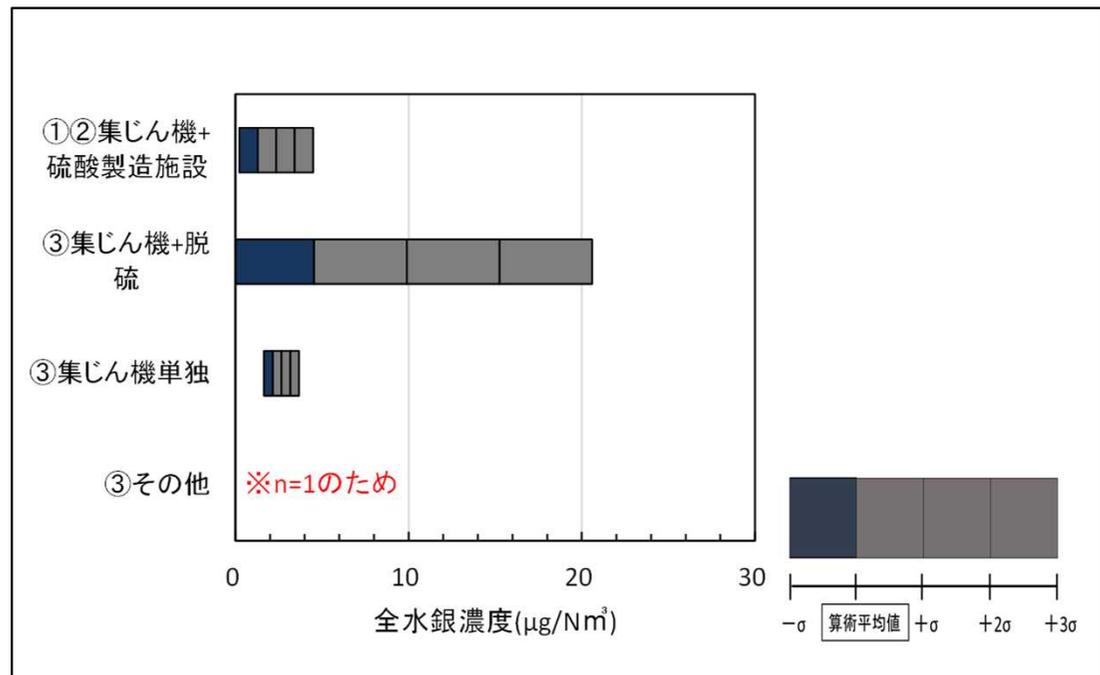
b.非鉄金属：⑥排出ガス処理施設の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

○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 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
			中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
非鉄 (一次)	①②集じん機＋硫酸製造施設	4	0.73	3.1	0.58	1.3	1.0
	③集じん機＋脱硫	7	2.3	16	0.034	4.5	1.5
	③集じん機単独	2	2.2	2.7	1.7	2.2	2.1
	③その他*	1	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
非鉄(一次)全体		14	1.7	16	0.034	3.1	1.4

*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



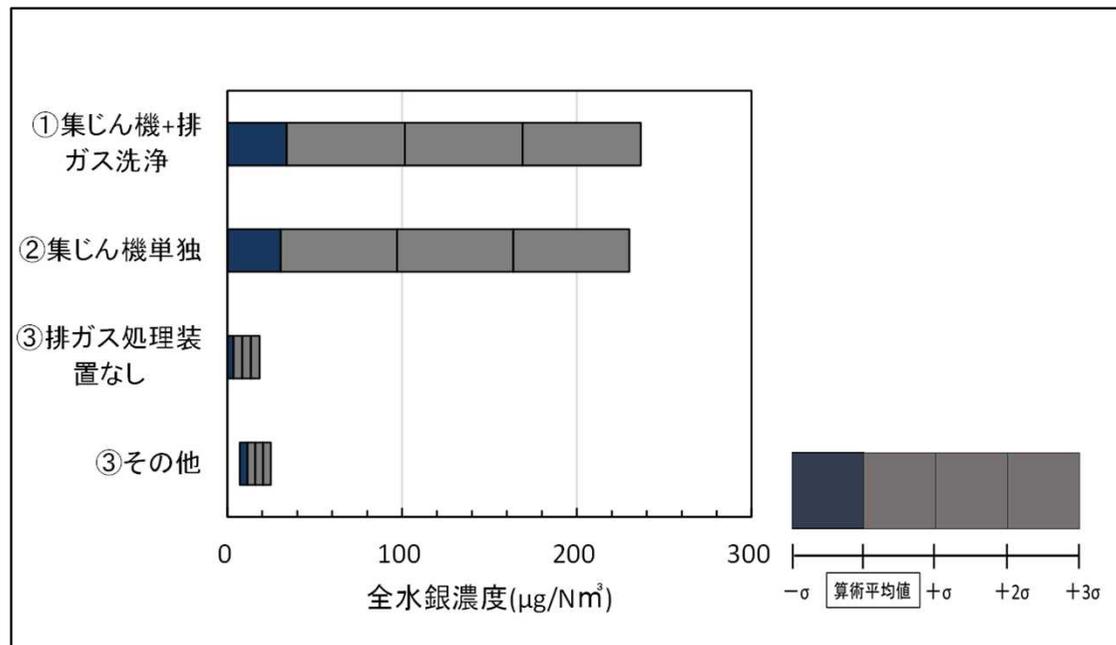
b.非鉄金属：⑥排出ガス処理施設の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

○二次施設では、排出ガス処理施設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。

排出ガス処理施設の種類		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
非鉄 (二次)	①集じん機+排ガス洗淨	24	1.7	224	0.030	34	2.7
	②集じん機単独	40	0.81	307	0.0031	31	2.3
	③排ガス処理装置なし	4	1.1	12	0.0050	3.6	0.4
	③その他*	4	11	18	6.6	12	11
非鉄(二次)全体		72	1.7	307	0.0031	29	2.4

*排ガス脱硫設備単独、排ガス洗淨設備単独 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+ 排ガス洗淨	集じん機単独	左記以外



b.非鉄金属:⑦原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

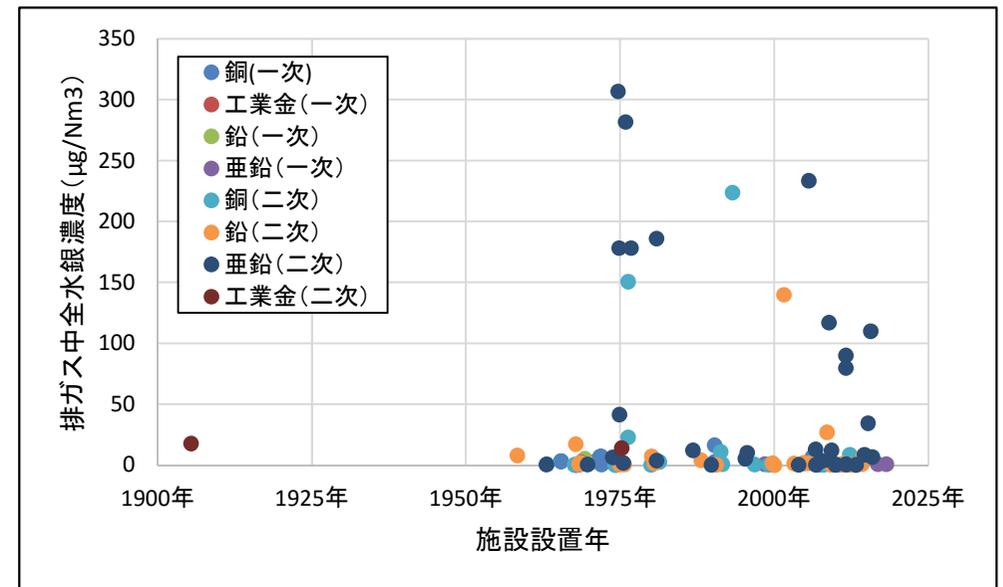
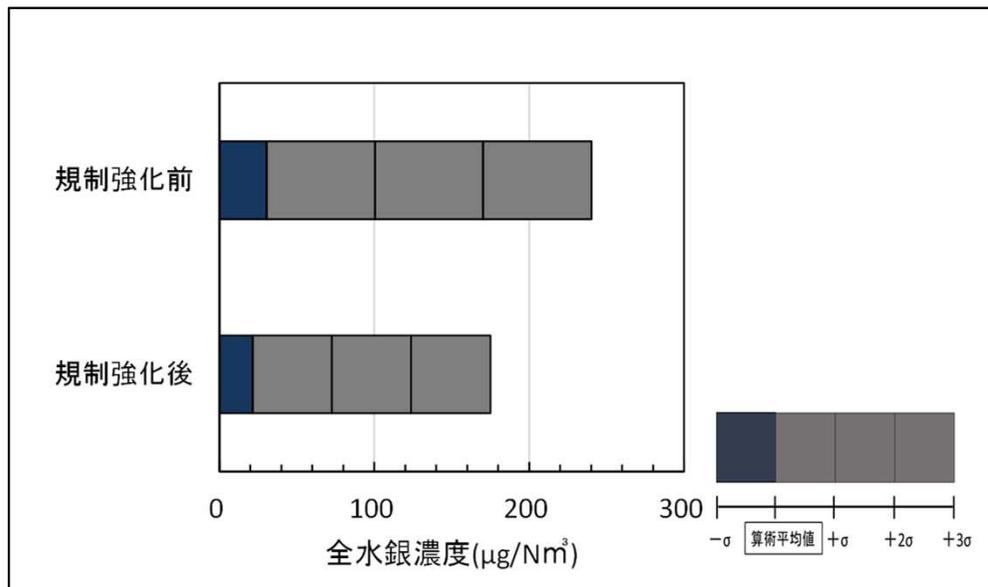
非鉄金属製造施設では、原燃料の種類が、施設種類・炉の種類により幅広く、多種多様であったため、解析を行うための十分なデータ数が得られなかった。

b. 非鉄金属：⑧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 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	32	2.0	307	0.0050	31	2.6
大防法規制強化年 (1982年)以降	54	1.3	233	0.0031	22	2.0
全体	86	1.7	307	0.0031	25	2.2

