

## 各施設分類における水銀排出量のカバー率の推計

水俣条約第 8 条第 2 項 (b) は、各施設分類に関し、当該分類からの排出量の 75% を含む水準であれば、裾切り基準を設けて良いとしている。ばい煙排出規制の対象規模に基づく裾切り基準案に該当する施設からの排出量が全国排出量に占める割合を以下に示す。

1. 石炭火力発電所及び産業用石炭燃焼ボイラー<sup>1</sup>

## 【水銀排出施設の規模】

伝熱面積が 10 m<sup>2</sup> 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 1 時間当たり 50 L 以上のもの。(ばい煙発生施設と同様)

全国の一般電気事業者の石炭火力発電所は全て、ばい煙発生施設（施設の規模が伝熱面積が 10 m<sup>2</sup> 以上かつバーナーの燃料の燃焼能力が重油換算 1 時間当たり 50 L 以上）である。

卸電気事業者等＋特定電気事業者及び特定規模電気事業者（以下、「一般電気事業者以外」という。）の石炭火力発電所及び産業用石炭燃焼ボイラーに該当する施設の全国における設置数は正確には把握されていないが、平成 26 年度環境省調査では少なくとも全国に 141 施設あることが把握されており、このうち最も規模が小さい施設は、伝熱面積では 430 m<sup>2</sup>、バーナーの燃焼能力では重油換算 1 時間当たり 123 L であり、全てばい煙発生施設であった。

現在、大気排出インベントリーでは、一般電気事業者以外の石炭火力発電所及び産業用石炭燃焼ボイラーからの水銀大気排出量について、総括排出係数に石炭消費量を乗じて算出している。平成 27 年度水銀大気排出実態調査（以下「実態調査」という。）の協力施設 94 施設（全てばい煙発生施設）<sup>2</sup>のうち、年間石炭使用量の回答があった 93 施設における年間石炭使用量は、17,743 千トン<sup>(注1)</sup>である。

(注 1) 「年間石炭使用量 (乾炭) = 使用量 (t/日) × 稼働日数 (日/年)」として算出した。ただし、稼働日数が不明な場合は、その他施設の平均稼働日数を代入した。なお、特定電気事業者及び特定規模電気事業者の石炭消費量も一部含まれる。

<sup>1</sup> 水銀大気排出規制に関する検討においては、石炭火力発電所と産業用石炭ボイラーの定義付けはされていないが、本資料の 1. では、便宜上、資源エネルギー庁「電力調査統計」において一般電気事業者、卸電気事業者、特定電気事業者及び特定規模電気事業者の石炭使用量を石炭火力発電所における石炭使用量、経済産業省「特定業種石油等消費統計」のボイラー用石炭消費量を産業用石炭ボイラーにおける石炭使用量として記載した。

<sup>2</sup> 一般電気事業者の設置施設を含めると、協力施設数は 150 施設

また、平成 26 年度環境省調査で把握した 141 施設のうち、今回の実態調査において石炭使用量を把握していない 52 施設について、石炭使用量を推計すると、約 19,000 千トンとなる<sup>(注2)</sup>。

(注 2) 石炭使用量は施設規模と正の相関があると考えられることから、

石炭使用量と伝熱面積を把握している 85 施設から、係数 A ;  $65 = \text{石炭使用量} (16,227 \text{ 千トン}) / \text{伝熱面積} 248,775 \text{ m}^2 (\Sigma \text{伝熱面積} / 85 \text{ 施設})$

石炭使用量と燃焼能力を把握している 76 施設から、係数 B ;  $7.9 = \text{石炭使用量} (14,885 \text{ 千トン}) / 1,888,035 \text{ L/h 燃焼能力} (\Sigma \text{燃焼能力} / 76 \text{ 施設})$

を算出し、この係数を施設規模が判明している 52 施設の伝熱面積又は燃焼能力に乗じて推計した。

一方、石炭をガス化してガスタービンで発電する石炭ガス化複合発電については、国内に 1 施設あるが、実用化されて間もない発電技術であり、一般電気事業者が所有する一般的な発電所と比べると小型であることから、石炭消費量は多くない。

