

各ヒアリング対象団体からの回答について

第2回及び第3回小委員会におけるヒアリングの際、各ヒアリング対象団体に対してなされた質問に対する各団体からの回答は、以下に示す別添1～8のとおり。

第2回小委員会（7月3日）

- 一般社団法人日本化学工業協会.....別添1
- 日本鉱業協会.....別添2

第3回小委員会（7月9日）

- 電気事業連合会、一般財団法人電気中央研究所.....別添3
- 一般社団法人セメント協会.....別添4
- 一般社団法人日本鉄鋼連盟.....別添5
- 公益社団法人全国都市清掃会議.....別添6
- 公益社団法人全国産業廃棄物連合会.....別添7
- 一般社団法人日本環境衛生施設工業会.....別添8

7/3第2回小委員会での委員からの 質問に対する回答 (石炭焚き産業用ボイラ)

2014年7月30日
(一社)日本化学工業協会

- 宿題①. 会員企業が有する全石炭焚きボイラ(約40基)に係る排ガス処理装置の導入状況の内訳を示して欲しい。その際、出力と排ガス処理方法の関係、出力ベースでの内訳についても整理して欲しい。
(高岡委員、永田委員、増沢委員、坂本委員長)
- 宿題②-1. 排ガス処理方法①～③それぞれを導入している施設における排ガスの入口と出口での水銀濃度(実測値)を示して欲しい。
(高岡委員、永田委員)
- 宿題②-2. 「集塵機のみでもHgが除去可能」とのことだが、その場合の除去率はどの程度か。(崎田委員)

【回答】

上記宿題に対する回答には、個社を特定するような情報および企業秘密情報が含まれているため、非公表情報とさせていただきます。委員の方々には【別添資料】をご参照願います。

宿題③. 石炭を購入する際、水銀含有率に配慮した炭種を選択を行っているか。(中杉委員、稲垣委員)

回答③. 現行の石炭の購入条件として、

- ・ボイラー性能に合わせた石炭の発熱量
- ・硫黄酸化物排出量を抑制するための低硫黄分
- ・ボイラー仕様に応じた灰分
- ・ボイラーや耐火材の損傷の原因となる重金属、異物 等の低減を調達基準としており、その他には安価、安定供給先を考慮している。

宿題④. 湿式水酸化マグネシウム法の脱硫処理の結果、排ガス中の水銀の多くは硫酸マグネシウムに取り込まれるとのことだが、その硫酸マグネシウムはどこに行くのか。(貴田委員)

回答④. 本施設は、SO_x除去の観点で導入していることから、施設での水銀挙動については、正確には分からない部分も多いが、水溶性の2価水銀が硫酸マグネシウム水溶液中に取り込まれるものと推察される。この硫酸マグネシウム水溶液は、自社内の排水処理施設で処理されるが、処理後の排水中の水銀濃度は規制値未満である。なお、排水処理施設から汚泥が発生する場合、産廃処理されるが、こちらも規制値未満である。

平成 26 年 7 月 22 日

水銀大気排出対策小委員会（第 2 回）ヒアリングの宿題事項の回答

日本鉱業協会

○質問 1

製錬プロセスで排ガス中から除去された水銀はどのような形で固定されるのか。

（崎田委員）

<回答>

一次製錬の排ガス中の Hg は、ガス精製工程で他の微量成分と一緒に除去されスラッジに一旦濃縮される。スラッジ中の水銀の形態については正確に把握していないが、スラッジの一部として混入していることから、常温における蒸気圧が低く難溶性の化合物であると思われる。

スラッジはドラム缶等の容器でイトムカ鉱業所に運ばれ、水銀を分離してもらう。分離した水銀は最終的に高純度の金属水銀となり、水銀分離後の残渣は再び製錬原料として製錬所に戻される。

二次製錬の排ガスの場合、一部は半製品に移行して一次製錬原料となり、一部は排水処理澱物に含有されて最終的には廃掃法の有害物質の判定基準を十分クリアーした状態で埋立処分されている。