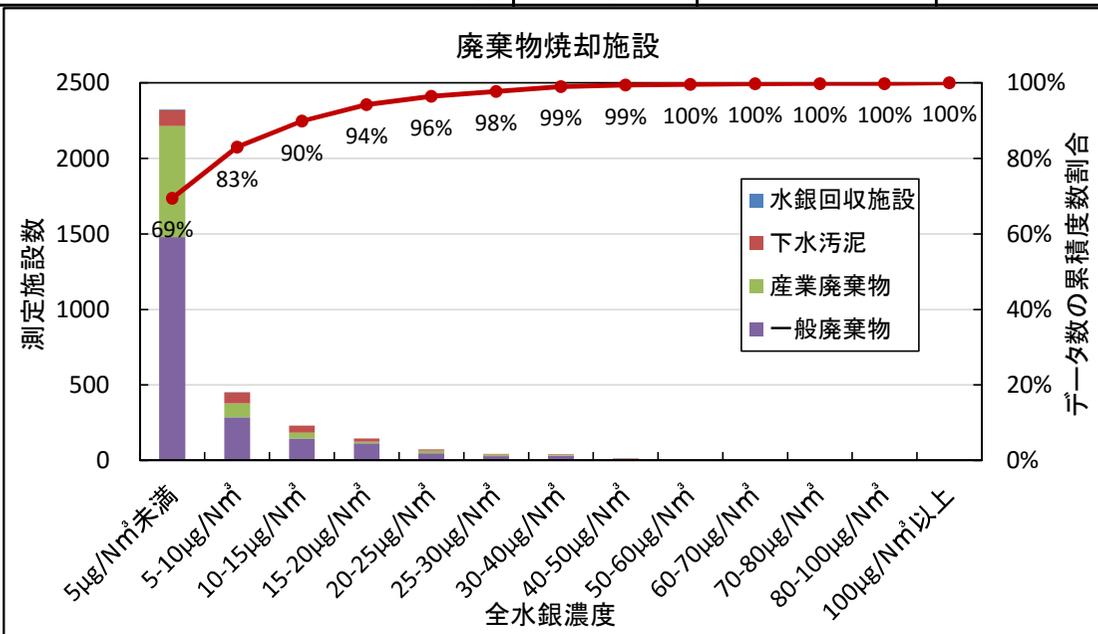
*ばいじん基準が0.10~0.40g/Nm³から0.05~0.25g/Nm³に強化された



c. 廃棄物焼却：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、 $0.00028 \sim 392 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は $5.9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。
なお、第一次答申時は、 $<0.1 \sim 130 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲で、算術平均値は $17 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。
- 産業廃棄物焼却施設は、 $0.0010 \sim 218 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は $4.1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。
なお、第一次答申時は、 $<0.1 \sim 380 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲で、算術平均値は $8.7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。
- 下水汚泥焼却施設は、 $0.010 \sim 50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は $8.5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。
なお、第一次答申時は、 $<0.02 \sim 58 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲で、算術平均値は $11 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 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	2,160	2.0	392	0.00028	5.9	1.8
	産業廃棄物	909	1.2	218	0.0010	4.1	1.0
	下水汚泥	267	6.7	50	0.010	8.5	5.3
水銀回収施設		4	2.9	5	0.68	3.0	2.3
全体		3,340	1.9	392	0.00028	5.6	1.7



	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：①排ガス中水銀濃度の分布（ガス状水銀、粒子状水銀）

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm ³) ※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	2,160	1.9	391	0.00031	5.8	1.7
	産業廃棄物	909	1.0	218	0.0010	4.0	0.95
	下水汚泥	267	6.6	48	0.010	8.4	5.1
水銀回収施設		4	2.9	5.4	0.58	3.0	2.2
全体		3,340	1.8	391	0.00031	5.5	1.6

水銀排出施設種類		施設数	排ガス中水銀濃度(μg/Nm ³) ※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	2,160	0.010	16	0.0000035	0.19	0.012
	産業廃棄物	909	0.023	18	0.000060	0.27	0.026
	下水汚泥	267	0.024	4.1	0.00040	0.19	0.027
水銀回収施設		4	0.015	0.10	0.0056	0.034	0.019
全体		3,340	0.013	18	0.0000035	0.21	0.016

※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：②粒子状水銀測定省略の条件※を満たしている施設

○粒子状水銀測定省略の条件を平成30年度に満たしている施設が、全体の89%を占める。

水銀排出施設種類		全国 施設数	粒子状水銀測定省略の条件※を 平成30年度に満たしている施設数				
			①	②	③	①～③のどれかを満たす施設	
						合計	割合
廃棄物焼却施設	一般廃棄物	2,160	715	1,855	11	1,954	90%
	産業廃棄物	909	282	689	7	743	82%
	下水汚泥	267	92	249	2	259	97%
水銀回収施設		4	1	4	0	4	100%
全体		3,340	1,090	2,797	20	2,960	89%

※連続する3年間の間継続して、以下のいずれかを満たす場合

- 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 $50\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 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(注)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

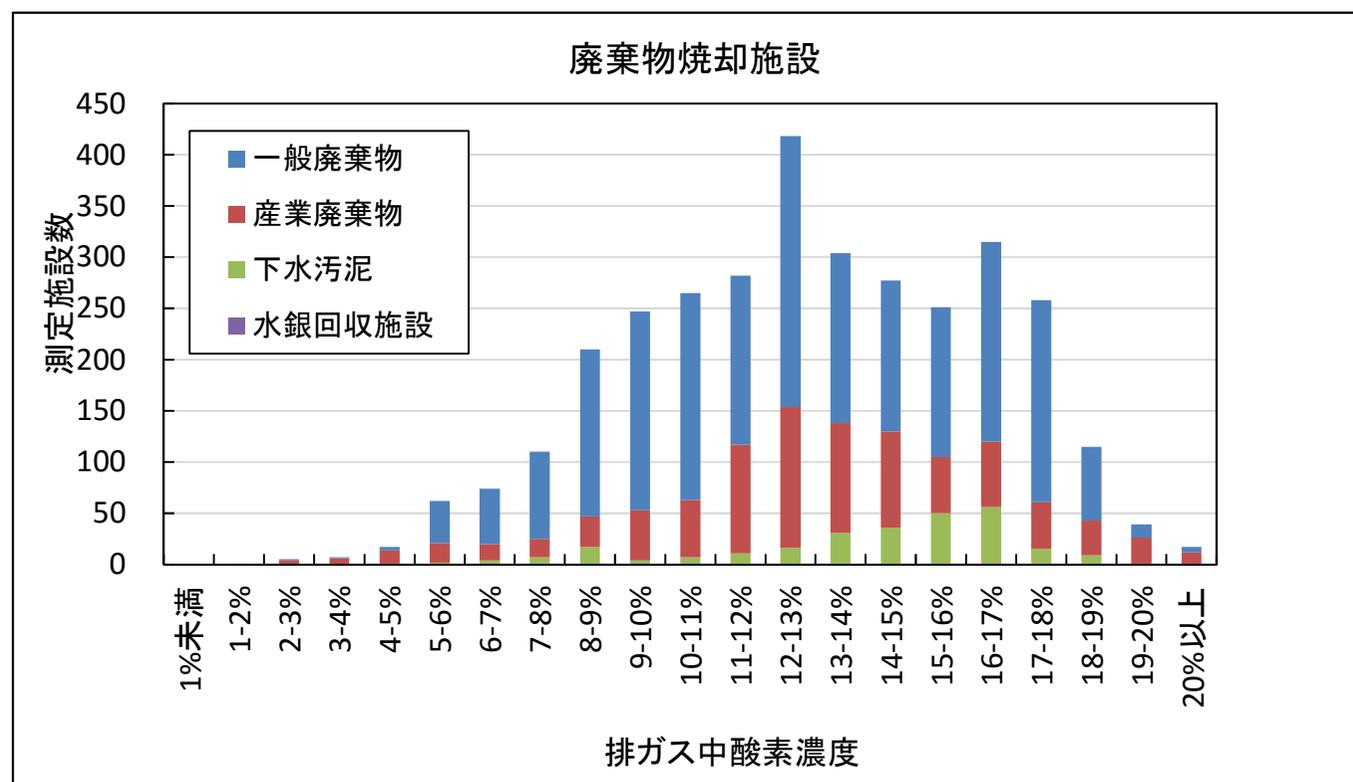
(注)連続する1年間の定期測定の結果を平均して算出した値。再測定を行った場合は、再測定の結果(「定期測定及び3回以上の再測定」のうち、最大値・最小値を除く全ての結果の平均値)を用いて、年平均値を算出する。

c. 廃棄物焼却：③排ガス中酸素濃度の分布

○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12.8%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	2113	12.4	20.8	2.7	12.6	12.1
	産業廃棄物	890	12.9	20.9	0.5	12.9	12.3
	下水汚泥	264	15.0	19.2	4.9	14.1	13.7
水銀回収施設		3	13.4	17.7	7.8	13.0	12.2
全体		3,270*	12.8	20.9	0.5	12.8	12.3