以上のことから、ばい煙発生施設の裾切り基準を水銀排出施設に適用した場合、石炭火力発電所及び石炭燃焼ボイラーからの水銀排出量のほぼ 100% をカバーすると考えられる。

表 1 平成 26 年度石炭消費量 (千トン/年)

施設分類	規制対象施設の石炭消費量	総合エネルギー需給バランス表における全国の石炭消費量
石炭火力 発電所	54,283 <sup>(注3)</sup>	92,246 <sup>(注5)</sup>
	18,681 <sup>(注4)</sup>	
	17,743 <sup>(注1)</sup>	
産業用石炭 ボイラー	+ 約 19,000 <sup>(注2)</sup>	17,727 <sup>(注6)</sup>
合計	109,707	109,973

(注 3) 平成 26 年度一般電気事業者 10 電力会社における石炭 (乾炭) 消費量 (出典: 資源エネルギー庁「電力調査統計」(平成 26 年度) 4-(1))

(注 4) 平成 26 年度「卸電気事業者」における石炭 (乾炭) 消費量の合計 (出典: 資源エネルギー庁「電力調査統計」(平成 26 年度) 4-(2))

(注 5) 資源エネルギー庁「総合エネルギー需給バランス表」(平成 26 年度) の「事業用発電の石炭エネルギー転換量」の値を用いた。

なお、水銀大気排出インベントリーでは、資源エネルギー庁「電力調査統計」(平成 26 年度) の「一般電気事業者 10 電力会社」+「卸電気事業者」+「特定電気事業者」+「特定規模電気事業者」における石炭 (74,255 千トン-乾炭/年) を用いているが、75%カバー率の推計にあたっては、全国の石炭消費量について大きい方の値を用いた。

(注 6) 資源エネルギー庁「総合エネルギー需給バランス表」(平成 26 年度) の「自家発電・自家用蒸気発生・地域熱供給の石炭エネルギー転換量」の値を用いた。

## 2. 非鉄金属製造に用いられる精錬及び焙焼の工程（一次施設）

【水銀排出施設の規模】（ばい煙発生施設と同様）

- ① 金属（ただし、鉛、亜鉛、銅及び工業金に限る。）の精製の用に供する溶解炉（こしき炉を除く。）（②及び③に掲げるものを除く。）

：火格子面積が  $1 \text{ m}^2$  以上であるか、羽口面断面積が  $0.5 \text{ m}^2$  以上であるか、1 時間当たりのバーナー燃焼能力が重油換算  $50 \text{ L}$  以上であるか、変圧器定格容量  $200 \text{ kVA}$  以上のもの。

- ② 銅、鉛又は亜鉛の精錬の用に供する焙焼炉、焼結炉（ペレット焼成炉を含む。）、溶鋳炉（溶鋳用反射炉を含む。）、転炉、溶解炉及び乾燥炉

：1 時間当たりの原料処理能力が  $0.5 \text{ トン}$  以上であるか、火格子面積が  $0.5 \text{ m}^2$  以上であるか、羽口面断面積が  $0.2 \text{ m}^2$  以上であるか、1 時間当たりのバーナー燃焼能力が重油換算  $20 \text{ L}$  以上のもの。

- ③鉛の二次施設の用に供する溶解炉

：1 時間当たりの燃焼能力が  $10 \text{ L}$  以上であるか、変圧器定格容量  $40 \text{ kVA}$  以上のもの。

日本鋳業協会へのヒアリングによると、銅、鉛、亜鉛及び工業金の生産に用いられる一次施設（熱処理を伴うものに限る。）は、ほぼ日本鋳業協会の会員企業の施設であり、会員企業の施設は全てばい煙発生施設に該当する。

