

水銀大気排出インベントリー案（2014年度対象）

分類	項目		大気排出量 (ton-Hg/年) ¹		
			2010FY	2014FY	小計変化
条約対象	石炭火力発電所		0.83 - 1.0	1.3	9 - 14
	産業用石炭燃焼ボイラー		0.21	0.24	
	非鉄金属製造施設		0.94	1.4	
	廃棄物焼却施設	一般廃棄物焼却施設	1.3 - 1.9	1.5	14
		産業廃棄物焼却施設	0.73 - 4.1	2.5	
		下水汚泥焼却施設 ²	0.17 - 0.85	1.4	
セメント製造施設		5.3	5.5		
条約対象外	鉄鋼製造施設	一次製鉄施設	4.1	2.0	4.9 2.7 1.5 0.48
		二次製鉄施設	0.62	0.54	
	石油精製施設		0.1	0.1	
	石油・ガス生産施設		<0.001	0.00005	
	石油等の燃焼	石油火力発電施設	0.01	0.01	
		LNG 火力発電所	0.001	0.002	
		産業用ボイラー(石油系)	0.003	0.002	
		産業ボイラー(ガス系)	0.02	0.0006	
	生産プロセスに水銀または水銀化合物を使用する施設 ³	塩素アルカリ製造施設	N.O.	N.O.	
		塩化ビニルモノマー製造施設	N.O.	N.O.	
		ポリウレタン製造施設	N.O.	N.O.	
		ナトリウムメチラード製造施設	N.O.	N.O.	
		アセトアルデヒド製造施設	N.O.	N.O.	
		ビニルアセテート製造施設	N.O.	N.O.	
	水銀使用製品製造施設	バッテリー製造施設 ⁴	0	0	
		水銀スイッチ製造施設	N.E.	N.E.	
		水銀リレー製造施設	N.E.	N.E.	
		ランプ類製造施設 ⁵	0.01	0.005	
		石鹸及び化粧品製造施設	N.O.	N.O.	
		殺虫剤及び殺生物剤(農薬)製造	N.O.	N.O.	
		水銀血圧計製造施設	N.E.	N.E.	
		水銀体温計製造施設	N.E.	N.O.	
		歯科用水銀アマルガム製造施設	0.0004	N.O.	
		チメロサル製造施設	N.E.	N.E.	
		銀朱製造施設	N.E.	N.E.	
	その他 ⁸	石灰製品製造	1.0	< 0.22	
		パルプ・製紙(黒液)	0.23	< 0.041	
カーボンブラック製造		0.11	0.09		
蛍光灯回収・破砕		0.000005 - 0.000006	0.000003		
火葬		0.07	0.07		
運輸 ⁶		0.07	0.06		
廃棄物の中間処理施設 ⁷		N.E.	N.E.		
	水銀回収施設(蛍光灯を除く)	N.E.	N.E.		
自然由来	火山	>1.4	> 1.4	>1.4	
合計 (自然由来を除く)				19 - 24 (17 - 22) 18 (17)	

注：活動量等の情報収集にあたっては、原則として2014年度(2014年4月～2015年3月)のデータを使用している。2014年度のデータがない場合には2014暦年のデータを使用している。また、2014年のデータが無い場合には、2013年以前の最新年度のデータを使用している。

1 N.E.は Not Estimated, N.O.は Not Occurring を意味する。

2 国内法においては廃棄物焼却施設に該当しないものがあるが、廃棄物焼却施設として取り扱う。

3 我が国における全ての当該施設では既に水銀は用いられていない。

4 我が国ではボタン型電池のみ製造に水銀が用いられているが、製造プロセス上大気中に水銀を排出しない装置を使用しているため0とした。

5 一般蛍光灯、バックライト、HID ランプを含む。

6 対象はガソリン及び軽油の燃料消費量(営業用)

7 廃棄物焼却処理を除く。

8 過去の政府間交渉で取り上げられていないが、水銀の大気排出に蓋然性がある発生源

発生源（業種）ごとの水銀大気排出量の推計

1 . 石炭火力発電所	1
2 . 産業用石炭燃焼ボイラー	2
3 . 非鉄金属製造施設	4
4 . 廃棄物焼却施設	6
4 . 1 一般廃棄物焼却施設	6
4 . 2 産業廃棄物焼却施設	7
4 . 3 下水汚泥焼却施設	10
5 . セメント製造施設	12
6 . 鉄鋼製造施設	13
6 . 1 一次製鉄施設	13
6 . 2 二次製鉄施設（製鋼用電気炉）	14
7 . 石油精製施設	15
8 . 原油・天然ガス生産施設	16
9 . 石油等の燃焼施設	17
9 . 1 火力発電所（石炭火力を除く）	17
9 . 2 産業用ボイラー（石炭燃焼を除く）	18
10 . 生産プロセスに水銀又は水銀化合物を使用する施設	20
11 . 水銀使用製品製造施設	20
11 . 1 バッテリー製造施設	20
11 . 2 水銀スイッチ製造施設	20
11 . 3 水銀リレー製造施設	20
11 . 4 ランプ類製造施設	20
11 . 5 石鹸及び化粧品製造施設	21
11 . 6 殺虫剤及び殺生物剤（農薬）製造施設	21
11 . 7 水銀血圧計製造施設	21
11 . 8 水銀体温計製造施設	22
11 . 9 歯科用水銀アマルガム製造施設	22
11 . 10 チメロサール製造施設	22
11 . 11 銀朱製造施設	22
12 . その他	22
12 . 1 石灰製品製造施設	22
12 . 2 パルプ・製紙製造施設	23
12 . 3 カーボンブラック製造施設	24
12 . 4 蛍光灯回収・破碎施設	24
12 . 5 火葬場	25
12 . 6 運輸（燃料由来）	25
12 . 7 火山	25

1. 石炭火力発電所

(1) 総括排出係数を用いた推計

国内の発電電力量に、国内実測データに基づく総括排出係数¹を乗じて、石炭火力発電所からの水銀大気排出量を推計した。

表 1. 石炭火力発電所からの水銀大気排出量 (総括排出係数使用) (2010, 2013 年度)

対象年度	発電電力量 ^(注1) (億 kWh/年)	総括排出係数 ^(注2) (μ g/kWh)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	2,323	4.43	1.0
2013	2,845	4.43	1.3

(注1) 出典：エネルギー白書 2015。2013 年度データが最新 (年度別発電電力量 (一般電気事業用 [10 電力計(受電を含む)]) 推計実績)

(注2) 出典：2002 年電力中央研究所報告書。10 電力会社と電源開発(株)が対象。38 発電所中、11 発電所 17 ユニットで測定された値 (カバー率：29%)

(2) 原燃料中水銀含有量を用いた推計

石炭消費量、国内で使用されている発電用石炭中水銀含有量及び国内実測データに基づく石炭から煙突出口への水銀の移行割合を乗じて、石炭火力発電所からの水銀大気排出量を推計した。

表 2. 石炭火力発電所からの水銀大気排出量

(原燃料中水銀含有量使用) (2010, 2014 年度)

対象年度	石炭消費量 ^(注1) (千 ton/年)	石炭中 Hg 含有量 ^(注2) (mg/kg)	煙突出口への移行割合 ^(注3) (%)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	67,271	0.0454	27.1	0.83
2014	74,255	0.0454	27.1	0.91

(注1) 出典：資源エネルギー庁電力調査統計 (「10 電力会社 + 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」分の合計)

(注2) 出典：2002 年電力中央研究所報告書。86 炭種・181 データの算術平均値。

(注3) 出典：2002 年電力中央研究所報告書。9 発電所 14 ユニットで測定された煙突出口への移行割合 (施設数カバー率：24%)

(3) 水銀大気排出インベントリーの考え方

(1) (2) の推計では、水銀大気排出量は同程度となったが、インベントリーでは参照しているデータの多い (1) の推計値である 1.3 トンを採用した。

¹ 総括排出係数は排ガスの水銀濃度及び発電効率によって定まるため、排ガスの水銀濃度が一定の場合でも、発電効率の変化によって排出係数は変化する。発電効率 (発電端) の平均は、2002 年から 2010 年にかけても若干ではあるが向上していると推計されていることから (EDMC / エネルギー・経済統計要覧 (2010 年版)) 排ガスの水銀濃度が同じであれば 2010 年度の排出係数は若干小さくなる可能性があるが、参照できるデータが無いため、推計には 2002 年以前の実測データ及び発電効率から算出された総括排出係数を用いている。

2. 産業用石炭燃焼ボイラー

(1) 原燃料中水銀含有量を用いた推計

石炭消費量、国内で使用されている発電用石炭中水銀含有量及び国内実測データに基づく石炭から煙突出口への水銀の移行割合を乗じて、産業用石炭燃焼ボイラーからの水銀排出量を推計した。

表 3. 産業用石炭燃焼ボイラーからの水銀大気排出量
(原燃料中水銀含有量使用)(2010, 2014 年度)