※酸素濃度の報告(任意)があった施設について集計

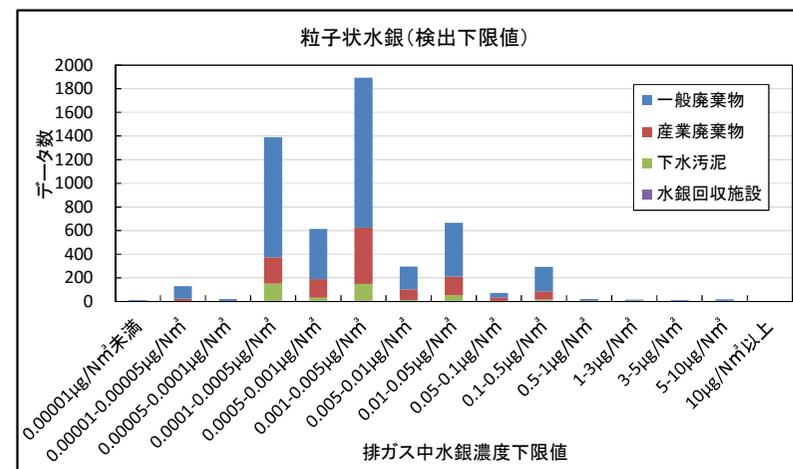
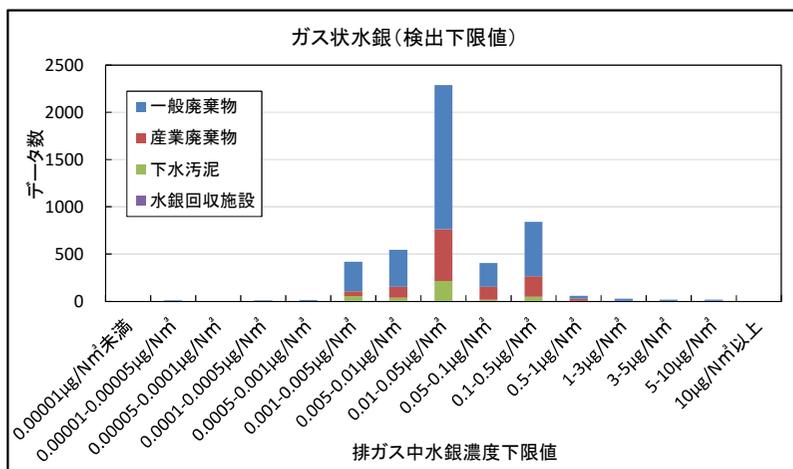
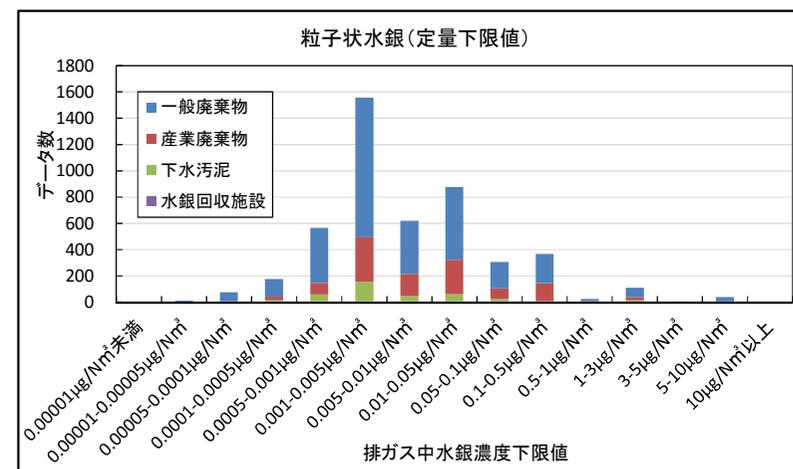
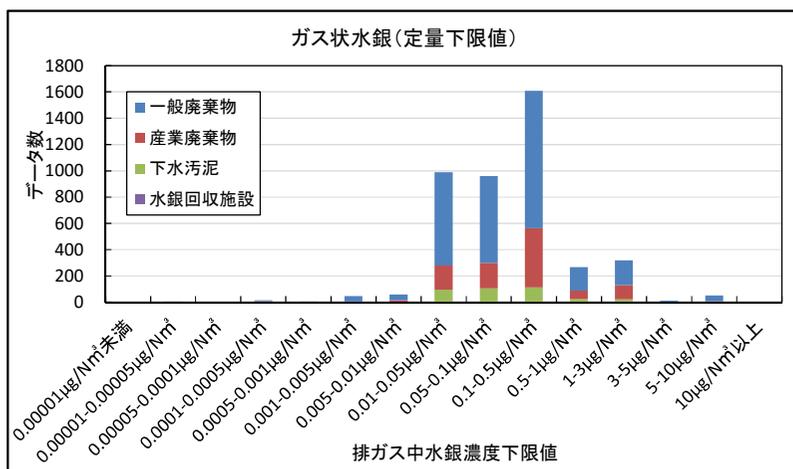


c.廃棄物焼却：④検出下限値・定量下限値の分布

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	4,336	0.10	10	0.000040	0.27	0.094
	検出下限値	4,663	0.030	7.0	0.000010	0.10	0.029
粒子状水銀	定量下限値	4,739	0.0040	5.0	0.000018	0.092	0.0056
	検出下限値	5,455	0.0020	5.0	0.0000020	0.046	0.0019

※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

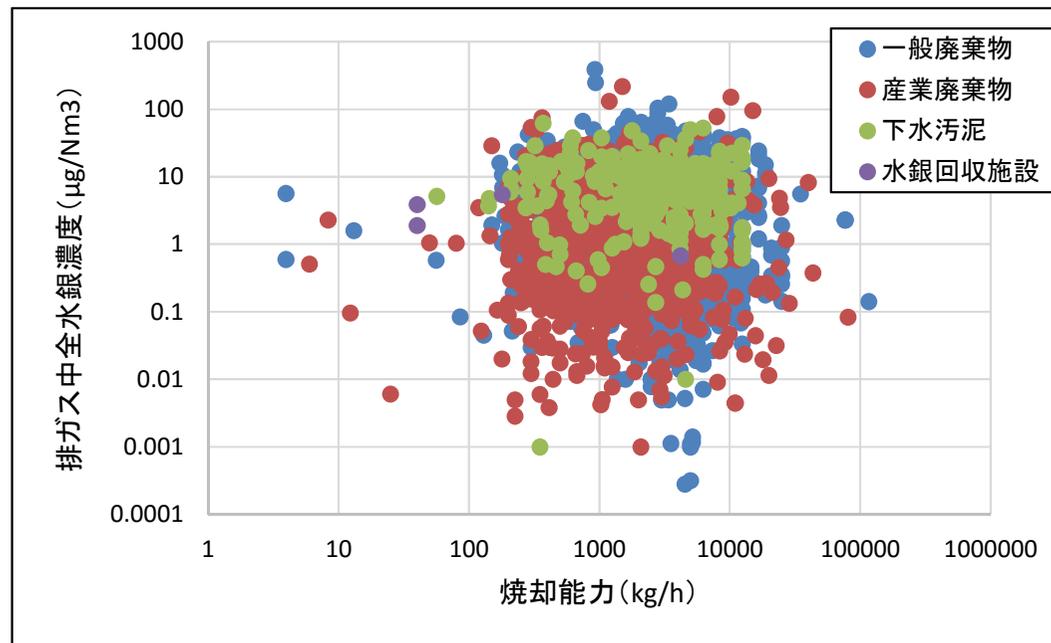


c. 廃棄物焼却：⑤施設規模（燃料燃焼能力等）と排ガス中全水銀濃度の関係

○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	929	1.8	152	0.00028	5.3	1.5
2～4t/h	1,067	2.0	120	0.0010	5.5	1.7
2t/h未満	1,313	1.8	392	0.0029	6.1	1.7
全体	3,309	1.9	392	0.00028	5.6	1.7

※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：⑥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

○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。

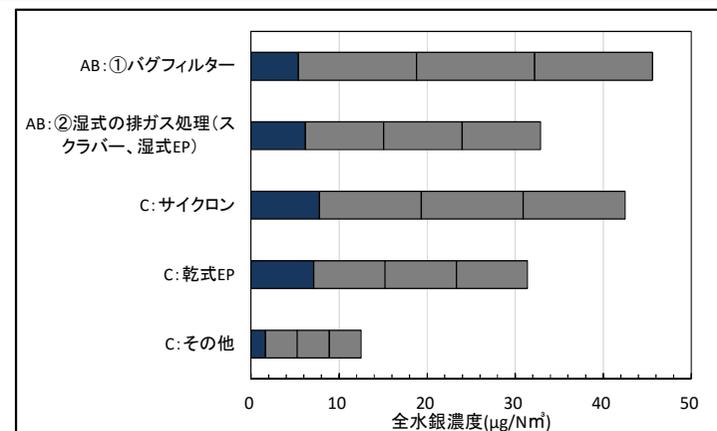
○活性炭処理がある施設の方が、活性炭処理がない施設と比較して、概ね全水銀濃度が低かった。

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 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
		中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
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)	2,577 (270)	1.7 (0.88)	392 (58)	0.00028 (0.0012)	5.4 (3.4)	1.6 (1.0)
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	411 (8)	2.0 (1.2)	75 (10)	0.0010 (0.12)	6.1 (3.8)	1.6 (1.4)
C: ③サイクロン ※①、②が設置されているものを除く	231 (3)	4.1 (5.0)	131 (5.7)	0.0038 (2.8)	7.8 (4.5)	3.2 (4.3)
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	90 (6)	4.6 (7.5)	40 (13)	0.020 (0.2)	7.1 (6.5)	3.0 (2.8)
C: ⑤その他* ※①～④が設置されているものを除く	31 (0)	0.36	20	0.024	1.7	0.35
全体	3,340 (287)	1.9 (0.89)	392 (58)	0.00028 (0.0012)	5.6 (3.5)	1.7 (1.0)

(注)カッコ内の数値は、活性炭処理がある施設の集

(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：⑥排出ガス処理施設の種類の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。

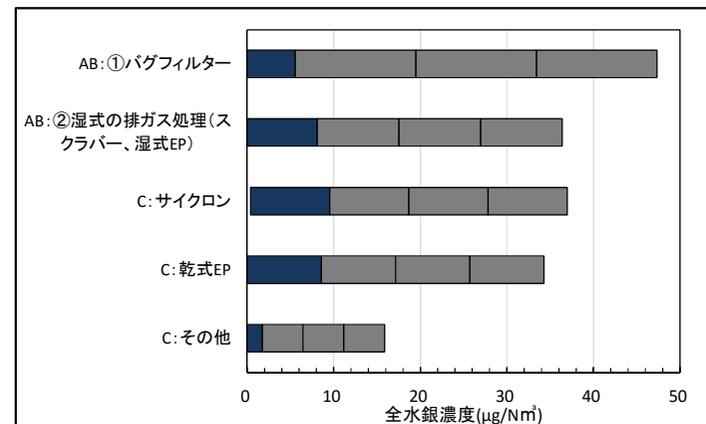
○活性炭処理がある施設の方が、活性炭処理がない施設と比較して、概ね全水銀濃度が低かった。