以上のことから、ばい煙発生施設の裾切り基準を水銀排出施設に適用した場合、非鉄金属製造に用いられる精錬及び焙焼の工程（一次施設）からの水銀排出量のほぼ 100% をカバーすると考えられる。

### 3. 非鉄金属製造に用いられる精錬及び焙焼の工程（二次施設）

#### 【水銀排出施設の規模】

(1) ばい煙発生施設と同様の規模にするもの

- ① 金属（ただし、鉛、亜鉛、銅及び工業金に限る。）の精製の用に供する溶解炉（こしき炉を除く。）（②及び③に掲げるものを除く。）

：火格子面積が  $1 \text{ m}^2$  以上であるか、羽口面断面積が  $0.5 \text{ m}^2$  以上であるか、1 時間当たりのバーナー燃焼能力が重油換算  $50 \text{ L}$  以上であるか、変圧器定格容量  $200 \text{ kVA}$  以上のもの。

- ② 銅、鉛又は亜鉛の精錬の用に供する焙焼炉、焼結炉（ペレット焼成炉を含む。）、溶鋳炉（溶鋳用反射炉を含む。）、転炉、溶解炉及び乾燥炉

：1 時間当たりの原料処理能力が  $0.5 \text{ トン}$  以上であるか、火格子面積が  $0.5 \text{ m}^2$  以上であるか、羽口面断面積が  $0.2 \text{ m}^2$  以上であるか、1 時間当たりのバーナー燃焼能力が重油換算  $20 \text{ L}$  以上のもの。

- ③鉛の二次施設の用に供する溶解炉

：1 時間当たりの燃焼能力が  $10 \text{ L}$  以上であるか、変圧器定格容量  $40 \text{ kVA}$  以上のもの。

(2) ダイオキシン類対策特別措置法の亜鉛の回収施設と同様の規模にするもの

亜鉛の回収（製鋼の用に供する電気炉から発生するばいじんであって、集じん機により集められたものからの亜鉛の回収に限る。）の用に供する焙焼炉、焼結炉、溶鋳炉、溶解炉及び乾燥炉

：原料の処理能力が1時間当たり  $0.5 \text{ トン}$  以上のもの。

現在、大気排出インベントリーでは、非鉄金属製造からの水銀大気排出量は、金属ごとかつ一次施設/二次施設ごとに、総括排出係数に金属生産量を乗じて算出した水銀排出量に、製鋼の用に供する電気炉から発生するばいじんであって、集じん機により集められたものからの亜鉛の回収を行う焙焼炉からの水銀排出量を加算して算出している。

日本鋳業協会へのヒアリングによると、銅の生産に用いられる二次施設（熱処理を伴うものに限る。）は、ほぼ日本鋳業協会の会員企業の施設であり、会員企業の施設は全てばい煙発生施設に該当する。また、電気鉛、電気亜鉛又は蒸留亜鉛の生産に用

いられる二次施設も、ほぼ日本鋳業協会の会員企業の施設であり、全てばい煙発生施設に該当する。

また、日本鉄鋼連盟へのヒアリングによると、製鋼の用に供する電気炉から発生するばいじんであって、集じん機により集められたものからの亜鉛の回収を行う焙焼炉等は、全て原料の処理能力が1時間当たり0.5トン以上であり、全てばい煙発生施設である。

更に、実態調査の結果により、金の二次施設の水銀濃度は、他の金属に比べて低いことが確認されており、生産量が少ない（表3-2参照）ことから、水銀排出量は極めて少ないと考えられる。

一方、鉛バッテリー等から再生鉛を製造する施設や亜鉛めっきドロス等から再生亜鉛を製造する施設については、中小規模の施設もあると想定されるところ、全国にばい煙発生施設の裾切り未満の規模の施設がどの程度あるかは正確には把握されていないが、実態調査の結果によると、これらの施設における金属生産量あたりの水銀大気排出量（以下「総括排出係数」という。）は、電気鉛や電気亜鉛又は蒸留亜鉛を製造する二次施設よりも相当低い（表3-1参照）。