対象年度	石炭消費量 ^(注1) (千 ton/年)	石炭中 Hg 含有量 ^(注2) (mg/kg)	煙突出口への 移行割合 ^(注3) (%)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	17,077	0.0454	27.1	0.21
2014	17,727	0.0454	27.1	0.22

(注1) 出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー需給バランス表」(自家用発電・自家用蒸気発生・地域熱供給の石炭エネルギー転換量)

(注2) 出典：2002 年電力中央研究所報告書。86 炭種・181 データの算術平均値。

(注3) 出典：2002 年電力中央研究所報告書。国内 9 発電所 14 ユニットで測定された値(産業用石炭燃焼ボイラーの実測値ではないため、カバー率 0%)

(2) 総括排出係数を用いた推計

2015 年度推計では、2015 年度水銀大気排出実態調査を踏まえて総括排出係数を更新した。この値に石炭消費量を乗じて、産業用石炭燃焼ボイラーからの水銀大気排出量を推計した。

表 4. 産業用石炭燃焼ボイラーからの水銀大気排出量
(総括排出係数使用)(2010, 2014 年度)

対象年度	石炭消費量ベース 排出係数 ^(注1) (mg-Hg/ton)	石炭消費量 ^(注2) (千 ton/年)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	0.021 ~ 0.306	17,077	0.00036 ~ 0.005
2014	13.425	17,727	0.24

(注1) 2012 年度推計においては、国内 3 施設で測定された値の最大値及び最小値から石炭消費量ベースの排出係数を算出したが、2015 年度水銀大気排出実態調査において 69 施設(カバー率約 49%)の測定結果が得られたことから、2015 年度推計に当たっては、2015 年度水銀大気排出実態調査の測定結果を用いて次式により排出係数を算出した。

$$(\text{平均排ガスの水銀濃度} \times \text{平均ガス量(乾)}) = 552,458,664 (\mu\text{g-Hg/d})$$

$$(\text{石炭使用量}) = 41,151 (\text{ton/d})$$

$$\text{排出係数} = \frac{552,458,664}{41,151} = 13,425 (\mu\text{g-Hg/ton}) = 13.425 (\text{mg-Hg/ton})$$

(注2) 出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー需給バランス表」(自家用発電・自家用蒸気発生・地域熱供給の石炭エネルギー転換量)

(3) 水銀大気排出インベントリーの考え方

(1) (2) の推計では、水銀大気排出量はほぼ同じ値となった。インベントリーでは、2015 年度水銀大気排出実態調査に基づく石炭消費量ベースの総括排出係数を使用した 0.24 トンを採用している。

3. 非鉄金属製造施設

(1) 業界団体による推計

2010年度対象のインベントリーでは、2010年度に日本鉱業協会によって実施された自主測定（国内の非鉄金属製造施設における排ガス実測）に基づく推計値が下記のとおり日本鉱業協会より提供された。

表 5. 非鉄金属製造施設からの水銀大気排出量（2010年度）

対象年度	排ガスの Hg 濃度 ^(注1) ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	年間排ガス量 ($\text{Nm}^3/\text{年}$)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	18.6 (平均値)	5.0×10^{10}	0.94

(注1) 排ガス実測データは、国内 6 社 18 事業所のデータに基づく。国内で鉱石を扱う一次製錬会社のほぼ全てをカバー。

(2) 電気炉ダスト焙焼炉等（二次亜鉛）

鉄鋼製造施設で発生した電気炉ダストは、適切な処理を施すことで、ダスト中の鉄分を鉄源（還元鉄）として電気炉プロセスの中で再利用する他、ダスト中に微量に含まれる亜鉛の回収も行われている。製鉄ダストから鉄や亜鉛を回収するための前処理として、乾燥炉での水分調整及び焙焼炉での還元が行われている。

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、溶鉱炉及び乾燥炉については、非鉄金属製造施設の二次施設として規制されるため、非鉄金属製造施設の項目に含める。これらの炉について、2013年度～2015年度に日本鉄鋼連盟によって実施された自主測定に基づく水銀大気排出量は以下のとおりである。

表 6. 電気炉ダスト焙焼炉等からの水銀大気排出量（2014年度）

算定対象	水銀大気排出原単位 ^(注1) (mg-Hg/ダスト ton)	電気炉ダスト 年間処理量 (千 ton/年)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
乾燥炉	0.82	1,600	0.0010
焙焼炉	192.7		0.31
合計			0.31

(注1) 測定対象施設：乾燥炉 9/9 施設（カバー率 100%）、焙焼炉 11/13 施設（カバー率 84.6%）

(3) 2015年度水銀大気排出実態調査に基づく推計

2015年度水銀大気排出実態調査で得られた実測データ（2005年～2015年）を基に総括排出係数を算出し、全国の非鉄金属生産量に乗じて、非鉄金属製造施設からの水銀大気排出量を算出した。（2）の製鉄ダスト焙焼炉等からの排出量も合わせた、非鉄金属製造施設か

らの水銀大気排出量は以下のとおりである。

表 7. 非鉄金属製造施設からの水銀大気排出量 (2014 年度)

非鉄金属	生産者 ^(注1)	算出方法 ^{(注2)(注3)}	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
電気銅 (一次 + 二次)	会員	(平均排ガスの水銀濃度 × 平均ガス量 (乾))	0.21
電気亜鉛又は蒸留亜鉛 (一次)	会員		0.020
電気亜鉛又は蒸留亜鉛 (二次)	会員		0.49
再生亜鉛 (二次)	非会員	総括排出係数 × 生産量	0.000095
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、溶鋳炉及び乾燥炉からの排出量			0.31
電気鉛 (一次)	会員	(平均排ガスの水銀濃度 × 平均ガス量 (乾))	0.030
電気鉛 (二次)	会員		0.29
再生鉛 (二次)	非会員	総括排出係数 × 生産量	0.0013
金 (二次)	会員	(平均排ガスの水銀濃度 × 平均ガス量 (乾))	0.00011
合計			1.4

(注1) 生産者は、日本鋳業協会の会員、非会員で区別しており、総括排出係数の算出も会員の値と非会員の値を区別して算出している。

(注2) 日本鋳業協会による生産分の排出係数については、2015 年度水銀大気排出実態調査において、日本鋳業協会の会員企業 41 施設 (会員カバー率 100%) の測定結果を用いて、次式により算出した。

$$\text{水銀大気排出量 (ton-Hg/年)} = (\text{平均排ガスの水銀濃度 (}\mu\text{g-Hg/Nm}^3\text{)} \times \text{平均ガス量 (乾) (Nm}^3\text{/h)} \times \text{年間稼働時間 (h/年)})$$

(注3) 日本鋳業協会の非会員による生産分である再生亜鉛 (二次) と再生鉛 (二次) に関して、再生亜鉛について 1 施設、再生鉛について 2 施設の生産量データが得られたため、総括排出係数を個別に算出している。なお、参照データが少ないため、係数の精度が低く、今後見直しが必要である。

【再生亜鉛 (二次)】

$$\text{総括排出係数 (0.0034g-Hg/トン)} \times \text{生産量 (28 千トン/年)}$$

【再生鉛 (二次)】

$$\text{総括排出係数 (0.033g-Hg/トン)} \times \text{生産量 (39 千トン/年)}$$

4 . 廃棄物焼却施設

4 . 1 一般廃棄物焼却施設

2012 年度推計結果（2010 年度）は表 8 のとおりである。

表 8 . 一般廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量（2010 年度）

一般廃棄物焼却施設の種類	一廃焼却量 ^(注1) (千 ton/年)	総括排出係数 ^(注2) (mg-Hg/ton)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
焼却施設（灰溶融併設施設を除く。）	28,565	42 ~ 61 ^(注3)	1.2~1.7
灰溶融併設施設	6,381	16 ~ 28 ^(注4)	0.10~0.18
計			1.3 ~ 1.9

（注 1）出典：平成 22 年度一般廃棄物処理実態調査結果（環境省）

（注 2）出典：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（平成 23 年 3 月、（株）環境計画研究所）

（注 3）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%）

（注 4）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%）

推計の更新にあたっては、2015 年度水銀大気排出実態調査を踏まえて総括排出係数の見直しを行い、その値に一般廃棄物焼却量を乗じて、一般廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量を推計した。なお、一般廃棄物焼却量は現時点で 2014 年度データが公開されていないため、2013 年度データを用いている。

表 9 . 一般廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量（2013 年度）

一般廃棄物焼却施設の種類	一廃焼却量 ^(注1) (千 ton/年)	総括排出係数 ^(注2) (mg-Hg/ton)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
焼却施設（灰溶融併設施設を除く）	25,995	43	1.1
灰溶融併設施設	8,809	43	0.38
計			1.48

（注 1）出典：平成 25 年度一般廃棄物処理実態調査結果（環境省）。現時点で 2013 年度データが最新版。

（注 2）2015 年度水銀大気排出実態調査で把握された国内 17 炉（カバー率 0.8%）のデータの中央値（2015 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）