排出ガス処理施設の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm ³)				
		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)	1,874 (229)	1.7 (0.88)	392 (58)	0.00028 (0.0012)	5.6 (3.5)	1.6 (1.0)
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	85 (5)	4.8 (0.60)	44 (10)	0.034 (0.12)	8.1 (3.7)	2.8 (1.0)
C:③サイクロン ※①、②が設置されているものを除く	126 (2)	7.6 (5.4)	64 (5.7)	0.11 (5.0)	9.5 (5.4)	5.3 (5.4)
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	60 (6)	5.1 (7.5)	40 (13)	0.05 (0.23)	8.2 (6.5)	4.1 (2.8)
C:⑤その他* ※①～④が設置されているものを除く	15 (0)	0.36	20	0.030	1.8	0.40
全体	2,160 (242)	2.0 (0.88)	392 (58)	0.00028 (0.0012)	5.9 (3.6)	1.8 (1.0)

(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：⑥排出ガス処理施設の種類の排ガス中全水銀濃度の関係

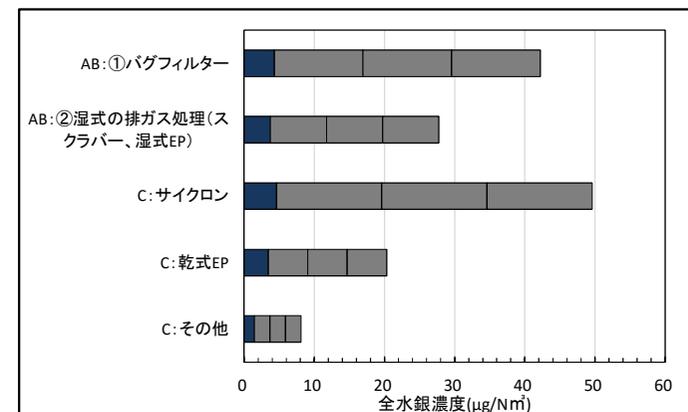
◆産業廃棄物焼却施設

○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 ³)				
		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)	573 (41)	1.2 (0.94)	218 (32)	0.0029 (0.073)	4.3 (2.6)	1.1 (0.85)
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	217 (3)	0.87 (1.3)	75 (9.5)	0.0010 (1.1)	3.6 (3.9)	0.71 (2.3)
C:③サイクロン ※①、②が設置されているものを除く	79 (1)	1.4 (2.8)	131 (2.8)	0.0038 (2.8)	4.6 (2.8)	1.1 (2.8)
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	25 (0)	1.6	27	0.02	3.4	1.2
C:⑤その他* ※①～④が設置されているものを除く	15 (0)	0.31	7.7	0.024	1.5	0.26
全体	909 (45)	1.2 (1.0)	218 (32)	0.0010 (0.073)	4.1 (2.7)	0.97 (0.93)

(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：⑥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

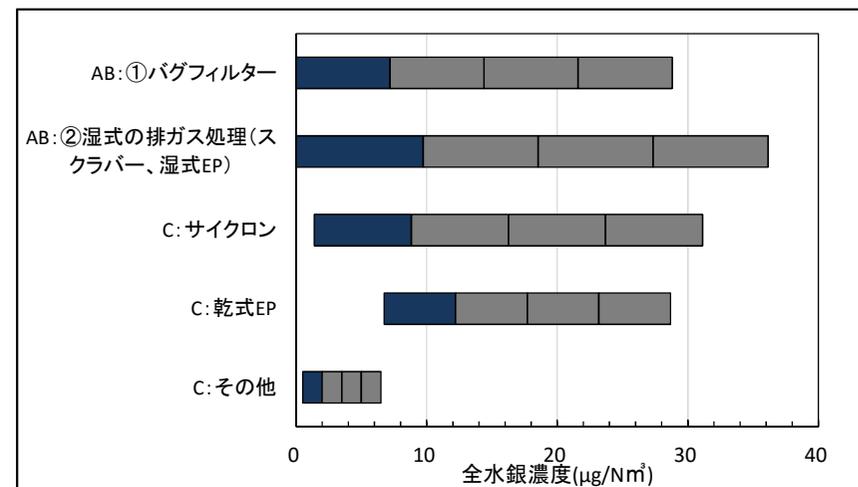
◆下水汚泥焼却施設

○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の種類	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm ³)				
		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)	129(0)	5.7	50	0.010	7.4	4.5
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	106(0)	7.7	48	0.26	9.7	6.0
C:③サイクロン ※①、②が設置されているものを除く	26(0)	5.9	34	1.1	8.8	6.2
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	5(0)	11	22	5.3	12	11
C:⑤その他* ※①～④が設置されているものを除く	1(0)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
全体	267(0)	6.7	50	0.010	8.5	5.3

(注)カッコ内の数値は、活性炭処理がある施設の集計値。
下水汚泥焼却施設では、活性炭処理がある施設はない。

(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

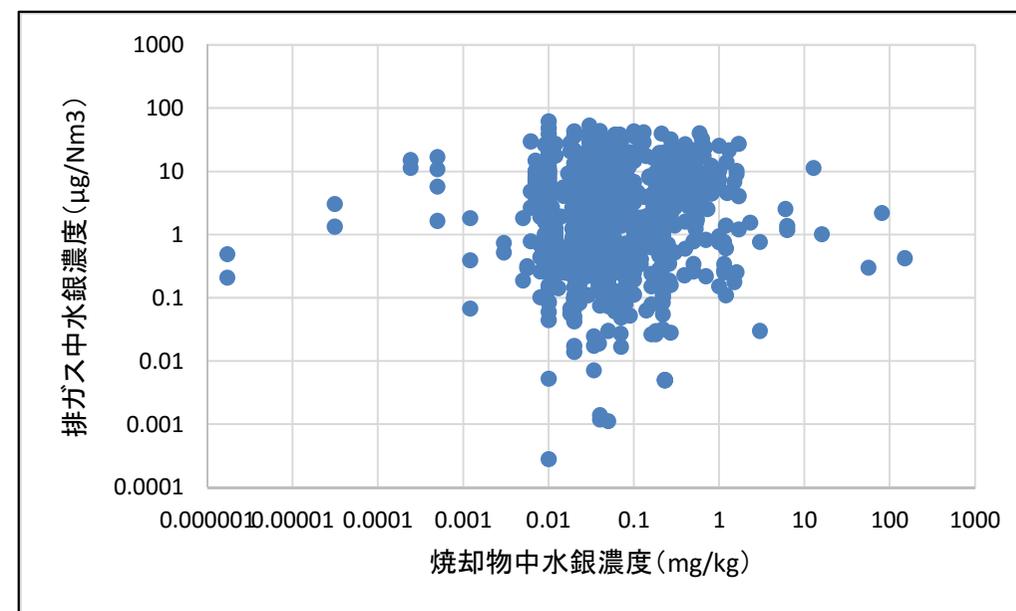
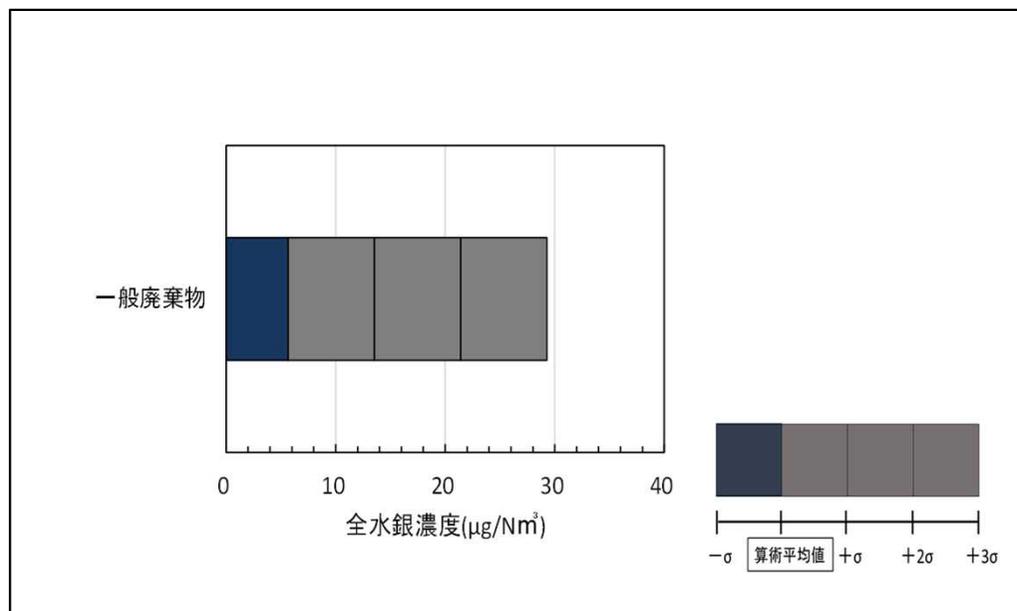


c. 廃棄物焼却：⑦原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

◆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 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
		中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
一般廃棄物	922	2.0	62	0.00028	5.4	1.7

※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：⑦原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