○質問 2

二次製錬では、洗浄塔から排出される水銀を含んだスラッジは埋立処分に回されるとの説明であったが、どの程度が埋立処分に回るのかなど、水銀量のバランスデータを出して欲しい。（永田委員、崎田委員）

<回答>

2010年度の Hg バランスは把握しているが、実際にはバラつきが大きいことも考慮する必要があると思われるため、一般公開は控えさせて頂きたい。委員の方々には別紙を目安として参考にして頂きたい。

○質問3

溶融炉・焙焼炉の大きさと排ガス処理方法の関係について整理して示して欲しい。
(坂本委員長)

<回答>

非鉄金属製錬において、排ガス処理方法は炉の大きさではなく排ガスの性状（温度や成分等）により決まる。例えば、高濃度 SO₂ ガスならば硫酸製造工程があり、低濃度 SO₂ ガスなら脱硫工程が設けられるという具合である。

現状の非鉄製錬排ガス処理施設の構成を除塵／洗浄／脱硫／硫酸の4つに分類して設備構成を表1に示す。調査した排出口38か所の内6か所は環境集煙（局所排気処理）である。ほとんどの施設が10000Nm³/h以上の大型施設である。

表1. 施設規模と設備構成

設備構成	一次製錬 10000Nm ³ /h以上	二次製錬	
		10000Nm ³ /h未満	10000Nm ³ /h以上
除塵	2(環境ガス)	1	7
洗浄		1	1
除塵＋洗浄			2
除塵＋脱硫	2(環境ガス)		1
洗浄＋脱硫	2(環境ガス)		
除塵＋洗浄＋脱硫		1	4
除塵＋洗浄＋硫酸	14		

除塵設備：サイクロン、乾式EP、バグフィルター
洗浄設備：洗浄塔、ガスクーラー、湿式EP
脱硫設備：排煙脱硫塔
硫酸設備：乾燥塔＋熱交換器＋転化器＋吸収塔

以上

平成26年7月23日
電気事業連合会
(一財)電力中央研究所

中央環境審議会 大気・振動部会
水銀大気排出対策小委員会におけるご質問について（回答）

標記 小委員会（第3回）において、電気事業連合会及び電力中央研究所へのヒアリングに関わる委員からのご質問に対する補足説明について下記のとおりご報告させていただきます。

記

ご質問①

施設毎の排ガス中水銀濃度（実測値）、除去率、総排出量を示して欲しい。

（回 答）

企業情報のため、非公表(委員殿限り)とさせていただきます。詳細は別紙のとおり。

ご質問②

バグフィルタのみの場合に比べて、脱硫・脱硝装置が付いている方が、排出濃度が高くなるのはなぜか。

（回 答）

- バグフィルタについては、比較的小容量のユニットのみに採用されており、排ガス損失が大きいなどの特性のため、電力で多く運用している大型石炭火力ユニットには適しておりません。このため大型石炭火力ユニットについては、電気式集塵装置＋脱硫装置＋脱硝装置の排ガス処理装置構成の適用が基本となります。

なお、バグフィルタの構造上、バグフィルタ上に堆積したダスト層を排ガスが通過するため、ガス状水銀がダストと接触する時間が増え、ダストに吸着しやすくなるなどの特徴があります。

ご質問③

施設毎の排出係数を示して欲しい。できれば元となる数字を含めて示して欲しい。

（回 答）

企業情報のため、非公表(委員殿限り)とさせていただきます。詳細は別紙のとおり。

ご質問④

石炭を購入する際、水銀含有率に配慮した炭種の選択を行っているか。将来的な見直しを含めて示して欲しい。

(回 答)

- 石炭火力発電所における燃料の調達については、一般的には価格等の経済性、調達に関わる安定供給性と共に環境面においても検討を行い、総合的な判断を行っております。環境面の具体的な検討としては、環境規制に対応するために、例えば硫黄分や灰分の少ない石炭を調達するなどして、良質な石炭を使用してきましたが、この様な事業者の努力によって結果として水銀濃度の低い石炭が調達されている状況です。
- なお、新炭種選定・炭種変更にあたっては、環境保全協定などに基づき事前に水銀含有率を把握している発電所もございます。