4.2 産業廃棄物焼却施設

(1) 2015年度水銀大気排出実態調査に基づく推計

2015年度水銀大気排出実態調査で得られた実測データ(2013~2015年)を基に算出した排ガスの水銀濃度(15 µg-Hg/Nm³)に、全国の産業廃棄物焼却施設の排ガス量(1.5 × 10¹¹ Nm³、2013年度実績)を乗じて、産業廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量を推計した。

表 10. 産業廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量(排ガスの水銀濃度使用)(2013年度)

排ガスの水銀濃度 ^(注1) (µg-Hg/Nm ³)	全国排ガス量 ^(注2) (Nm ³)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
15	1.5 × 10 ¹¹	2.3

(注1) 2015年度水銀大気排出実態調査で得られた実測データ(2013~2015年、177施設、カバー率14%)を基に、加重平均値((排ガスの水銀濃度 × 排ガス量) ÷ (排ガス量))を求めた。

(注2) 出典:「平成26年度産業廃棄物焼却施設におけるダイオキシン類排出状況等調査(平成25年度実績)」の推計結果 1.5 × 10¹¹ Nm³

(2) 廃棄物を処理する製鋼用電気炉

2008年度~2015年度に日本鉄鋼連盟によって実施された自主測定に基づく、製鋼用電気炉(廃棄物を処理する施設)からの水銀大気排出量は以下のとおりである。

表 11. 製鋼用電気炉(廃棄物を処理する施設)からの水銀大気排出量(2014年度)

製鋼用電気炉 (処理する廃棄物)	水銀大気排出原単位 ^(注1) (mg-Hg/製品 ton)	電炉鋼年間生産量 (千 ton/年)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
廃乾電池以外の廃棄物	33.4	1,548	0.052
廃乾電池	41.8	2,482	0.10
		合計	0.15

(注1) 測定対象施設: 全国で稼働中の製鋼用電気炉中、廃乾電池以外の廃棄物を処理する施設(7施設中4施設(カバー率71.4%))及び廃乾電池を処理する施設(7施設中7施設(カバー率100%))

(3) 水銀大気排出インベントリーの考え方

2015年度推計では、実測データに基づく(1)の2.3トンを採用し、これに(2)の0.15トンを足し合わせた2.5トンを産業廃棄物焼却施設からの排出量とする。

なお、2012年度推計時の数値を用いた方法も(4)(5)で試算しているが、精度が低い方法と考えられるため、あくまで参考値として示している。

(4) 原燃料中水銀含有量を用いた試算(参考)

2005年度対象インベントリーに用いた廃棄物中水銀含有量に産業廃棄物の種類別の推定焼却量(2012年度)を乗じ、さらに2005年度対象インベントリーに用いた排出低減効率を乗じて、水銀大気排出量を推計した。なお、廃棄物種類別の水銀含有量に幅があり、また医療廃棄物の焼却量の情報が不足しており精度が低い方法と考えられるため、参考値として示している。

表 12. 産業廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量(原燃料中水銀含有量使用)(2012年度)

廃棄物種類	廃棄物中 水銀含有量 (g/ton)	2012FY 焼却量 ^(注1) (千 ton/年)	排出低減 効率	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
汚泥	0.446	10,923	0.479	2.5
廃油	-	1,402		
廃プラスチック類	0.115~0.384	601		0.04~0.12
燃え殻	-	1,259		
廃酸	0.002~0.187	56		0.0001~0.005
廃アルカリ	-	822		
紙くず	0.018	270		0.003
木くず	0.013~0.113	530		0.004~0.031
金属くず	-	24		
ガラスくず等	-	203		
鋳さい	-	5,011		
ばいじん	-	6,407		
繊維くず	0.161~0.493	9		0.0008~0.0023
動植物性残渣	-	689		
医療廃棄物	1.00~2.35	983		0.52~1.2
計				

(注1) 医療廃棄物以外の廃棄物の焼却量は、産業廃棄物の中間処理量に焼却施設投入割合を乗じた推計値。

焼却施設投入割合出典：平成21年度PRTR届出外排出量推計業務報告書 第2分冊廃棄物処理施設に係る検討等(平成22年3月、(株)環境計画研究所)

産廃中間処理量出典：産業廃棄物排出・処理状況調査(2012年度実績)。現時点で2012年度が最新版

(注2) 「医療廃棄物」の焼却量は、全国の病床数に、下記の1床あたり排出量および焼却率(いずれも医療廃棄物白書2007を参考に設定)を乗じて算出したものの合計。医療廃棄物白書2007によると、医療廃棄物を院内または自治体のみで処理している割合は少ないと考えられることから、外部委託率は考慮せず、全て産業廃棄物として処理されると仮定した。

	1床あたり排出量	推定焼却量	焼却率
感染性廃棄物	0.174 (t/年・床)	250	90%
非感染性廃棄物	0.575 (t/年・床)	733	80%

「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書(環境省)」において、医療廃棄物焼却量は表12中のその他の廃棄物焼却量(汚泥~動植物性残渣の項目)の内数となるため、医療廃棄物焼却量はダブルカウントされることになるが、全体の約3%と少ないため加算している。

(5) 総括排出係数を用いた試算 (参考)

2012 年度推計では、 医療廃棄物を除く産業廃棄物の総括排出係数、 医療廃棄物焼却時の総括排出係数²、及び 両者を区別しない総括排出係数を用いた推計を試みた。国内の産業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に産業廃棄物焼却量 (年度) 及び医療廃棄物焼却量 (暦年) を乗じて、水銀大気排出量を推計した。なお、総括排出係数の算出に用いたデータ数が少なく、精度の低い方法と考えられるため、参考値として示している。

表 13 . 産業廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量 (総括排出係数使用) (2010 年度)

対象年度	焼却量の 出典年	焼却量 (千 ton/年)	総括排出係数 (g-Hg/ton)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	産業廃棄物 (医療廃棄物 を含まない) 2009	22,140 (注 ¹)	0.019 (注 ²)	0.42
	医療廃棄物 2010	983	0.31 (注 ³)	0.31
	合計			0.73
	2009FY	22,140	0.048 (注 ⁴)	1.1

(注 1) 医療廃棄物を含む全産業廃棄物焼却量であるが、医療廃棄物の割合は全体の約 4% と少ないため加算している。

(注 2) 全国稼働中の産業廃棄物焼却施設 1991 施設中、医療廃棄物を取り扱う 12 施設のデータを基に算出。ただし、医療廃棄物を焼却していない施設数は不明。

(注 3) 全国稼働中の産業廃棄物焼却施設 1991 施設中、医療廃棄物を取り扱う 6 施設のデータを基に算出。ただし、医療廃棄物を焼却している施設数は不明。

(注 4) 全国稼働中の 1,991 施設中、注 2 の 12 施設及び注 3 の 6 施設の計 18 施設のデータを基に算出 (医療廃棄物の焼却の有無を考慮しない推計)

² 非医療廃棄物も含む。

4.3 下水汚泥焼却施設

国内法において廃棄物焼却施設に該当しないものがあるが、廃棄物焼却施設として取扱う。

(1) 原燃料中水銀含有量を用いた推計

2005年度対象インベントリー推計時に用いた下水汚泥中水銀含有量、2010年度及び2014年度の下水汚泥焼却量及び2005年度対象インベントリー推計時に用いた排出低減効率を乗じて、2010年度及び2014年度の水銀大気排出量を推計した。

表 14. 下水汚泥焼却施設からの水銀大気排出量
(原燃料中水銀含有量使用)(2010, 2014年度)

対象年度	下水汚泥中 Hg含有量 ^(注1) (mg/kg-dry)	下水汚泥焼却量 ^(注2)		排出低減 効率	水銀大気 排出量 (ton-Hg/年)
		湿重量 (千 ton-wet/年)	乾重量 (千 ton-wet/年)		
2010	0.31~1.6	4,660	1,025	0.479	0.17~0.85
2014	0.31~1.6	4,797	1,055	0.479	0.17~0.88

(注1) 2005年度対象インベントリー推計時には、文献調査結果1及び2に基づき、下水汚泥中水銀含有量を「0.31~1.6 mg/kg-dry」と設定した。2012年度に入手した文献調査結果3の平均値がこの濃度範囲内であるため、下水汚泥中水銀含有量は、2005年度対象インベントリー推計時の値を引き続き使用している。

国内データ	下水汚泥中水銀含有量	備考
文献調査 ³ 結果1	0.64 mg/kg-dry	2008年の調査結果(「排ガス処理装置前の排ガスのHg濃度×排ガス量÷下水汚泥焼却量」により推計)
	0.31 mg/kg-dry	
文献調査 ⁴ 結果2	平均値：1.60 mg/kg-dry (0.11~4.99 mg/kg-dry)	1972年~2003年の10文献の調査結果
文献調査 ⁵ 結果3	平均値：1.1 mg/kg-dry (0.2~8.0 mg/kg-dry)	2003年の全国22か所の測定結果