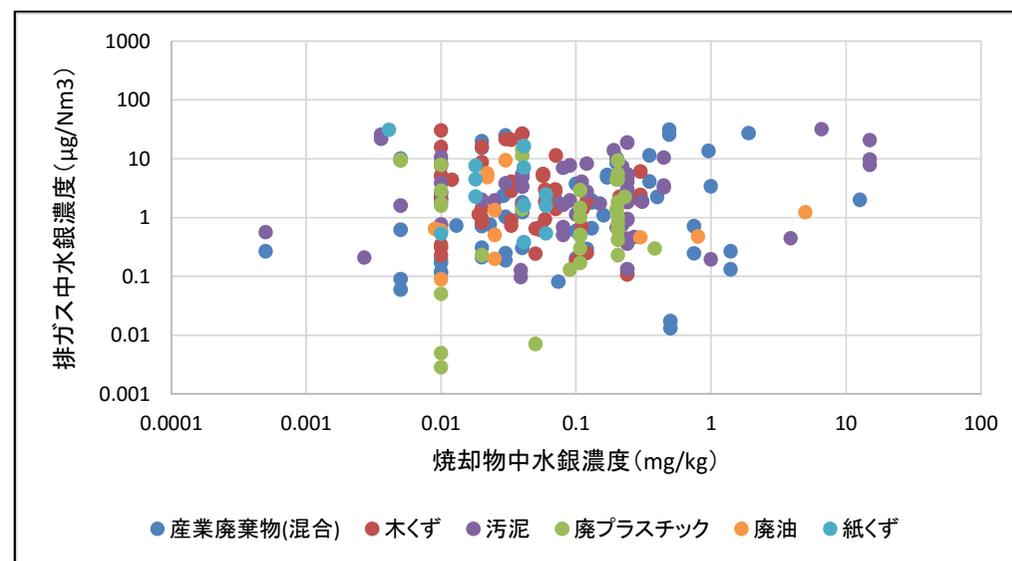
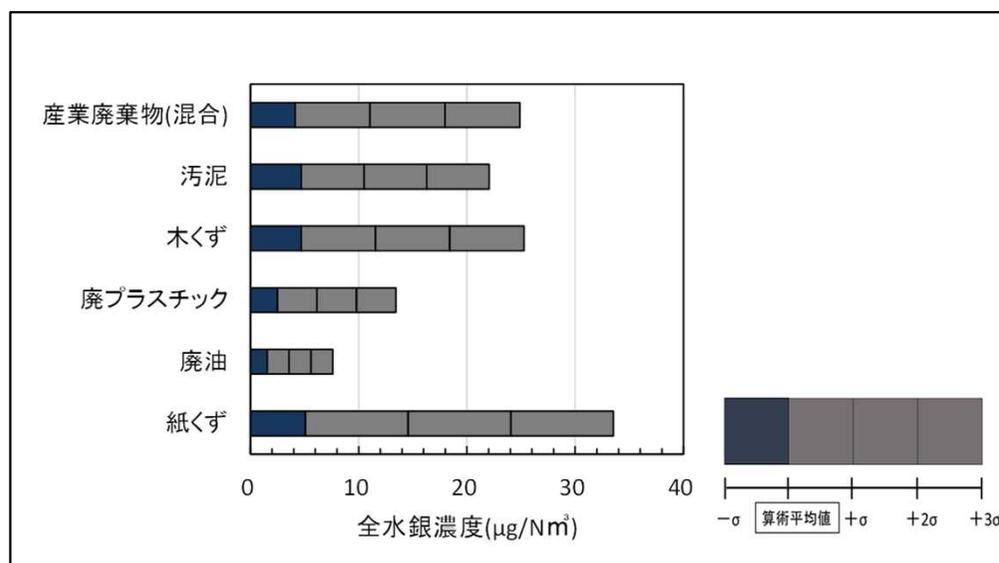
◆ 産業廃棄物焼却施設

○ 紙くず、汚泥、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 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
		中央値	最大値	最小値	算術平均値	幾何平均値
産業廃棄物(混合)*2	74	1.6	32	0.0092	4.1	1.4
汚泥	54	2.7	25	0.097	4.7	2.1
木くず	50	2.0	30	0.11	4.7	2.0
廃プラスチック	38	1.0	15	0.0029	2.5	0.71
廃油	14	0.66	5.7	0.052	1.6	0.61
紙くず	9	1.6	31	0.25	5.1	1.5

*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

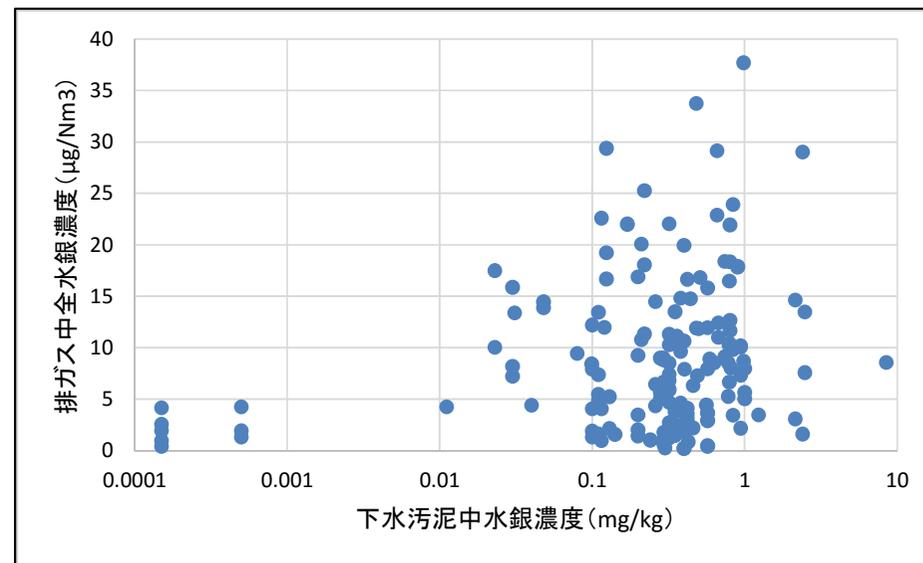
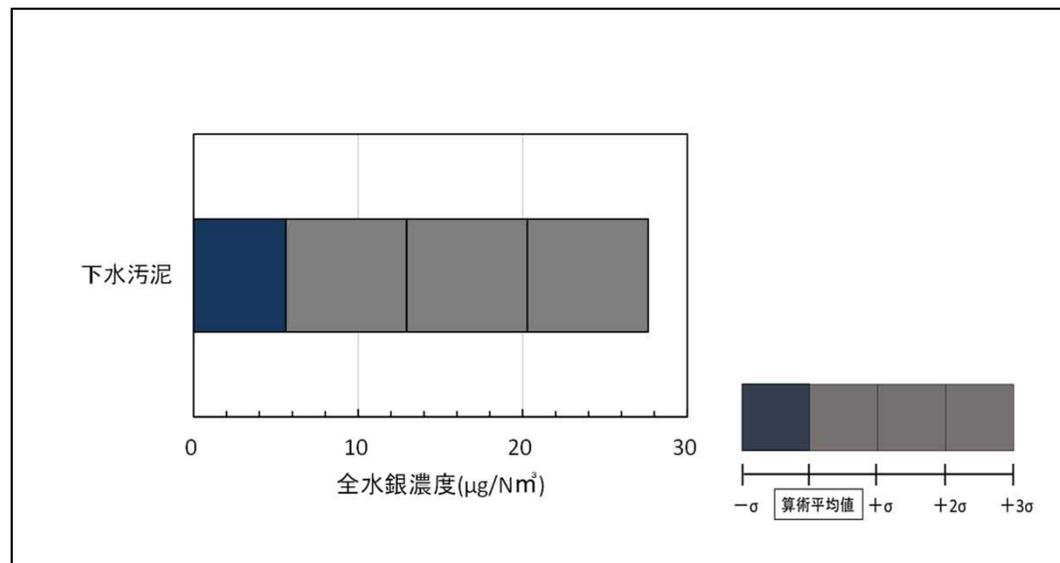


c. 廃棄物焼却：⑦原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

◆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	166	7.4	38	0.21	8.8	5.7

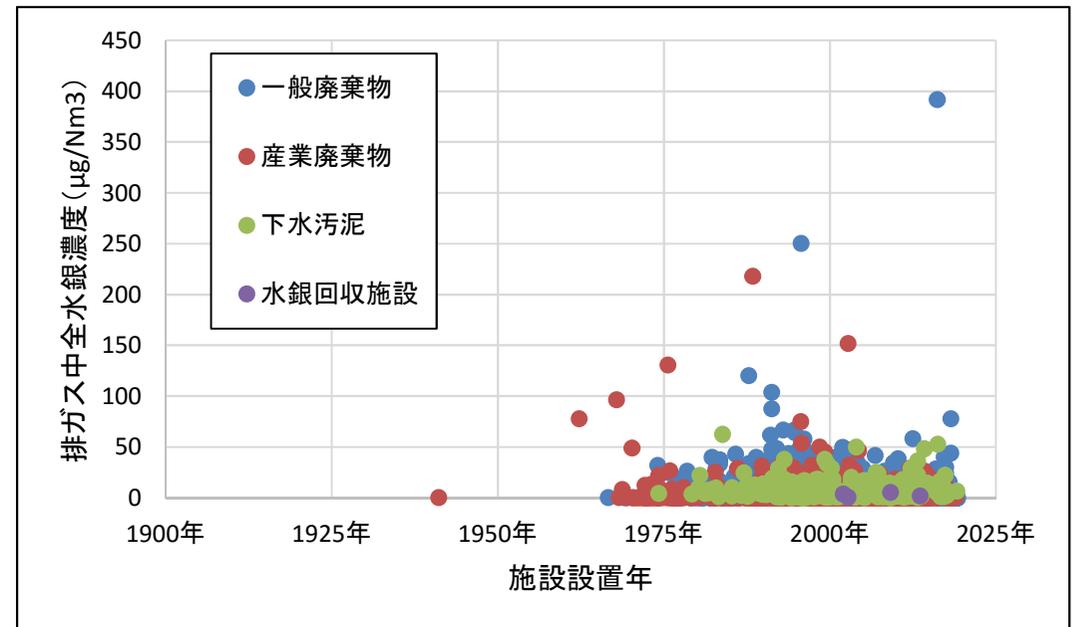
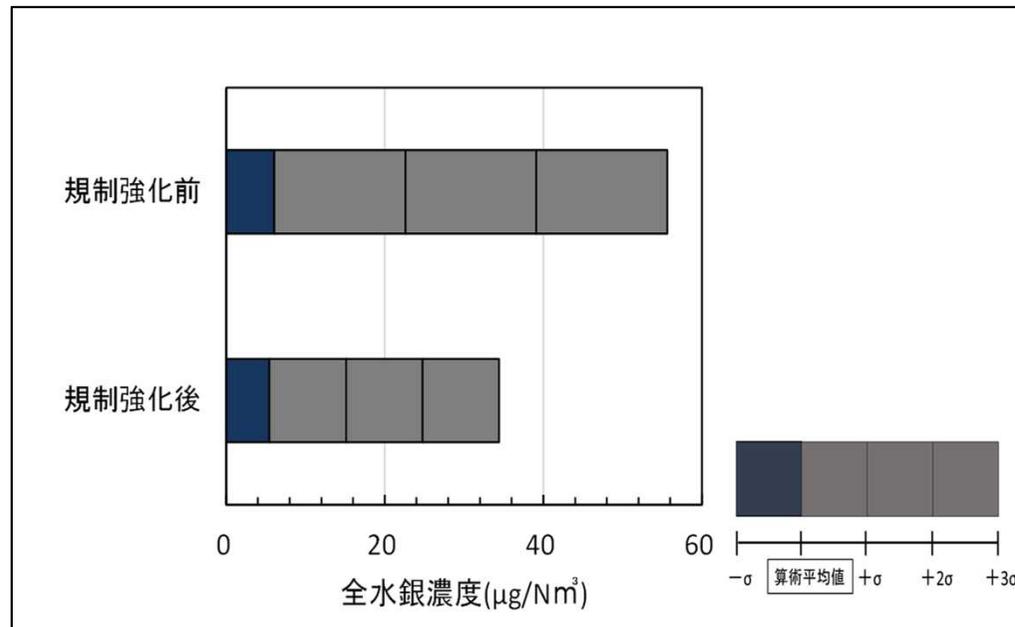
※汚泥中水銀濃度の報告があった施設について集計。