ご質問⑤

石炭灰がセメントに利用される量と埋立処分される量や割合を示してほしい。

(回 答)

- 2012年度の石炭火力発電所からの石炭灰の発生量は772万トンであり、このうち745万トン(97%)がセメント原料やコンクリート用混和材、土地造成材などで再資源化されており、残りが最終処分(埋立)されております。

ご質問⑥

石炭の混合はどのように管理しているのか。

(回 答)

- 石炭火力発電所では、発熱量や水分、硫黄分、灰分など性状の異なる石炭を各々のボイラ設備での利用に適した燃料性状になるように混合させる運用を行っております。

ご質問⑦

他国の排ガス処理方法①～③それぞれを導入している施設における水銀の排出量を示して欲しい。

(回 答)

企業情報のため、非公表(委員殿限り)とさせていただきます。詳細は別紙のとおり。

以 上

水銀大気排出対策小委員会（第3回）ヒアリングの宿題事項

<セメント協会>

- 施設毎の排ガス中水銀濃度（実測値）、除去率、排出総量を示して欲しい。（中杉委員、貴田委員、坂本委員長）
- 施設毎の排出係数を示して欲しい。できれば元となる数字を含めて示して欲しい。（貴田委員）

回答

企業情報となりますので、非公開（委員限り）とさせていただきます。

- 日本の施設の総括排出係数は、外国にもものに比べてどうか。（指宿委員）

回答

UNEP(*1)の報告書に32の国別の排出係数の記載がございます。主な国の排出係数は以下のとおりです。

国名	排出係数 [g/t-cement]
豪州	0.102
中国	0.087
韓国	0.123
日本	0.074
フランス	0.173
ドイツ	0.171
英国	0.103
米国	0.064

(*1: Technical background Report for the mercury assessment 2013)

平成26年7月30日

第3回小委員会におけるご質問への回答

一般社団法人日本鉄鋼連盟

去る7月9日に開催された、第3回水銀大気排出対策小委員会にて、委員各位より頂いたご質問について、以下の通り回答致します。

1. 石炭焚キライに関するご質問への回答

<ご質問(1)>

施設毎の排ガス中水銀濃度(実測値)、除去率を施設毎に示してほしい。また、排出総量を示して欲しい。

⇒<回答>

- 排ガス処理設備の種類別データを委員限りとして提示させていただきます。

<ご質問(2)>

施設毎の排出係数を示して欲しい。できれば元となる数字を含めて示して欲しい。

⇒<回答>

- 排ガス処理設備の種類別データを委員限りとして提示させていただきます。

<ご質問(3)>

石炭焚キライの排ガス処理工程において、石炭灰、石膏、排水、汚泥に含有される水銀の量を示してほしい。

⇒<回答>

- 現時点で得られている情報を委員限りとして提示させていただきます。

2. 鉄鋼製造施設に関するご質問への回答

<ご質問(1)>

施設毎の排ガス中水銀濃度(実測値)、除去率を施設毎に示してほしい。また、排出総量を示して欲しい。

⇒<回答>

- 排ガス処理設備の種類別データを委員限りとして提示させていただきます。

<ご質問(2)>

施設毎の排出係数を示して欲しい。できれば元となる数字を含めて示して欲しい。

⇒<回答>

- 排ガス処理設備の種類別データを委員限りとして提示させていただきます。

<ご質問 (3) >

BFG (高炉副生ガス) 由来の値について、ばらつきがあったのか。データを示してほしい。

⇒<回答>

- 当連盟では、高炉 (全 28 基 : 2014 年 4 月時点) において、高炉ガス中の水銀自主測定 (測定基数 : 3 基、カバー率 : 全基数の 11%) を実施。
- 測定の結果は 0.2~8.85 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (算術平均値は 3.3 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)。
- なお、高炉ガスについては、湿式の除塵が行われた後に製鉄所内で有効活用されている。