³ 貴田晶子 他；循環廃棄過程を含めた水銀の排出インベントリーと排出削減に関する研究(廃棄物処理時等化学研究補助事業(平成17年度~平成19年度))

⁴ 上記1の文献で、下記元文献を基にして整理されている。

原田良誠、藤原久仁一、鈴木政弘、岡田真人：下水汚泥の緑農地利用と含有重金属、下水道協会誌、25(284)、30-38(1988)、五十嵐操、上田義一：下水汚泥旋回溶解における重金属の挙動、下水道協会誌、36(446)、133-141(1999)、近藤順子、岡沢和好、浜田隆治：汚泥焼却における重金属と窒素の挙動、第9回下水道研究発表会講演要旨集、272-273(1972)、松井三郎、平岡正勝：下水汚泥に伴って発生する大気汚染の諸問題、下水道協会誌、11(124)、13-24(1974)、H.W.Cambell, P.J Crescuolo, R.Bridle: Fate of heavy metals and potential for clinker formation during pilot scale incineration of municipal sludge, Water Sci. Technol, Vol14 ., 463-473, 1982、野村幸弘、降旗敦海：有機性汚泥の重金属除去に関する研究、長野県衛生公害研究所研究報告、13,23-27(1990)、大石達明、房家正博、佐藤四郎、安富俊雄：汚泥・燃えがら等に含まれる重金属類の含有量と溶出率の関係、静岡衛生環境センター報告、29,123-130(1986)、杉島和太郎：汚泥処理 7. I N D U S T (いんだすと)、18(10)、50-54(2003)、水野勝、宮川作次、服部廉：下水汚泥コンポストの有害物質調査、水処理技術、43(2)、71-75(2002)、鈴垣祐志、伊藤新治、鈴木明、渡辺春樹、森孝志、町田茂：超臨界水酸化法による下水汚泥の処理、用水と廃水、44(10)、885-889(2002)

⁵ 鈴木穰：下水汚泥有効利用に伴うリスク評価に関する研究、(独)土木研究所、(2001~2003)

(注2) 下水汚泥焼却量(湿重量ベース)は、国交省の下水道統計調査結果を参照している。下水汚泥焼却量(乾重量ベース)は「湿重量ベース焼却量×(1-0.78)」で算出した。0.78は、「汚泥焼却設備に投入された脱水汚泥の平均含水率(出典：下水道統計)」の算術平均値(78%)を用いた。2007年～2009年、2013年の下水道統計を参照したが、いずれも算術平均値は同程度だった(2013年では77.6%)。

なお、2012年度推計で用いた焼却量は2009年度の値、2015年度推計で用いた焼却量は2013年度の値である。

(注3) 産業廃棄物焼却施設の排出低減効率を代用している。

(2) 総括排出係数を用いた推計

2012年度推計では、下水汚泥焼却量(湿重量)に、国内文献から得られた総括排出係数を乗じて、水銀大気排出量を推計した。2015年度推計では、下水汚泥焼却量(乾重量)に、2015年度水銀大気排出実態調査を踏まえ更新した総括排出係数を乗じて、水銀大気排出量を推計した。

表 15. 下水汚泥焼却施設からの水銀大気排出量(総括排出係数使用)(2010, 2014年度)

対象年度	下水汚泥焼却量 ^(注1)		総括排出係数	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
	湿重量 (千 ton-wet/年)	乾重量 (千 ton-wet/年)		
2010	4,660	1,025	0.013 ~ 0.29 ^(注2) (mg-Hg/ton-wet)	0.061 ~ 1.4
2014	4,797	1,055	1.36 ^(注3) (mg-Hg/ton-dry)	1.4

(注1) 下水汚泥焼却量(乾重量ベース)は「湿重量ベース焼却量×(1-0.78)」で算出した。0.78は、「汚泥焼却設備に投入された脱水汚泥の平均含水率(出典：下水道統計)」の算術平均値(78%)を用いた。2007年～2009年、2013年の下水道統計を参照したが、いずれも算術平均値は同程度だった(2013年では77.6%)。

なお、2012年度推計で用いた焼却量は2009年度の値、2015年度推計で用いた焼却量は2013年度の値である。

(注2) 2012年度推計の総括排出係数については、下記の国内データを入手し、これらの最小値～最大値を用いた。

国内データ	総括排出係数	備考
文献調査結果 1	0.013 mg/kg-wet	2008年の調査結果 (「排ガス処理装置後の排ガスのHg濃度×排ガス量÷下水汚泥焼却量」により推計)
	0.29 mg/kg-wet	
文献調査 ⁶ 結果 4	0.117 mg/kg-wet	
	0.067 mg/kg-wet	

(注3) 2015年度水銀大気排出実態調査では、国内6施設×5回=30データ数の調査結果が得られた。

(3) 水銀大気排出インベントリーの考え方

(1)と(2)の比較にあたっては、本年度実測調査を実施した(2)の方法の信頼性が高いと考えられるため、インベントリーでは(2)の値を採用する。

⁶ 高岡昌輝,他; 下水汚泥焼却施設からの水銀排出量及び水銀排出挙動に関する研究、学会誌「EICA」第13巻、第2・3合併号(2008)

5 . セメント製造施設

2013 年度推計では、クリンカ生産量に、セメント協会より提供された総括排出係数を乗じて、セメント製造施設からの水銀大気排出量を推計した。

2015 年度推計では、国内全 51 基からの水銀大気排出量を足し合わせ、セメント製造施設からの水銀大気排出量は 5.5 トンと把握された。1 基あたりの水銀排出量は、各基の排ガスの平均水銀濃度、平均排ガス量及び年間稼動時間に乗じて算出している。各基の排ガスの平均水銀濃度及び平均排ガス量は、2015 年度水銀大気排出実態調査及び 2007 年～2015 年にセメント協会によって実施された自主測定的全データの算術平均値を使用した。年間水銀大気排出量を年間クリンカ生産量で除した総括排出係数は 107 (mg-Hg/ton) に更新された。

表 16 . セメント製造施設からの水銀大気排出量 (2010, 2014 年度)

対象年度	クリンカ生産量 (千 ton/年)	総括排出係数 (mg-Hg/ton)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	47,279 ^(注1)	112 ^(注3)	5.3
2014	51,573 ^(注2)	107 ^(注4)	5.5

(注1) 出典：セメントハンドブック (セメント協会)

(注2) 出典：セメント協会ヒアリング結果

(注3) 2012 年度セメント協会による実測調査結果を踏まえ、セメント協会により算出された値
(環境省「平成 25 年度水銀大気排出抑制対策調査業務報告書」)

(注4) 水銀大気排出量をクリンカ生産量で除した値 ($5.5 \times 10^9 \div 51,573$)

6．鉄鋼製造施設

鉄鋼製造施設からの水銀大気排出量については、2008年度～2015年度に日本鉄鋼連盟によって実施された自主測定に基づく推計排出量が日本鉄鋼連盟より提供された。2014年度の鉄鋼製造施設全体としての水銀大気排出量は以下のとおりであり、焼結炉（ペレット焼成炉含む）が主要な水銀大気排出源となっている。

表 17．鉄鋼製造施設からの水銀大気排出量（2014年度）

区分	施設	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
一次製鉄施設	焼結炉（ペレット焼成炉含む）	1.8
	高炉副生ガス由来	0.13
	コークス炉副生ガス由来	0.023
二次製鉄施設	製鋼用電気炉（廃棄物処理なし）	0.54
鉄鋼製造施設 計		2.5

（注） 印は実測調査を踏まえ係数の見直しを行った発生源

6．1 一次製鉄施設

（1）焼結炉（ペレット焼成炉含む）

2008年度～2015年度に日本鉄鋼連盟によって実施された自主測定に基づく、水銀大気排出源単位に焼結鉱及び鉄鉱石ペレット生産量を乗じて、焼結炉からの水銀大気排出量を推計した。

表 18．焼結炉（ペレット焼成炉含む）からの水銀大気排出量（2014年度）

算定対象	水銀大気排出原単位 ^(注1) (mg-Hg/製品 ton)	製品年間生産量 ^(注2) (千 ton/年)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
焼結炉（ペレット焼成炉含む）	16.2	111,967	1.8

（注1）測定対象施設：焼結炉 25 施設及びペレット焼成炉 1 施設（計 26 施設、カバー率 100%）

（注2）焼結鉱及び鉄鉱石ペレット生産量

（2）高炉副生ガス及びコークス炉副生ガス由来

高炉副生ガス及びコークス炉副生ガス由来の水銀大気排出量については、2015年度推計において、2010年度の大気排出源単位に、粗鋼生産量、コークス生産量を乗じて2014年度の排出量を推計した。

表 19．高炉副生ガス及びコークス炉副生ガス由来の水銀大気排出量（2014 年度）

算定対象	水銀大気排出原単位 (mg-Hg/製品 ton)	製品年間生産量 ^(注1) (千 ton/年)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
高炉副生ガス	1.6	83,900	0.13
コークス炉副生ガス	0.89	25,979	0.023