c. 廃棄物焼却：⑧施設設置年と全水銀濃度の関係

○ダイオキシン類対策特措法施行年(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 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
		中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
ダイオキシン類対策特措法 施行年(2000年)より前	2,051	2.4	250	0.00028	6.1	1.9
ダイオキシン類対策特措法 施行年(2000年)以降	1,289	1.4	392	0.0012	5.0	1.4

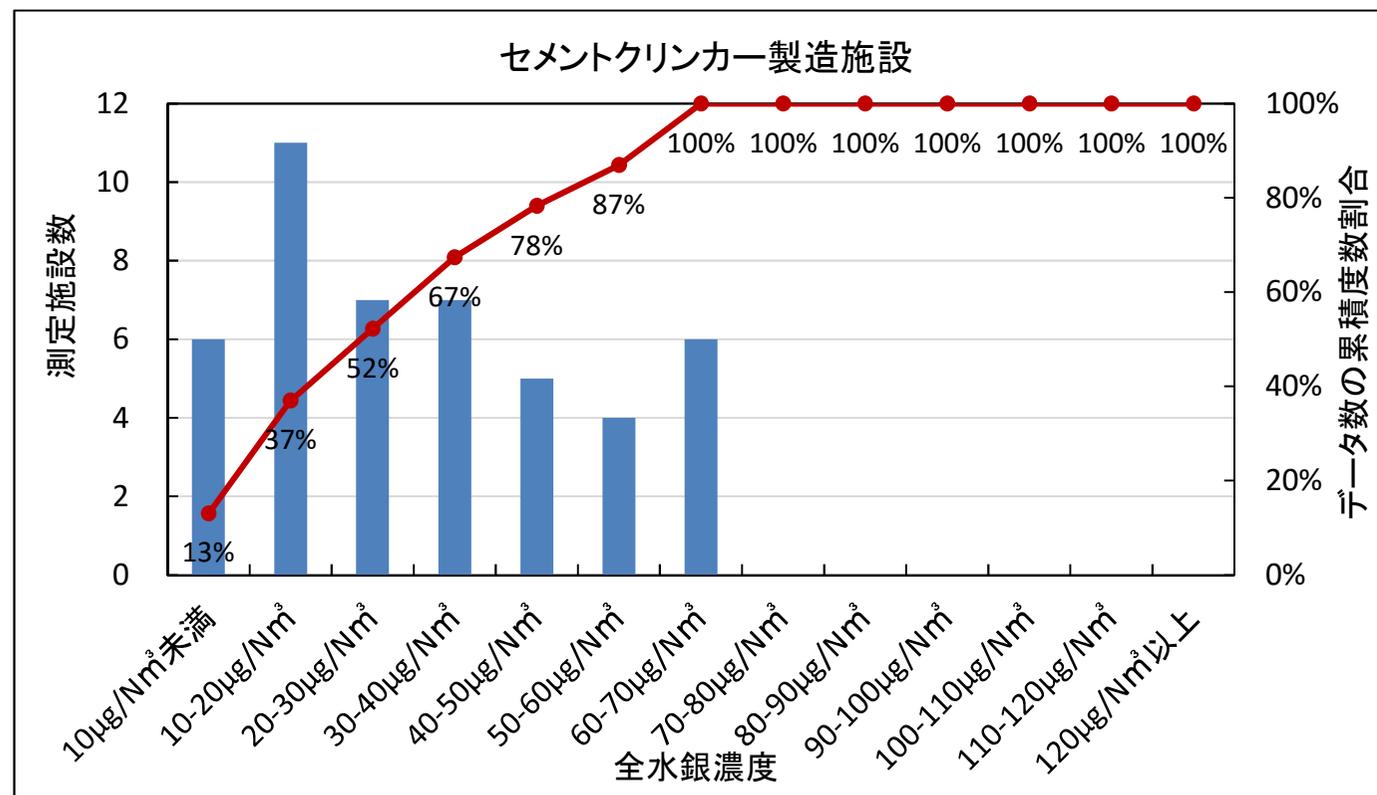


d.セメント：①排ガス中水銀濃度の分布（全水銀、ガス状水銀、粒子状水銀）

○1.0～69 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲にあり、算術平均値は31 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ である。

なお、第一次答申時は、0.9～260 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲で、算術平均値は46 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 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	46	27	69	1.0	31	22
ガス状水銀	46	27	68	1.0	30	22
粒子状水銀	46	0.49	3.5	0.0081	0.82	0.42



	排出基準 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	
	新設	既設
セメントクリンカー製造施設	50	80

※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。

※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粒子状水銀測定省略の条件※を満たしている施設

○粒子状水銀測定省略の条件を平成30年度に満たしている施設が、全体の85%を占める。

水銀排出施設種類	全国 施設数	粒子状水銀測定省略の条件※を 平成30年度に満たしている施設数				
		①	②	③	①～③のどれかを満たす施設	
					合計	割合
セメントクリンカー製造施設	46	1	30	8	39	85%

※連続する3年間の間継続して、以下のいずれかを満たす場合

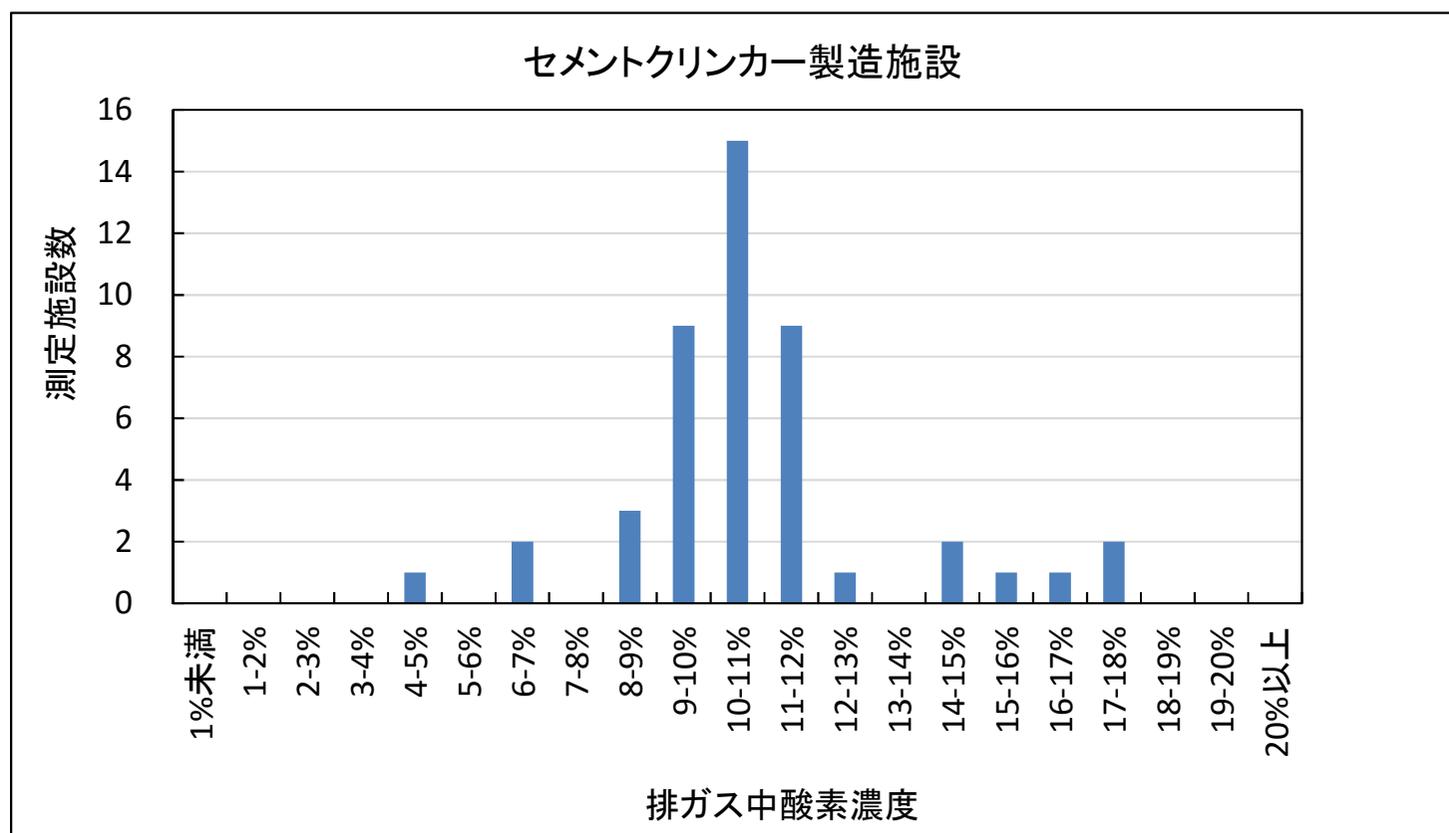
- ①粒子状水銀濃度が、ガス状水銀の定量下限未満
- ②測定結果の年平均(注)が $50\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 未満である施設のうち、各測定結果において、水銀濃度に対する粒子状水銀の濃度が5%未満
- ③測定結果の年平均(注)が $50\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 以上である施設のうち、各測定結果において、水銀濃度に対する粒子状水銀の濃度が5%未満、かつ、粒子状水銀の濃度が $2.5\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 未満