<ご質問 (4) >

他国の水銀の総括排出係数及び排出量の分布を示してほしい。

⇒<回答>

- UNEP の Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013 及び当連盟の自主測定結果をもとに、当連盟にて試算した国別及び地域別の総括排出係数 (2010 年ベース) では、主要製鉄 10 ヶ国の排出係数の平均は 53.0 mg/t -銑鉄。日本の排出係数は 33.6 mg/t -銑鉄。

以 上

水銀大気排出対策小委員会（第3回）ヒアリングの宿題事項

<全都清>

- 排ガス処理方法毎に、それぞれの方法を導入している施設における排ガス中水銀濃度（実測値）、除去率を施設毎に示してほしい。また、排出総量を示してほしい。（中杉委員、崎田委員、坂本委員長）

平成 25 年度水銀廃棄物の処理実態調査委託業務報告書より、表 1 の結果が得られているところ。幾何平均値は、いずれの排ガス処理を持つ施設においても 0.05mg/Nm³ を下回っている。

なお、参考までに、排ガス中の水銀濃度の連続測定を行っている施設（約 50 施設）において、幾何平均値は 0.0033 mg/Nm³、最大値は 0.18mg/Nm³ であった。このうち、最大値が 0.05 mg/Nm³ を超えたのは約 50 施設中で 5 施設、そのうち 4 施設は活性炭吹き込みを行っていない施設であった。また、活性炭吹き込みを行っているが最大値が 0.05 mg/Nm³ を超えた 1 施設については、平均値は 0.05 mg/Nm³ を下回っていた。

表 1 処理方式別の排ガス中の水銀濃度

			排ガス中濃度 (mg/Nm ³)	データ数
電気集塵機	+湿式処理設備	幾何平均値	0.0055	20
		中央値	0.0050	
	+活性炭処理	幾何平均値	0.0096	9
		中央値	0.0092	
	+その他（電気集塵機のみを含む）	幾何平均値	0.015	11
		中央値	0.020	
バグフィルター	+湿式処理設備	幾何平均値	0.0034	104
		中央値	0.0025	
	+活性炭処理	幾何平均値	0.0035	159
		中央値	0.0033	

	バグフィルターのみ	幾何平均値	0.0084	99
		中央値	0.010	
※連続測定 “有”の データ (参考)		最大値	0.18	約 50 施設
		最小値	0.00015 (ND)	
		幾何平均値	0.0033	
		中央値	0.0025	