(注1) 粗鋼生産量(高炉副生ガス)、コークス生産量(コークス炉副生ガス)

6.2 二次製鉄施設(製鋼用電気炉)

2008 年度～2015 年度に日本鉄鋼連盟によって実施された自主測定に基づく、二次製鉄施設(製鋼用電気炉のうち、廃棄物进行处理しない施設)からの水銀大気排出量は以下のとおりである。

表 20．製鋼用電気炉(廃棄物进行处理しない施設)からの水銀大気排出量(2014 年度)

算定対象	水銀大気排出原単位 ^(注1) (mg-Hg/製品 ton)	電炉鋼年間生産量 (千 ton/年)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
製鋼用電気炉 (廃棄物进行处理しない施設)	25.8	21,095	0.54

(注1) 測定対象施設：全国で稼働中の製鋼用電気炉(廃棄物进行处理しない施設)64 施設中、60 施設(カバー率 93.8%)

7. 石油精製施設

石油精製施設については国内の実測データが無く、UNEP ツールキット (Version 1.1) に示されているデフォルト値の分配係数を用いて推計を行った。原油処理量に業界団体調査に基づく原油中水銀含有量を乗じ、さらに、大気への分配率を乗じて、石油精製施設からの水銀大気排出量を推計した。

表 21. 石油精製施設からの水銀大気排出量 (2010, 2014 年度)

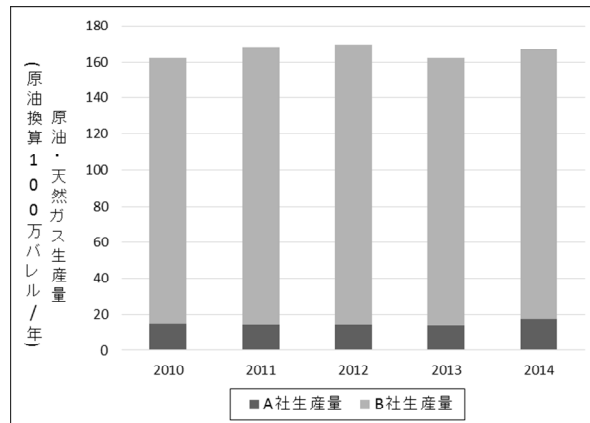
対象年度	原油処理量 (ML/年)	水銀含有量 ^(注1) (mg-Hg/kL)	大気への 分配率 ^(注2)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	208,633	2.6	0.25	0.14
2014	189,001	2.6	0.25	0.12

(注1) 2009年～2010年石油連盟会員企業測定結果。国内各社の原油種別データ (n数不明) から、国別に加重平均水銀含有量 (ppb) を算出したもの。

(注2) 出典：UNEP ツールキット (Ver.1.1) に示されているデフォルト値。

8 . 原油・天然ガス生産施設

国内に原油・天然ガス生産施設を有する3事業者に対する2013年度ヒアリング調査によれば、2010年度における3社の水銀大気排出量の合計値は50 g-Hgである。2014年度の原油・天然ガス生産量は2010年度とほぼ同程度であるため、原油・天然ガス生産施設からの水銀大気排出量も、引き続き同値(0.00005 ton-Hg)を用いることとする。なお、インベントリーではこの値を最小値として取り扱っている。



単位：原油換算 100 万バレル/年 (100 万 BOE/年)。BOE は 1 バレル (159 リットル) の原油燃焼時に生じるエネルギーを 1 ユニットとする単位、1BOE は 160~170m³ の天然ガスに相当。

出典：国内の原油・天然ガス生産事業者 2 社のウェブサイト

図 1 . 国内における原油・天然ガス生産量 (実績値)

9. 石油等の燃焼施設

9.1 火力発電所（石炭火力を除く）

火力発電所における排ガス処理設備の導入状況及び燃料中水銀含有量を踏まえ、火力発電所からの水銀大気排出量を推計した。

表 22. 火力発電所における排ガス処理設備の導入状況

施設の種類の	排ガス処理設備	排出低減効率 ^(注1)
石炭火力発電所	電気集じん機 + 脱硫装置	0.729 ^(注2)
石油火力発電所	電気集じん機 + 脱硫装置（一部の施設）	0.5 ^(注3)
LNG 火力発電所	電気集じん機及び脱硫装置の設置なし	0 ^(注4)

(注1) 排出低減効率が 0.729 の時、水銀排出量が 72.9% 低減される。

(注2) 電力中央研究所報告「石炭火力発電所の微量物質排出実態調査(調査報告:W02002)」の値

(注3) 電力中央研究所報告「石炭火力発電所の微量物質排出実態調査(調査報告:W02002)」の値
(湿式脱硫装置の水銀除去影響を除き、電気集じん機の水銀除去影響のみの値)

(注4) LNG 火力発電所では集じん装置および脱硫装置の設置はないため 0 とした。

表 23. 燃料中水銀含有量

燃料	水銀含有量	出典
重油	1 mg/t	業界団体実測値 (2001,2)
原油	2.6 mg/kL	業界団体報告値 (2009,10)
ナフサ	1 mg/t	OPEN SPEC NAPHTHA 上限値
NGL	-	不明
LNG	0.014 mg/t	一般的に天然ガス中の水銀は液化基地において除去されており、液化プロセスにおける設計基準は 0.01 µg-Hg/Nm ³ とされる。なお、水銀含有量は LNG の密度を 0.7 kg/Nm ³ として設定した。
LPG	2.5 mg/t	国内実測値 (検出限界値, 0.005 mg/ Nm ³)。なお、水銀含有量は LPG の密度を 2 kg/Nm ³ として設定した。

表 24. 火力発電所（石炭火力除く）からの水銀大気排出量（2010 年度）

施設の種類の	燃料	2010FY 活動量	水銀含有量	排出低減効率	水銀大気排出量 (kg-Hg/年)
石油 火力発電所	重油 ^(注1)	6,318 千 kL/年	1 mg/t	0.5	2.8
	原油	4,759 千 kL/年	2.6 mg/kL	0.5	6.2
	ナフサ	0	1 mg/t	0.5	0.0
	NGL	13 千 kL/年	-	0.5	N.E.
	計				9.0
LNG 火力発電所	LNG	41,743 千 t/年	0.014 mg/t	0	0.6
	LPG	328 千 t/年	2.5 mg/t	0	0.8
	計				1.4

(注1) 重油の比重は 0.88 として計算。

表 25 . 火力発電所（石炭火力除く）からの水銀大気排出量（2014 年度）

施設の種類	燃料	2014FY 活動量	水銀 含有量	排出低減 効率	水銀大気排出量 (kg-Hg/年)
石油 火力発電所	重油 ^(注1)	9,498 千 kL/年	1 mg/t	0.5	4.2
	原油	6,764 千 kL/年	2.6 mg/kL	0.5	8.8
	ナフサ	0	1 mg/t	0.5	0
	NGL	-	-	0.5	N.E.
				計	13
LNG 火力発電所	LNG	57,424 千 t/年	0.014 mg/t	0	0.8
	LPG	334 千 t/年	2.5 mg/t	0	0.8
				計	1.6

(注1) 重油の比重は 0.88 として計算。

9 . 2 産業用ボイラー（石炭燃焼を除く）

火力発電所における排ガス処理設備と同様に、排ガス処理設備が導入されていると仮定し、燃料中水銀含有量に燃料消費量を乗じて、水銀大気排出量を推計した。

表 26 . 燃料中水銀含有量

燃料	水銀含有量	出典
重油	1 mg/t	業界団体実測値(2001,2)
原油	2.6 mg/kL	業界団体報告値(2009,10)
ナフサ	1 mg/t	OPEN SPEC NAPHTHA 上限値
灯油	1 mg/t	業界団体実測値の検出限界値(2001,2)
軽油	1 mg/t	業界団体実測値の検出限界値(2001,2)
LNG	0.014 mg/t	一般的に天然ガス中の水銀は液化基地において除去されており、液化プロセスにおける設計基準は 0.01 $\mu\text{g-Hg}/\text{Nm}^3$ とされる。なお、水銀含有量は LNG の密度を $0.7\text{kg}/\text{Nm}^3$ として設定した。
LPG	2.5 mg/t	国内実測値(検出下限値, $0.005 \text{ mg}/\text{Nm}^3$)。なお、水銀含有量は LPG の密度を $2 \text{ kg}/\text{Nm}^3$ として設定した。
天然ガス	$0.01 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	(LNG の値を代用)
都市ガス	$0.01 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	(LNG の値を代用)