以上のことから、ばい煙発生施設の裾切り基準を水銀排出施設に適用した場合、非鉄金属製造に用いられる精錬及び焙焼の工程（一次施設を含む。）からの水銀排出量のほぼ100%をカバーすると考えられる。

表3-1 再生鉛及び再生亜鉛製造施設からの水銀大気排出量

施設区分		金属生産量 <sup>(注7)</sup> (トン/年)	総括排出係数 (g-Hg/トン)	水銀大気排出量 (トン/年)
再生鉛 製造施設	ばい煙発生施設	39,103	0.033 <sup>(注8)</sup>	0.0013
	上記以外			
再生亜鉛 製造施設	ばい煙発生施設	27,847	0.0034 <sup>(注9)</sup>	0.000095
	上記以外			
銅、電気鉛、電気亜鉛又は蒸留亜鉛製造施設及び亜鉛回収施設		—	—	1.4 <sup>(注10)</sup>

(注7) 資源エネルギー庁「非鉄金属等需給動態統計」（平成26年度）の再生鉛又は再生亜鉛の生産量

(注8) 平成27年度実測調査で得られた国内2施設の総括排出係数の算術平均値。各施設の総括排出係数は、平成27年度実測調査で得られた5回の測定結果に基づき、次式で算出。

総括排出係数＝平均排ガスの水銀濃度×平均排ガス量（乾）÷時間あたり再生金属生産量

(注9) 平成27年度実測調査で得られた国内1施設における5回の測定結果に基づき算出された総括排出係数。

(注10) 一次施設からの水銀排出量を含む非鉄金属製造施設からの水銀大気排出量：銅、電気鉛、電気亜鉛又は蒸留亜鉛製造施設（1.04トン）＋亜鉛回収施設（0.31トン）＋再生鉛製造施設（0.0013トン）＋再生亜鉛製造施設（0.000095トン）＋金二次施設（0.00011トン）

表 3-2 非鉄金属生産量（平成 26 年度）〔単位；トン〕

非鉄金属の 種類 (注 11)	全国の金属生産量 (注 12)		日本鉱業協会会員 による金属生産量 (注 14)	日本鉱業協会会員の 生産量に占める割合 (%)
	一次施設におけ る生産量 (注 13)	二次施設におけ る生産量 (注 13)		
銅（電気銅）	1, 538, 105		1, 538, 000	ほぼ 100%
鉛（電気鉛）	200, 239 (注 15)		200, 000	100%
鉛（再生鉛）	—	39, 103	—	0%
亜鉛（電気亜鉛 又は蒸留亜鉛）	528, 902	60, 098	589, 000	100%
亜鉛（再生亜鉛）	—	27, 847	—	0%
金（再生金）	—	15. 7 (注 16)	—	—

(注 11) 資源エネルギー庁「非鉄金属等需給動態統計」における分類

(注 12) 出典：資源エネルギー庁「非鉄金属等需給動態統計」（平成 26 年度）

(注 13) 資源エネルギー庁「非鉄金属等需給動態統計」（平成 26 年度）の生産量を日本鉱業協会へのヒアリングにより一次施設における生産量と二次施設における生産量に按分（概算）

(注 14) 出典：日本鉱業協会からの提供情報

(注 15) 国内の鉛の一次施設が 1 事業所のみであるため、生産量の内訳については記載しない

(注 16) 出典：資源エネルギー庁「貴金属流通統計調査」（平成 26 年度）

## 4. 廃棄物焼却炉

### 【水銀排出施設の規模】

火格子面積が 2 m<sup>2</sup> 以上であるか、又は焼却能力が 1 時間当たり 200 kg 以上であるもの（ばい煙発生施設の規模と同様）

ただし、「水銀回収義務付け産業廃棄物\*」及び「水銀含有再生資源」（水銀による環境の汚染の防止に関する法律第 2 条第 2 項）を取り扱うものは、水銀を確実に扱う施設として、裾切り基準を設けない。