※水銀濃度測定値として、上限を記載した施設が 239 施設あった。上表は上限値を用いての分析となっており、過大な評価となっている可能性があることに留意。

表 1 のデータの施設規模の分布としては、図 1 の通り。

水銀は排ガスに移行するので、焼却方式（焼却、ガス化熔融など）、炉形式（ストーカ、流動床など）の影響はないと考えられる。

施設規模別のガス処理方法等の分布は図 2 の通り。

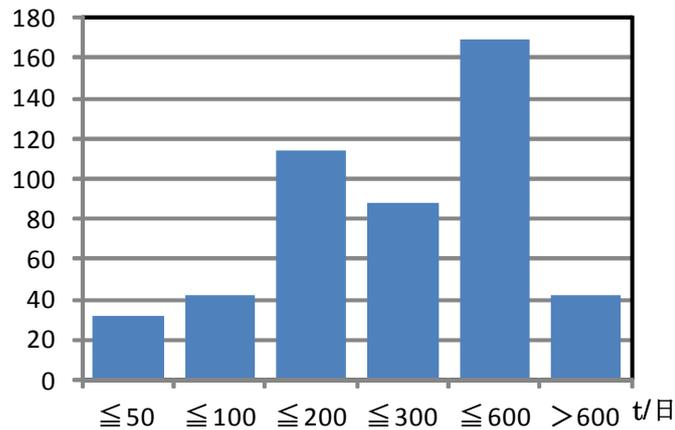
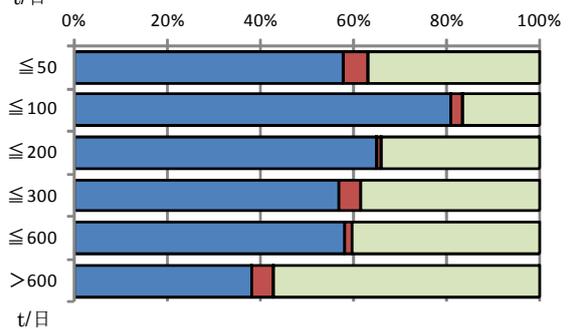
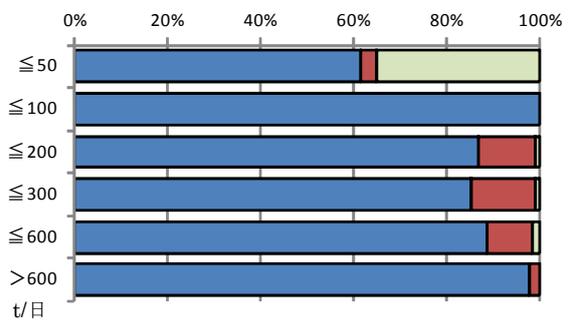
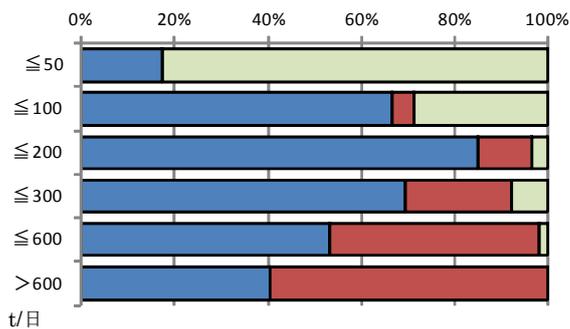
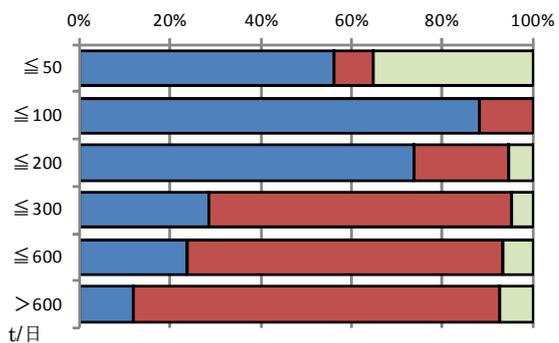


図 1 施設規模分布



	t/日	≤50	≤100	≤200	≤300	≤600	>600
ガス冷却	水噴射あり	32	37	84	25	40	5
	ボイラ	5	5	24	59	118	34
	その他	20	0	6	4	11	3
HCl処理	乾式	10	28	97	61	90	17
	湿式	0	2	13	20	76	25
	その他	47	12	4	7	3	0
集じん	ろ過式	35	42	99	75	150	41
	電気集じん	2	0	14	12	16	1
	その他	20	0	1	1	3	0
ダイオキシン処理	活性炭吹込み	33	34	74	50	98	16
	活性炭ろ過	3	1	1	4	3	2
	その他	21	7	39	34	68	24

※水噴霧は、水噴霧（別置）、水噴霧（炉頂）、「併用」=水噴霧+ボイラ とした。

※HCl 処理方式は 全乾式 半乾式 → 乾式、 湿式、乾式・湿式併用→ 湿式 とした。

※ダイオキシン処理方法 「その他」とは、触媒反応、消石灰吹込みなどであり、併用の場合は活性炭の有無を優先して分類した。ダイオキシン処理のその他（>600 トン/日）の内訳は触媒+消石灰 9、触媒 4、消石灰 8、記載なし 3 である。

図 2 施設規模別のガス処理方法等の分布

ガス冷却方法による排ガス水銀濃度の違いを分析した結果を図 3 に示す。メジアン等から水噴射とボイラに大差はない。その他はデータ数が少ないが、その他の 11 施設のうち、0.05mg/Nm³ を上回った施設は 2 施設であり、いずれも活性炭吹込みを行っていない施設であった。