表 27. 産業用ボイラー（石炭燃焼を除く）からの水銀大気排出量（2010年度）

施設の 種類	燃料	2010FY 活動量	水銀 含有量	排出低減 効率	水銀大気 排出量 ^(注1) (kg-Hg/年)
産業用ボイラ ー (石油系)	重油	4,413 ML/年	1 mg/t	0.5	2.0
	原油	4 ML/年	2.6 mg/kL	0.5	0.005
	ナフサ	3 ML/年	1 mg/t	0.5	0.9
	灯油	80 ML/年	1 mg/t	0.5	0.032
	軽油	1 ML/年	1 mg/t	0.5	0.0004
					計
産業用ボイラ ー (ガス系)	LNG	658 千 t/年	0.014 mg/t	0	0.009
	LPG	349 千 t/年	2.5 mg/t	0	0.9
	天然ガス	404 MNm ³ /年	0.01 µg/Nm ³	0	0.004
	都市ガス ^(注2)	3,116 MNm ³ /年	0.01 µg/Nm ³	0	0.031
					計
産業用ボイラー（石油系、ガス系）合計					3.8

(注1)天然ガス及び都市ガスの水銀含有量を修正したため、産業用ボイラー（ガス系）の値は、2010年度対象インベントリー公開時の値（0.02）と異なる値となっている（2012年度推計時にはLPGの値を代用していたが、2015年度推計ではより適切なLNGの値を代用）。

(注2)石油等消費動態統計年報（経済産業省）の都市ガス（B）の値を使用。都市ガス発熱量換算値を41.4 MJ/m³で換算した集計値（1,000 m³）。

表 28. 産業用ボイラー（石炭燃焼を除く）からの水銀大気排出量（2014年度）

施設の種類	燃料	2014FY 活動量	水銀 含有量	排出低減 効率	水銀大気 排出量 (kg-Hg/年)
産業用ボイラ ー (石油系)	重油	3,265 ML/年	1 mg/t	0.5	1.5
	原油	3 ML/年	2.6 mg/kL	0.5	0.004
	ナフサ	2 ML/年	1 mg/t	0.5	0.6
	灯油	91 ML/年	1 mg/t	0.5	0.036
	軽油	0.6 ML/年	1 mg/t	0.5	0.0002
					計
産業用ボイラ ー (ガス系)	LNG	655 千 t/年	0.014 mg/t	0	0.009
	LPG	235 千 t/年	2.5 mg/t	0	0.6
	天然ガス	413 MNm ³ /年	0.01 µg/Nm ³	0	0.0041
	都市ガス ^(注1)	2,646 MNm ³ /年	0.01 µg/Nm ³	0	0.026
					計
産業用ボイラー（石油系、ガス系）合計					2.7

(注1)石油等消費動態統計年報（経済産業省）の都市ガス（B）の値を使用。都市ガス発熱量換算値を41.4 MJ/m³で換算した集計値（1,000 m³）。

10．生産プロセスに水銀又は水銀化合物を使用する施設

生産プロセスにおいて水銀又は水銀化合物を使用し得る施設として、塩素アルカリ（苛性ソーダ）製造施設、塩化ビニルモノマー製造施設、ポリウレタン製造施設、ナトリウム・メチラート（ナトリウム・メトキシド）製造施設、アセトアルデヒド製造施設及び酢酸ビニル（ビニルアセテート）製造施設が挙げられる。

我が国においては、当該施設全てにおいて、生産プロセスに水銀及び水銀化合物を用いない工程を採用しているため、生産プロセスからの水銀大気排出は無い。

11．水銀使用製品製造施設

11.1 バッテリー製造施設

国内において2010年(暦年)に電池生産に使用された水銀量は0.996トンである⁷。なお、国内の製造施設においては、ボタン型電池以外の電池への水銀使用は無い。電池工業会によれば、製造プロセスでは大気へ水銀を排出しない装置を使用しているとのことなので、バッテリー製造施設からの水銀大気排出量は0とした。

11.2 水銀スイッチ製造施設

水銀スイッチの国内における生産状況は不明である⁷。

11.3 水銀リレー製造施設

水銀リレーは、国内のごく一部のメーカーで製造されているが、製造における水銀排出の実態等が不明である。

11.4 ランプ類製造施設

蛍光灯、バックライト、HID ランプの生産数量、各ランプの水銀使用量、海外文献における電気スイッチの総括排出係数⁸を用いて水銀大気排出量を推計した。

⁷ 神鋼リサーチ株式会社「平成23年度環境対応技術開発等（水銀等重金属及び添加製品等の需給・ライフサイクル等状況調査）報告書」、経済産業省製造産業局化学物質管理課委託調査

⁸ US-EPA, Locating and Estimating Air Emission from Sources of Mercury and Mercury Compounds, EPA-454/R-97-012, 1993. (左記文献内で、1973年のUSEPA報告書の値を参照している。)

表 29 . ランプ製造施設からの水銀大気排出量 (2010 暦年)

項目	2010CY 生産数量 ^(注1) (千本/年)	水銀使用量 (mg/本)	総括排出係数 ^(注2) (g-Hg/ton)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
一般蛍光ランプ	251,061	6.9	4,000	0.007
バックライト	294,347	3.0	4,000	0.004
HID ランプ	9,725	47.3	4,000	0.002
			合計	0.013

(注1) 出典：経済産業省機械統計

(注2) 製品製造時、水銀使用量1トンあたり排出される水銀の量。

表 30 . ランプ製造施設からの水銀大気排出量 (2014 暦年)

項目	2014CY 生産数量 ^(注1) (千本/年)	水銀使用量 (mg/本)	総括排出係数 ^(注2) (g-Hg/ton)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
一般蛍光ランプ	157,566	6.9	4,000	0.004
バックライト ^(注3)		3.0	4,000	
HID ランプ	6,957	47.3	4,000	0.001
			合計	0.005

(注1) 出典：経済産業省機械統計

(注2) 製品製造時、水銀使用量1トンあたり排出される水銀の量。

(注3) バックライトは近年急激に生産量が低下しており、個別の統計項目が廃止されているため、推計から除くこととする。

11.5 石鹼及び化粧品製造施設

化粧品(石鹼含む)への水銀添加は、薬事法における化粧品基準の配合禁止物質として規制されているため、石鹼及び化粧品の製造プロセスにおける水銀大気排出は無いと考えられる。

11.6 殺虫剤及び殺生物剤(農薬)製造施設

農薬取締法及び農薬の販売の禁止を定める省令において、水銀及びその化合物を有効成分とするものであって病虫害の防除に用いられる薬剤に該当する農薬の販売は禁止されている。また、国内において非有効成分としての水銀使用の実態はなく、製造プロセスにおける水銀大気排出は無いと考えられる。

11.7 水銀血圧計製造施設

水銀血圧計の製造プロセスにおける水銀大気排出量は不明だが、無視できる量であると考えられる。

1 1 . 8 水銀体温計製造施設

水銀体温計の国内製造は 2013 年の時点で廃止されている⁹。このため、2014 年度における水銀体温計製造プロセスからの水銀大気排出は無い。

1 1 . 9 歯科用水銀アマルガム製造施設

2012 年度推計では、日本歯科医師会より提供された 2010 年（暦年）の歯科用水銀生産量と、海外文献の総括排出係数¹⁰を用いて水銀大気排出量を推計した。

表 31 . 歯科用水銀アマルガム製造施設からの水銀大気排出量（2010 暦年）

対象年	歯科用水銀生産量 ^(注1) (ton-Hg/年)	総括排出係数 ^(注2) (g-Hg/ton)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010 (暦年)	0.019	20,000	0.00038

(注1) 出典：日本歯科医師会提供データ

(注2) 歯科用水銀生産量 1 トンあたり排出される水銀の量。

2013 年度調査における日本歯科材料工業協同組合に対するヒアリング調査によれば、ヒアリングを実施した時点で国内における歯科用水銀の製造は廃止されているとのことである。このため、2014 年度において、歯科用水銀アマルガム製造施設における水銀大気排出は無い。

1 1 . 1 0 チメロサル製造施設

2009 年に生産されたチメロサル中に含まれる水銀は、約 62g とされる¹¹。製造プロセスにおける大気への排出量は不明だが、チメロサル中に含まれる水銀量を勘案すると、無視できる量だと考えられる。

1 1 . 1 1 銀朱製造施設

我が国の水銀に関するマテリアルフロー（2010 年度）によれば、銀朱硫化水銀の国内生産に使用された水銀量は 1.1 トン程度とされている。製造プロセスにおける大気排出量は不明だが、無視できる量であると考えられる。

1 2 . その他

1 2 . 1 石灰製品製造施設

2013 年度水銀大気排出抑制対策調査（環境省）において、日本石灰協会の会員 1 社に対

⁹ 日本硝子計量器工業協同組合に対する 2013 年度ヒアリング調査結果

¹⁰ US-EPA, Locating and Estimating Air Emission from Sources of Mercury and Mercury Compounds, EPA-454/R-97-012, 1993. (左記文献内で、1973 年の USEPA 報告書の値を参照している。)

¹¹ 神鋼リサーチ株式会社「平成 22 年度環境対応技術開発等（水銀含有製品需給マテリアルフロー等に関する調査）報告書」、経済産業省製造産業局化学物質管理課委託調査