\* 平成 29 年 10 月 1 日以降は、廃棄物処理法において、「水銀使用製品産業廃棄物」、「水銀含有ばいじん等」及び特別管理産業廃棄物のうち、高濃度に水銀を含有するものは、水銀回収が義務付けされる。

### 4.1 産業廃棄物焼却炉

全国の産業廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量は、廃棄物処理法の許可施設からの水銀大気排出量として推計している値である。焼却能力 200 kg/h 未満の施設（以下「小型焼却炉」という。）からの水銀大気排出量は 0.03～0.08 トン/年と推計された（表 4.1.1）。これは、全国の廃棄物焼却施設からの平成 26 年度排出量 2.3 トンに対して、1～3%程度である。

表 4.1.1 小型焼却炉（廃棄物処理法の規制対象外）からの水銀大気排出量

施設区分 (施設数)	産廃焼却量 (トン/年)	総括排出係数 <sup>(注17)</sup> (mg-Hg/トン)	水銀大気排出量 (トン/年)
小型焼却炉(約 44,000 施設 <sup>(注18)</sup> )	42 万～107 万 (注19)	78	0.03～0.08

(注17) 総括排出係数は平成27年度実測調査における焼却能力200 kg/h未満の6施設の測定結果を用いて次式により排出係数を算出した。

①  $\Sigma$  (平均排ガスの水銀濃度かける平均排ガス量(乾)) = 13.9 g-Hg/日

②  $\Sigma$  (焼却量) = 179 トン/日

排出係数 = ① ÷ ② = 0.078 g-Hg/トン = 78 mg-Hg/トン

(注18) 廃棄物処理法の焼却施設に該当する規模(ばい煙発生施設の規模と同様)未満であって、ダイオキシン類特別措置法の規制対象となる炉(焼却能力50 kg/h以上又は火床面積0.5 m<sup>2</sup>以上)は約4400施設あり、規制対象となる規模未満の焼却炉は、約39,600施設。

(注19) 小型焼却炉からの産廃焼却量は、次の方法で推計した(表4.1.2参照)。

表 4.1.2 小型焼却炉からの産廃焼却量の推計方法

施設規模	施設数 (A) <sup>(注20)</sup>	1施設あたりの年間焼却量原単位 (t/年)(B) <sup>(注21)</sup>	H25焼却処理量(t/年)	
			推計① <sup>(注22)</sup>	推計② <sup>(注23)</sup>
焼却能力が100～200 kg/h	3,076	78.7	242,081	900,000
焼却能力が50～100 kg/h	926	13.4	12,408	
伝熱面積が0.5 m <sup>2</sup> 以上であるが、焼却能力が50 kg/h未満	408	4.2	1,714	
伝熱面積が0.5 m <sup>2</sup> 未満であり、焼却能力が50 kg/h未満(ダイオキシン類特別措置法規制対象外)	39,600	4.2	166,320	166,320
合計			422,523	1,066,320

(注20) 出典：環境省「平成25年度ダイオキシン類対策特別措置法施行状況」(平成27年3月)、環境省「ダイオキシン類の排出量の目録(排出インベントリー)」(平成27年3月)

(注21) 出典：環境省「ダイオキシン類の排出量の目録(排出インベントリー)」(平成14年12月)

(注22) 推計①：A×Bで算出。

(注23) 推計②：平成25年度ダイオキシン類の排出量の目録(排出インベントリー)に係る調査の調査票情報から、小型廃棄物焼却炉(焼却能力が50 kg/h以上200 kg/h未満)の施設毎の焼却能力と年間稼働時間を用い、稼働時間中は常に焼却能力で稼働していると仮定して、小型廃棄物焼却炉の年間焼却量を算出。