	水噴射あり	ボイラ	その他
25%値	0.00378	0.00245	0.0075
50%値(メジアン)	0.008	0.00965	0.0193
75%値	0.017	0.017375	0.0375
データ数	101	126	11

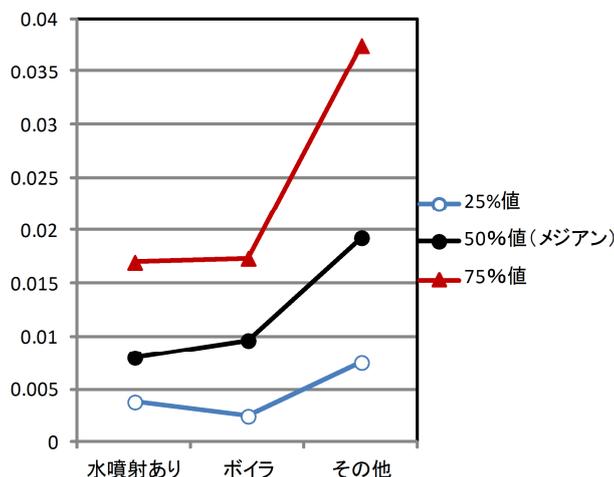


図 3 ガス冷却方法による排ガス水銀濃度の違い

HCl 処理方法による排ガス水銀濃度の違いを図 4 に示す。湿式でやや低めであるが、大きな差があるとは言えない。

	乾式	湿式	その他
25%値	0.00315	0.00275	0.0045
50%値(メジアン)	0.01	0.007	0.008
75%値	0.0193	0.0145	0.01975
データ数	168	51	19

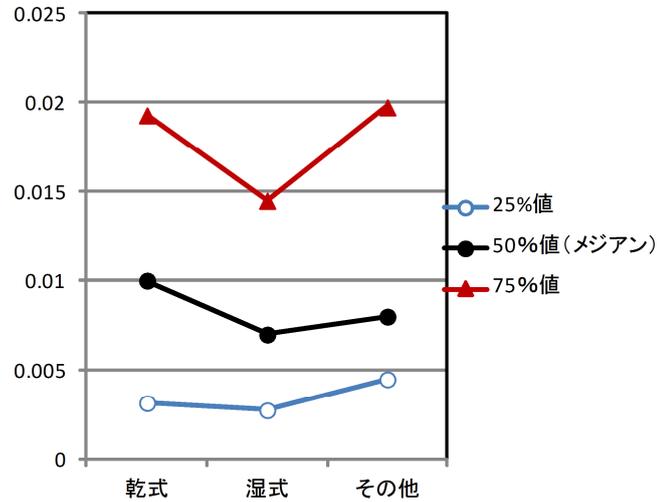


図4 HCl 処理方法による排ガス水銀濃度の違い

活性炭（AC）吹込み等ダイオキシソ処理による排ガス水銀濃度の違いを図5に示す。活性炭吹込みは明らかな効果があり、その他と較べて半減していることがわかる。ただし、データのばらつきは大きく、活性炭吹込みを行っていても、0.05 mg/Nm³ を上回る施設も10施設程度あった。

	AC吹込み	ACろ過	その他
25%値	0.002	0.00192	0.006
50%値(メジアン)	0.0058	0.0045	0.012
75%値	0.012025	0.011	0.0245
データ数	108	5	125