するヒアリング調査を実施し、石灰製品製造における水銀排出係数が更新された。

表 32 . 石灰製品製造における水銀排出係数の更新結果 (2013 年度)

推計実施年	石灰石中水銀含有量	水銀排出係数 (g-Hg/ton)
2012 年度推計	0.048 ppm ^(注1)	0.127 ^(注3)
2013 年度推計	0.01 ppm 未満 ^(注2)	0.0265 未満

(注1) 1990 年の国内文献¹²に記載のあるドロマイト(苦灰石)中水銀含有量。

(注2) 2013 年度調査における日本石灰協会の会員 1 社に対するヒアリング調査結果

(注3) 貴田ら「循環廃棄過程を含めた水銀の排出インベントリーと排出削減に関する研究」

石灰石出荷量に水銀排出係数を乗じ、さらに排出低減効率を乗じて、水銀大気排出量を推計した。

表 33 . 石灰製品製造施設からの水銀大気排出量 (2010, 2014 年度)

対象年度	石灰石出荷量 ^(注1) (千 ton/年)	総括排出係数 (g-Hg/ton)	排出低減 効率 ^(注2)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	10,264	0.127	20.4%	1.0
2014	10,435	0.0265 未満	20.4%	0.22 未満

(注1) 出典：石灰石鉱業協会統計「2014 年度石灰石生産・出荷実績」石灰石国内出荷量(石灰用)

(注2) 出典：貴田ら「循環廃棄過程を含めた水銀の排出インベントリーと排出削減に関する研究」。排出低減効率 20.4%の時、水銀排出量が 20.4%低減される。大気排出量は、石灰石出荷量に総括排出係数を乗じた値に(1 - 0.204 = 0.796)を乗じて算出している。

1 2 . 2 パルプ・製紙製造施設

2010 年度のインベントリーでは、2010 年(暦年)の黒液処理量に、米国 EPA の測定排出係数(1997 年データ)¹³を乗じて推計を行った。

表 34 . パルプ・製紙製造施設からの水銀大気排出量 (2010 暦年)

対象年	黒液処理量 ^(注1) (千 ton/年)	総括排出係数 (g-Hg/t)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010 (暦年)	12,000	0.0195	0.23

(注1) 出典：ダイオキシン類の排出量の目録(排出インベントリー)環境省

本年度は、2015 年度に日本製紙連合会によって実施された自主測定を踏まえた推計値が、日本製紙連合会より提供された。

¹² 工業技術院地質調査所(現地質調査総合センター)による「地質調査報告書」41 巻(1990 年発行)
<http://www.gsj.jp/publications/pub/bull-gsj/index.html>

¹³ 貴田ら「循環廃棄過程を含めた水銀の排出インベントリーと排出削減に関する研究」

表 35 . パルプ・製紙製造施設からの水銀大気排出量 (2014 暦年)

対象年	設備	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2014 (暦年)	黒液回収ボイラ ^(注1)	0.038 未満
	苛性化キルン ^(注2)	0.0036 未満
	合計	0.041 未満

(注1) 黒液回収ボイラからの水銀大気排出量は、2015 年度に日本製紙連合会によって実施された自主測定における 13 設備の実測調査結果を踏まえた推計値。

(注2) 苛性化キルンからの水銀大気排出量は、2015 年度に日本製紙連合会によって実施された自主測定における 13 設備の実測調査結果を踏まえた推計値。

1 2 . 3 カーボンブラック製造施設

国内におけるカーボンブラック生産量に総括排出係数を乗じて、カーボンブラック製造施設からの水銀大気排出量を推計した。

表 36 . カーボンブラック製造施設からの水銀大気排出量 (2010, 2014 暦年)

対象年	カーボンブラック 生産量 ^(注1) (ton/年)	総括排出係数 ^(注2) (g-Hg/t)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010 (暦年)	729,420	0.15	0.11
2014 (暦年)	624,666	0.15	0.094

(注1) 出典：化学工業統計 (経済産業省)

(注2) 2010 年度対象水銀大気排出インベントリー推計と同値。

1 2 . 4 蛍光灯回収・破砕施設

蛍光管のうち、蛍光ランプのみがリサイクルされるものとし、蛍光ランプ生産量中の水銀使用量、リサイクル率及び総括排出係数を乗じて水銀大気排出量を推計した。なお、リサイクル率及び総括排出係数は 2005 年度調査の値を用いた。

表 37 . 蛍光灯回収・破砕施設からの水銀大気排出量 (2010, 2014 暦年)

対象年	水銀使用量 ^(注1) (kg-Hg/年)	リサイクル率 (%)	総括排出係数 (g-Hg/t)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010 (暦年)	1,732	16	16.67 - 20.83	0.000005 - 0.000006
2014 (暦年)	945	16	16.67 - 20.83	0.000003

(注1) 蛍光ランプ生産量の出典は経済産業省機械統計 (2014 年：157,566 千個)、生産量に、蛍光ランプあたり水銀封入量 (出典：日本照明工業会ウェブサイト (2014 年：約 6mg)) を乗じて、水銀使用量を算出している。

12.5 火葬場

国内における火葬件数に、火葬場での実測により算定した総括排出係数を乗じて、火葬場からの水銀大気排出量を推計した。

表 38. 火葬場からの水銀大気排出量 (2010, 2014 年度)

対象年度	火葬件数 ^(注1) (千件/年)	総括排出係数 ^(注2) (g-Hg/件)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	1,246	0.0518	0.065
2014	1,340	0.0518	0.069

(注1) 出典：衛生行政報告例(厚生労働省)における火葬件数(総数)

(注2) 2010 年度対象水銀大気排出インベントリー推計と同値。バグフィルタが設置された火葬場における実測結果に基づき算出。

12.6 運輸(燃料由来)

国内の運輸部門におけるガソリン消費量及び軽油消費量に、燃料ごとの総括排出係数を乗じて、運輸部門からの水銀大気排出量を推計した。

表 39. 運輸部門からの水銀大気排出量 (2010, 2014 年度)

対象年度	項目	燃料消費量 ^(注1) (ML/年)	総括排出係数 ^(注2) (g-Hg/kL)	水銀大気排出量 (ton-Hg/年)
2010	ガソリン	57,497	0.00075	0.043
	軽油	27,450	0.0008	0.022
	合計			0.065
2014	ガソリン	58,228	0.00075	0.044
	軽油	23,731	0.0008	0.019
	合計			0.063

(注1) 出典：国土交通省-自動車燃料消費量統計年報

(注2) 2010 年度対象水銀大気排出インベントリー推計と同値。業界団体実測による検出下限値(0.001g-Hg/ton)に燃料密度(ガソリン 0.75 t/kL、軽油 0.8 t/kL)を乗じて算出

12.7 火山

自然由来の水銀の大気排出量は 1.4 トン/年以上と見積もられている¹⁴。このほかに有効な情報が無いことから、2014 年度対象のインベントリーにおいても、2010 年度と同様に 1.4 トン以上という値を使用する。

以上

¹⁴ Nakagawa, R. Mercury sources in environmental atmosphere. *Anzen-Kogaku*, 26, 70-78, 1987.

水銀大気排出インベントリ（2014年度対象）における推計結果、係数等及び今後の課題

推計項目	推計に用いた 主な係数	係数等の 本年度更新*	水銀大気排出量（ton-Hg）		精緻化に関する今後の課題等
			（推計値）	（表上の値）	
1. 石炭火力発電所	総括排出係数	×	1.3	1.3	<ul style="list-style-type: none"> 石炭中水銀含有量及び煙突出口への移行割合は2002年の国内文献値を参照している。法施行後は排ガス測定結果の収集により排出量推計が行われるが、抑制技術の評価のため、原燃料中水銀含有量の数値の更新が望まれる。 総括排出係数は2002年の国内文献値を参照している。法施行後は排ガス測定結果の収集により排出量推計が行われるが、総括排出係数の経年変化を把握する必要がある。
	原燃料中水銀含有量	×	0.91		
2. 産業用石炭燃焼ボイラー	原燃料中水銀含有量	×	0.22	0.24	<ul style="list-style-type: none"> 石炭中水銀含有量及び煙突出口への移行割合は2002年の国内文献値を参照しており、また移行割合は石炭火力発電所の数値を代用している。法施行後は排ガス測定結果の収集により排出量推計が行われるが、抑制技術の評価のため、原燃料中水銀量の数値の更新が望まれる。 総括排出係数は、2015年度水銀大気排出実態調査の69施設（カバー率約49%）のデータに基づいており、十分に信頼できる値。法施行後は排ガス測定結果の収集により排出量推計が行われるが、総括排出係数の経年変化を把握する必要がある。
	総括排出係数		0.24		
3. 非鉄金属製造施設	業界推計値 (製鉄ダスト焙焼炉)		0.31	(内数)	<ul style="list-style-type: none"> 2013年度～2015年度に日本鉄鋼連盟によって実施された自主測定に基づいており、十分に信頼できる値。
	総括排出係数		1.36	1.4	<ul style="list-style-type: none"> 総括排出係数は、2015年度水銀大気排出実態調査及び2015年度に日本鋳業協会によって実施された自主測定に基づいており、十分に信頼できる値。法施行後は排ガス測定結果の収集により排出量推計が行われるが、総括排出係数の経年変化を把握する必要がある。
4.1 一廃焼却施設	総括排出係数		1.48	1.5	<ul style="list-style-type: none"> 総括排出係数は2015年度水銀大気排出実態調査等に基づいているが、全国炉数におけるカバー率が低い（0.8%）。法施行後は排ガス測定結果の収集により排出量推計が行われるが、総括排出係数の経年変化を把握する必要がある。