(注)連続する1年間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。

d.セメント:③排ガス中酸素濃度の分布

○排ガス中酸素濃度は4.0～17.4%の範囲にあり、算術平均値は10.8%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
セメントクリンカー製造施設	46	10.5	17.4	4.0	10.8	10.5

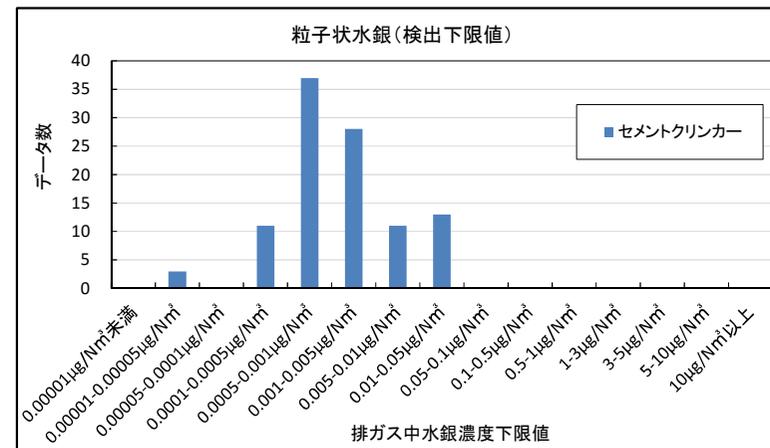
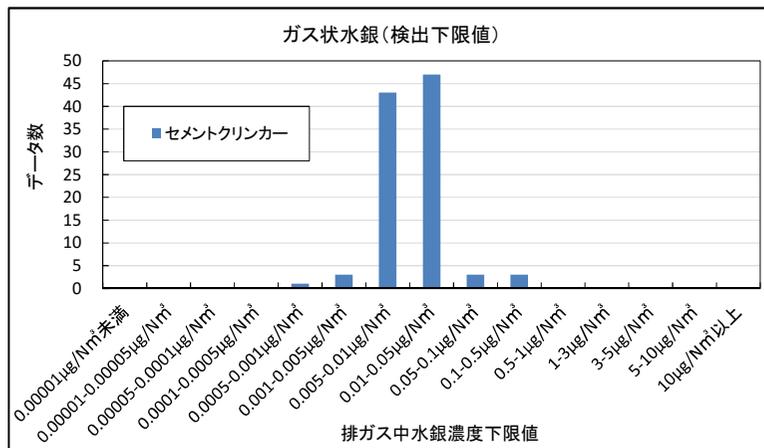
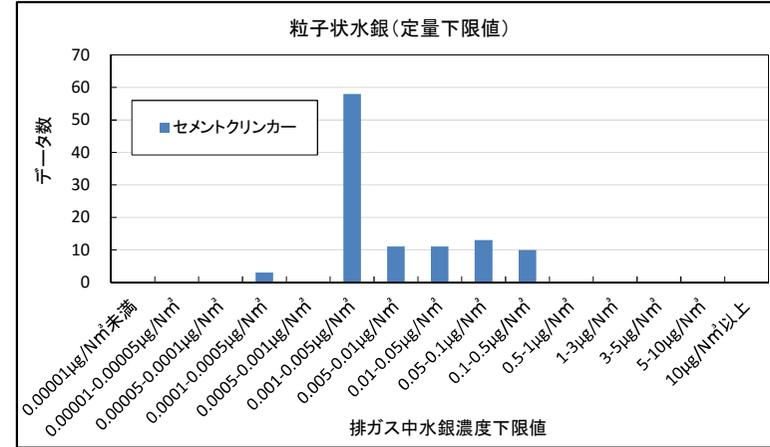
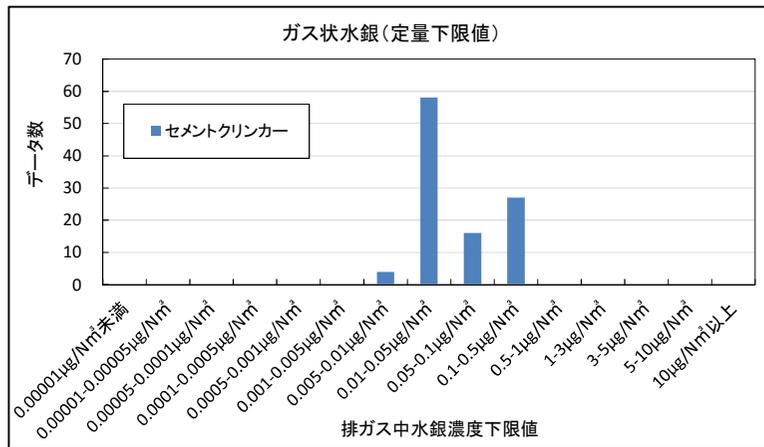


d.セメント:④検出下限値・定量下限値の分布

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	105	0.031	0.30	0.0060	0.066	0.046
	検出下限値	102	0.010	0.20	0.00060	0.050	0.013
粒子状水銀	定量下限値	106	0.0032	0.10	0.00010	0.021	0.0061
	検出下限値	103	0.001	0.030	0.000030	0.0037	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。

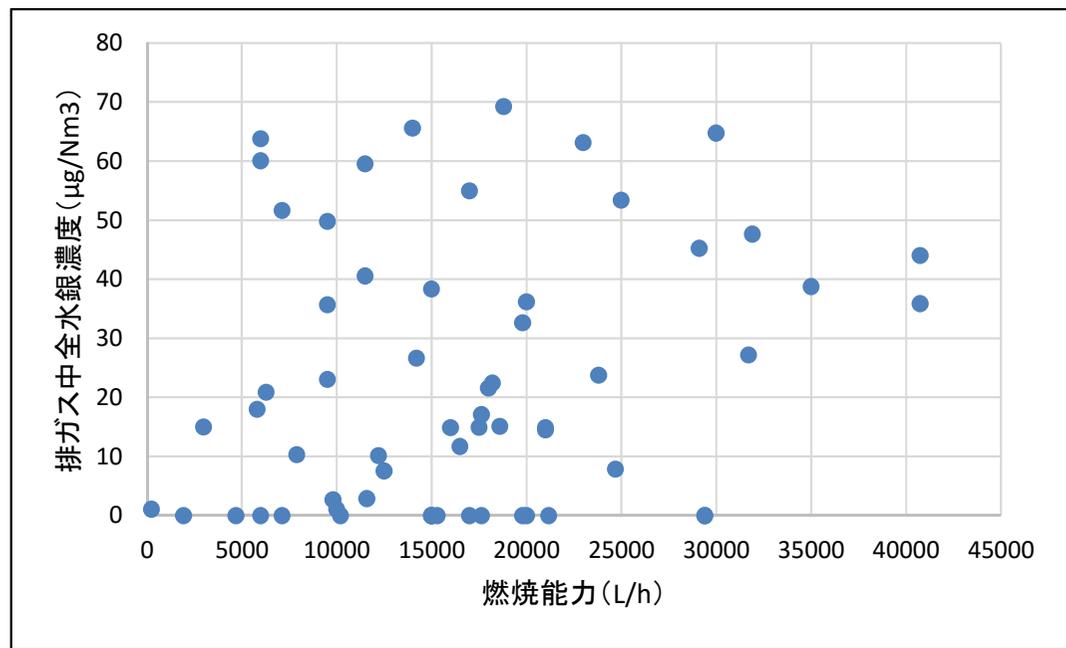
※ガス状・粒子状水銀の定量・検出下限値のすべてまたは一部の報告(任意)があった施設について集計