## 4.2 一般廃棄物焼却施設

平成25年度一般廃棄物処理実態調査結果(環境省)によれば、ほぼ全ての施設がばい煙発生施設に該当するが、焼却能力200 kg/h未満が全国に16施設ある。全国の一般廃棄物焼却施設の総括排出係数に、16施設の廃棄物焼却量を乗じて、小型一般廃棄物焼却炉からの水銀大気排出量を推計した。

全国の一般廃棄物焼却施設からの平成26年度排出量は1.5トンと推計されており、焼却能力200 kg/hの施設が占める割合は0.003%程度である。

表 4.2.1 焼却能力 200 kg/h 未満の一般廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量

施設区分 (施設数) (注 24)	一廃焼却量 (トン/年)	総括排出係数 (注 25) (mg-Hg/トン)	水銀大気排出量 (トン/年)
焼却能力 200 kg/h 未満 (16 施設)	1,186	43	0.000051
全国の一般廃棄物焼却施設 (2102 施設)	34,804 千	43	1.5

(注 24) 出典：環境省「平成 25 年度一般廃棄物処理実態調査結果」より稼働中の炉数

(注 25) 総括排出係数は平成 27 年度実測調査で得られた国内 17 施設のデータを基に算出（平成 27 年度水銀大気排出実態調査では、水銀濃度が比較的高い施設も調査対象としたため、算術平均値ではなく中央値を用いている）。2015 年度調査では、200 kg/h 未満のデータが得られなかったため、全国の総括排出係数と同じ値を用いた。

### 4.3 下水汚泥焼却施設

下水道統計によれば、ほぼ全ての施設がばい煙発生施設に該当するが、焼却能力 200 kg/h 未満の施設が全国に 3 施設ある。全国の下水汚泥焼却施設の総括排出係数に、3 施設の焼却量を乗じて、小型下水汚泥焼却炉からの水銀大気排出量を推計した。

全国の下水汚泥焼却施設からの 2014 年度排出量は 1.4 トンと推計されており、焼却能力 200 kg/h 未満の施設が占める割合は 0.00007%程度である。

表 4.3.1 焼却能力 200 kg/h 未満の下水汚泥焼却施設からの水銀大気排出量

施設区分 (施設数) (注 26)	投入脱水汚泥 総量(トン -wet/年)	乾燥汚泥換算量 (トン-dry/年)	総括排出係数 (注 27) (mg-Hg/トン-dry)	水銀大気排出 量 (トン/年)
焼却能力 200 kg/h 未満 下水汚泥焼却施設(2 施設)	283	59	1.36	0.000000081
焼却能力 200 kg/h 未満 溶融施設(1 施設) (注 28)	—	698		0.000000095
合計				0.0000010
全国の下水汚泥焼却施設 (277 施設)	4,797 千	1,055 千	1.36	1.4

(注 26) 出典：公益社団法人日本下水道協会「下水道統計」（平成 25 年度）

(注 27) 総括排出係数は平成 27 年度実測調査で得られた国内 6 施設×5 回=30 データ数の調査結果に基づく。

(注 28) 下水汚泥焼却灰の溶融施設である。

以上により、「水銀回収義務付け産業廃棄物」及び「水銀含有再生資源」（水銀による環境の汚染の防止に関する法律第 2 条第 2 項）の取り扱う廃棄物焼却炉の裾切りを



設けず、それ以外のばい煙発生施設の裾切り基準を水銀排出施設に適用した場合、廃棄物焼却炉からの水銀排出量のほぼ 100%をカバーすると考えられる。

## 5. セメントクリンカー製造設備

### 【水銀排出施設の規模】

火格子面積が 1 m<sup>2</sup> 以上であるか、バーナーの燃料の燃焼能力が重油換算 1 時間当たり 50 L 以上であるか、又は変圧器の定格容量が 200 kVA 以上であるもの。

セメント協会へのヒアリングによると、全国のセメントクリンカー製造施設は全てばい煙発生施設に該当することから、ばい煙発生施設の裾切り基準を水銀排出施設に適用した場合、セメントクリンカー製造設備からの水銀排出量の 100%をカバーすると考えられる。

以上