推計項目	推計に用いた 主な係数	係数等の 本年度更新*	水銀大気排出量 (ton-Hg)		精緻化に関する今後の課題等
			(推計値)	(表上の値)	
4.2 産廃焼却施設	排ガス中水銀濃度		2.3	2.5	<ul style="list-style-type: none"> 排ガス中水銀濃度は2015年度水銀大気排出実態調査に基づいている（施設数カバー率14%）が、今後データを追加して精緻化する必要がある。法施行後は排ガス測定結果の収集により、精緻化が可能と考えられる。 2008年度～2015年度に日本鉄鋼連盟によって実施された自主測定に基づいており、十分に信頼できる値。
	業界推計値 (製鋼用電気炉)		0.15		
	原燃料中水銀含有量	×	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 法施行後は排ガス測定結果の収集により排出量推計が行われるが、抑制技術の評価のため、原燃料中水銀含有量の数値の更新が望まれる。
	総括排出係数	×	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 法施行後は排ガス測定結果の収集により排出量推計が行われるが、総括排出係数の経年変化を把握する必要がある。
4.3 下水汚泥焼却施設	総括排出係数		1.4	1.4	<ul style="list-style-type: none"> 総括排出係数は2015年度水銀大気排出実態調査に基づいているが、今後データを追加して精緻化する必要がある。法施行後は排ガス測定結果の収集により、精緻化が可能と考えられる。今後は、総排出係数の経年変化を把握する必要がある。
5. セメント製造施設	各施設の水銀排出量		5.5	5.5	<ul style="list-style-type: none"> 2015年度水銀大気排出実態調査及び2007年度～2015年度の事業者による自主測定に基づく平均水銀排出濃度及び平均排ガス量を用いた国内全51基からの水銀排出量を足し合わせたものであり、十分に信頼できる値。
	総括排出係数	×	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 法施行後は排ガス測定結果の収集により排出量推計が行われるが、総括排出係数の経年変化を把握する必要がある。
6.1 一次製鉄施設	総括排出係数 (焼結炉)		1.8	2.0	<ul style="list-style-type: none"> 総括排出係数は2008年度～2015年度に日本鉄鋼連盟によって実施された自主測定に基づいており、十分に信頼できる値。 今年度推計において係数の見直しは行っていないため、今後データを追加して精緻化する必要がある。
	(高炉副生ガス)	×	0.13		
	(コークス炉副生ガス)	×	0.023		
6.2 二次製鉄施設	総括排出係数		0.54	0.54	<ul style="list-style-type: none"> 総括排出係数は2008年度～2015年度に日本鉄鋼連盟に

推計項目	推計に用いた 主な係数	係数等の 本年度更新*	水銀大気排出量 (ton-Hg)		精緻化に関する今後の課題等
			(推計値)	(表上の値)	
					よって実施された自主測定に基づいており、十分に信頼できる値。
7. 石油精製施設	原燃料中水銀含有量	×	0.12	0.1	<ul style="list-style-type: none"> 原油中水銀含有量は 2009 年～2010 年に石油連盟によって実施された自主測定に基づいている。大気への分配率は UNEP ツールキット(ver.1.1)のデフォルト値を用いているが、排出量が少ないため、数値更新の優先度は低い。
8. 原油天然ガス生産施設	事業者ヒアリング	×	0.00005 以上	0.00005	<ul style="list-style-type: none"> 国内 3 事業者に対する 2013 年度ヒアリング調査結果に基づき推計しているが、排出量が少ないため、数値更新の優先度は低い。
9.1 火力発電所 (石油等) (LNG)	原燃料中水銀含有量	×	0.013	0.01	<ul style="list-style-type: none"> 原燃料中水銀含有量及び排出低減効率は 2010 年度推計時の値を用いているが、排出量が少ないため更新の優先度は低い。
			0.0016	0.002	
9.2 産業用ボイラ(石油等) (ガス)	原燃料中水銀含有量	×	0.0021	0.002	
			0.00064	0.0006	
10. 生産プロセス			0	N.O.	(水銀を使用するプロセスが無いため、水銀排出は無い)
11.1 バッテリー製造	業界団体ヒアリング		0	0	(クロード装置で製造されるため、水銀排出は無い)
11.2 水銀スイッチ製造		×	不明	N.E.	<ul style="list-style-type: none"> スイッチ製造の状況についてデータが無いが、排出量は微量と考えられるため、更新の優先度は低い。関連する水銀マテリアルフロー調査等で情報が得られた場合には、書きぶり等の修正が必要(以下、製品製造分野で状況が不明なものについては同様)
11.3 水銀リレー製造		×	不明	N.E.	<ul style="list-style-type: none"> 状況不明だが、製造量を踏まえると排出量は微量と考えられるため、更新の優先度は低い。
11.4 ランプ類製造	総括排出係数	×	0.005	0.005	<ul style="list-style-type: none"> 総括排出係数は海外文献における電気スイッチの総括排出係数を用いているが、排出量が少ないため更新の優先度は低い。
11.5 石鹼及び化粧品製造			0	N.O.	(国内製造が規制されているため、水銀排出は無い)
11.6 殺虫剤及び殺生物剤製造			0	N.O.	(水銀及び水銀化合物を含む農薬の国内販売が規制されているため、水銀排出は無い)
11.7 水銀血圧計製造			不明	N.E.	<ul style="list-style-type: none"> 状況不明だが、排出量は微量と考えられるため、更新の

推計項目	推計に用いた 主な係数	係数等の 本年度更新*	水銀大気排出量 (ton-Hg)		精緻化に関する今後の課題等
			(推計値)	(表上の値)	
					優先度は低い。
11.8 水銀体温計製造	業界団体ヒアリング		0	N.O.	• 日本硝子計量器工業協同組合に対する2013年度ヒアリング調査で製造が廃止されていることが確認された。
11.9 歯科用水銀アマルガム製造	業界団体ヒアリング		0	N.O.	• 日本歯科材料工業協同組合に対する2013年度ヒアリング調査で製造が廃止されていることが確認された。
11.10 チメロサル製造			不明	N.E.	• 状況不明だが、製造量を踏まえると排出量は微量と考えられるため、更新の優先度は低い。
11.11 銀朱製造			不明	N.E.	• 状況不明だが、排出量は微量と考えられるため、更新の優先度は低い。
12.1 石灰製品製造施設	総括排出係数	×	0.22 未満	< 0.22	• 総括排出係数は、2013年度に国内事業者1社より提供された石灰石中水銀含有量のデータに基づいている。他社分も同様の状況と考えられるが、カバー率が低いため、今後の更新が必要。
12.2 パルプ製紙製造施設	排ガス中水銀濃度		0.041 未満	< 0.041	• 排ガス中水銀濃度及び排ガス発生量は、2015年度に日本製紙連合会によって実施された自主測定に基づいており、十分に信頼できる値。
12.3 カーボンブラック製造施設	総括排出係数	×	0.094	0.09	• 総括排出係数は2010年度推計時の値が用いられているが、排出量が少ないため更新の優先度は低い。
12.4 蛍光灯回収・破砕施設	総括排出係数	×	0.000003	0.000003	• 蛍光灯のリサイクル率及び総括排出係数は2005年度推計時の値が用いられているが、排出量が微量のため更新の優先度は低い。
12.5 火葬場	総括排出係数	×	0.069	0.07	• 総括排出係数は2005年度推計時の値が用いられているが、排出量が少ないため更新の優先度は低い。
12.6 運輸(燃料由来)	総括排出係数	×	0.063	0.06	• 総括排出係数は2010年度対象推計時の数値を用いているが、排出量が少ないため更新の優先度は低い。
12.7 火山	排出量(自然由来)	×	1.4 以上	> 1.4	• 火山からの排出量として、1987年の国内文献値を用いている。新たなデータが得られた場合には更新が必要。

*活動量については、全項目で更新を行っている。活動量等の情報収集にあたっては、原則として2014年度(2014年4月～2015年3月)のデータを使用している。2014年度のデータがない場合に2014暦年のデータを使用している場合がある。また、2014年のデータが無い場合には、2013年以前の最新年度のデータを使用している。