d.セメント：⑤施設規模（燃料燃焼能力等）と排ガス中全水銀濃度の関係

○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。

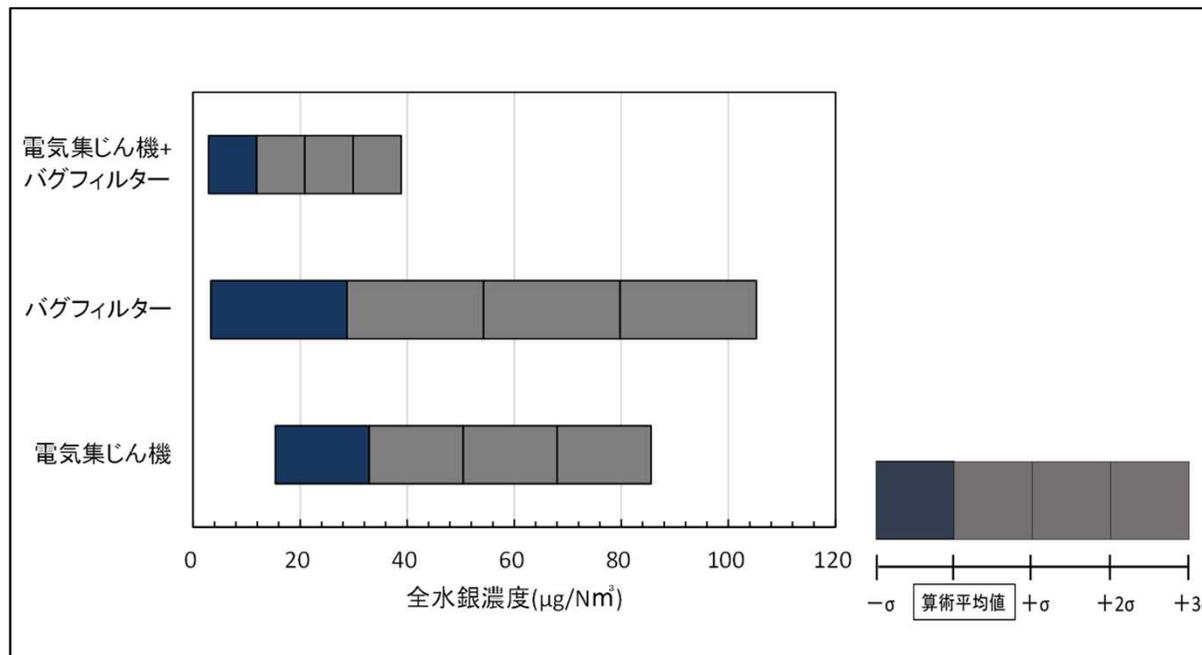
燃焼能力(L/h)	施設数	排ガス中全水銀濃度(μg/Nm ³)				
		中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
20,000以上	14	37	65	7.9	37	32
10,000～20,000	19	22	69	1.0	28	19
10,000未満	13	23	64	1.1	29	19
合計	46	27	69	1.0	31	22



d.セメント:⑥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

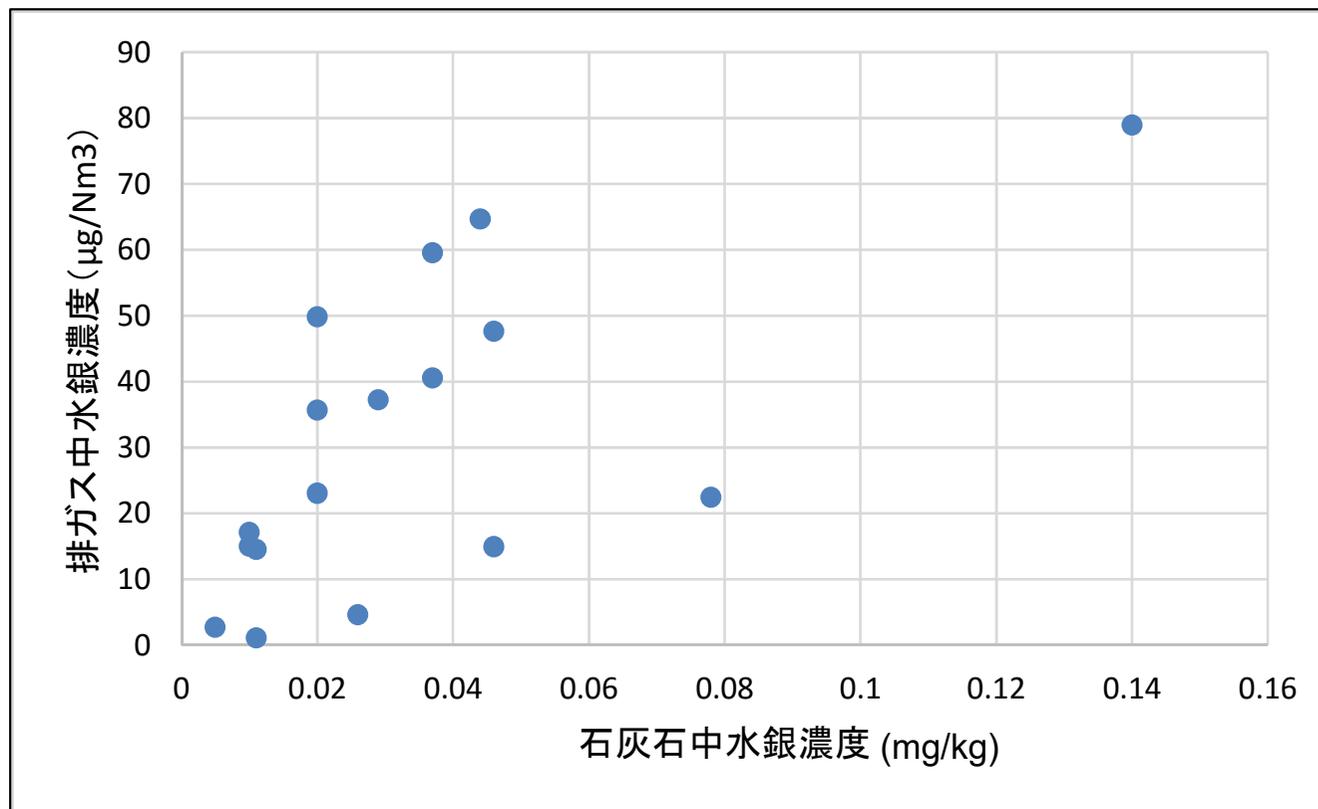
○電気集じん機+バグフィルターを設置している施設の全水銀濃度が相対的に低かった。

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 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
		中央値	最大値	最小値	算術 平均値	幾何 平均値
電気集じん機+バグフィルター	2	12	21	2.9	12	7.7
バグフィルター	11	15	69	1.0	29	13
電気集じん機	33	31	66	7.5	33	28
全体	46	27	69	1.0	31	22



d.セメント: ⑦原燃料の種類と排ガス中全水銀濃度の関係

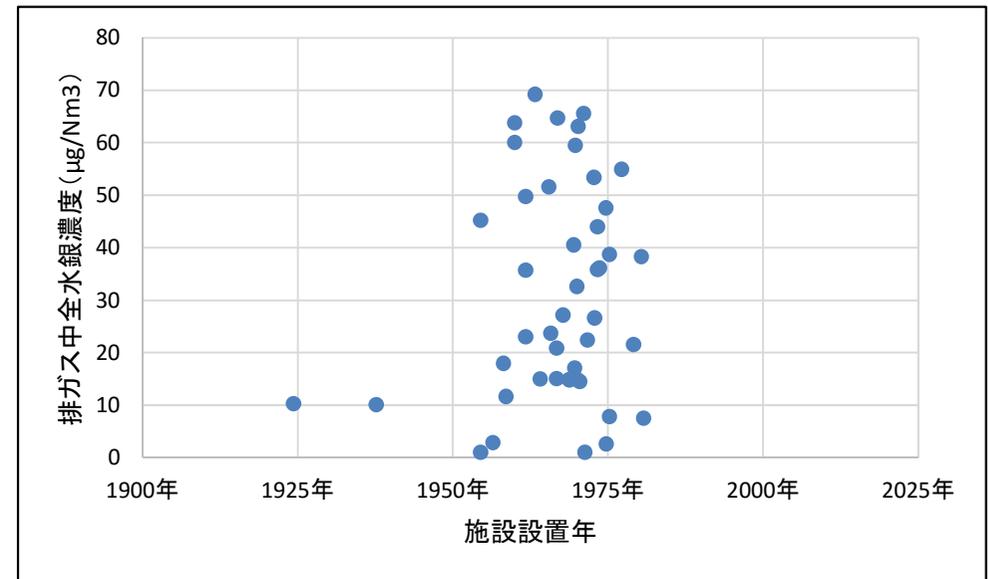
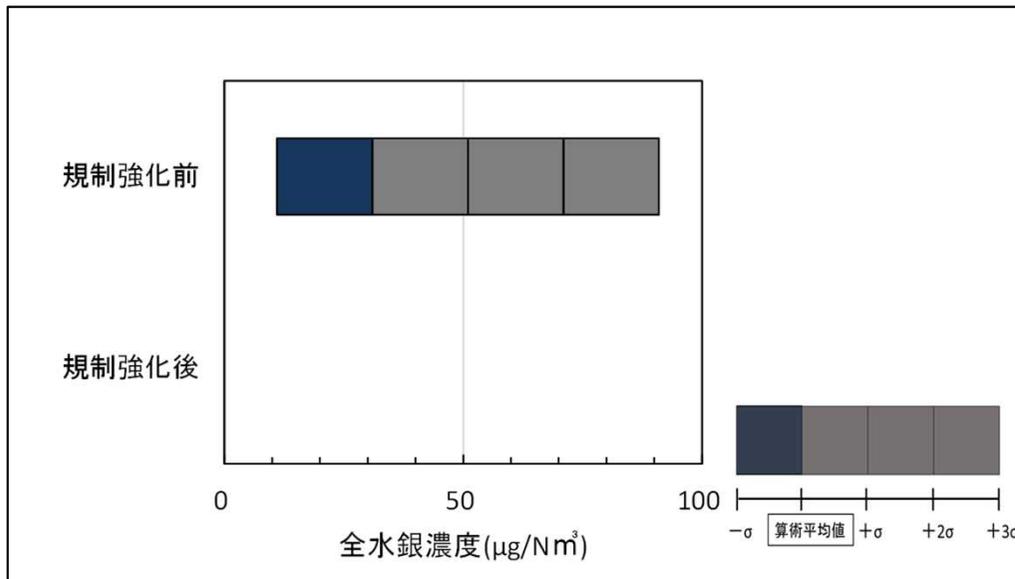
○石灰石中水銀濃度と排ガス中水銀濃度の間には、比較的高い正の相関がみられた。



d.セメント:⑧施設設置年と排ガス中全水銀濃度の関係

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	46	27	69	1.0	31	22
大防法規制強化年 (1982年)以降	0	—	—	—	—	—
全体	46	27	69	1.0	31	22

*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。



(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
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	<ul style="list-style-type: none"> ・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