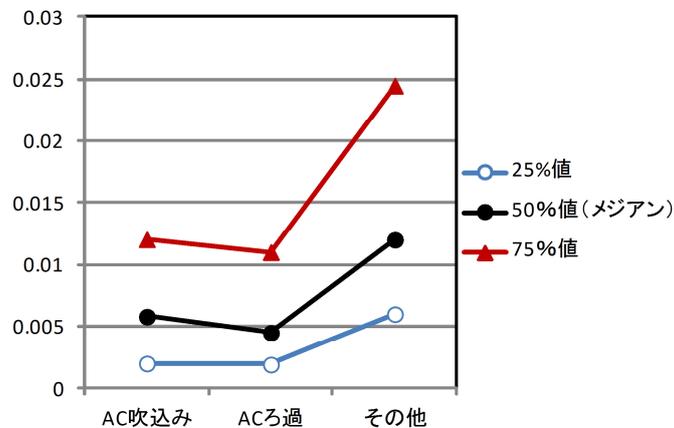


図5 活性炭吹き込み等ダイオキシソ処理による排ガス水銀濃度の違い

また、一般廃棄物焼却施設からの排出総量は水銀大気排出インベントリー（平成 22 年度ベース）において、国内の一般廃棄物焼却施設における排ガス測定データを用いて算出した総括排出係数※1 に 2010 年度の活動量をかけ、水銀排出量は 1.3 - 1.9t/年と算出されているところ（水銀大気排出対策小委員会（第 1 回）資料 2 - 別添 2 - 1）。

一般廃棄物焼却施設の種類	焼却量 (千t/年)	総括排出係数 (mg-Hg/t)	備考	大気排出量 (t-Hg)
焼却施設 (灰溶融併設施設を除く)	28,565	42~61	※2	1.2~1.7
灰溶融併設施設	6,381	16~28	※3	0.10~0.18
計				1.3~1.9

※1：平成 22 年度 PRTR 届出外排出量推計等検討業務報告書第 2 分冊 廃棄物処理施設に係る検討等

※2：全国稼働中の 1,878 施設中、58 施設のデータを基に算出（カバー率 3%）

※3：全国稼働中の 360 施設中、6 施設のデータを基に算出（カバー率 1.7%）

水銀大気排出対策小委員会（第3回）ヒアリングの宿題事項への回答

平成 26 年 7 月

公益社団法人全国産業廃棄物連合会

排ガス処理方法毎に、それぞれの方法を導入している施設における排ガス中水銀濃度（実測値）、除去率を施設毎に示してほしい。また、排出総量を示して欲しい。

- 全国の産業廃棄物処理業者（およそ 14 万社）は、そのほとんどが中小企業である。
- 産業廃棄物処理業者が設置している産業廃棄物焼却施設では、処理対象物は焼却炉により異なり、また規模も様々である。全体として 10 トン/日以下の小規模な焼却炉の設置が多い傾向にある。また、産業廃棄物の焼却はカロリーコントロールを行うため、多くの場合、混焼している。
- 大気汚染防止法の第 2 章の 4 に基づく取り組みでは、水銀の排出者の測定・記録保存の義務付けはなく、全国産業廃棄物連合会では現時点で実態としてどの程度の水銀が排ガスから排出されているのか把握していない。任意で測定を実施している事業者はあると思うが、かなり少ないと想定される。
- 今後、環境省におかれても、産業廃棄物焼却施設からの水銀の排出実態を調査し、その結果を踏まえて、今後の適切な措置を検討願いたい。そのような調査には全国産業廃棄物連合会として協力したいので、水銀の排出実態の把握を水銀大気排出小委員会における論点としていただきたい。
- なお、当連合会では、連合会理事等で焼却炉を有する事業者を対象として、測定データの収集の可能性を検討し始めたところである。収集できたデータは積極的に水銀大気排出小委員会の場に提供して参りたい。

水銀大気排出対策小委員会（第 3 回）ヒアリングの宿題事項

<施設工業会>

- 排ガス処理方法毎に、それぞれの方法を導入している施設における排ガス中水銀濃度（実測値）、除去率を施設毎に示してほしい。また、排出総量を示してほしい。（中杉委員、崎田委員、坂本委員長）

全都清の回答を参照願いたい。

- 活性炭吹込みによる吸着除去が約 700 施設とのことだが、これは一般廃棄物処理量約 4,000 万トンのうちどれくらいを占めるか。（貴田委員）

平成 24 年度市町村組合の処理実績より、各排ガス処理設備と処理実績の関係は下記の図の通り。

H24 排ガス処理設備と処理実績

