

諸外国における水銀規制に関する調査

1. これまでの調査状況と情報収集の目的

諸外国の水銀規制については、水銀排出施設の排出基準の設定時に諸外国の排出基準と比較した排出状況についても考慮する必要があったことから、水俣条約の大気排出規制の対象となる5発生源を対象に情報収集・整理を行った。調査対象国は、先進国及び近隣諸国の中から、EU、ドイツ、米国、カナダ、中国を選定した。また、要排出抑制施設に規定された鉄鋼業の焼結炉及び電気炉に係る自主的取組の状況把握・評価の在り方について検討するにあたり、鉄鋼製造施設の水銀規制や大気排出量に占める割合についても情報収集・整理を行った。

令和5年4月に改正大気汚染防止法の施行後5年を経過したことから、施行の状況について検討を加え、必要があると認められるときは、その結果に基づいて必要な措置を講じる必要がある。そのため、諸外国の排出基準との比較を行うために、最新情報へのアップデートや追加的な情報収集を行い、諸外国の近年の排出基準の見直し動向を整理する。

2. 調査内容

今年度は、EU、ドイツ、米国、カナダ、中国の水銀規制状況（排出基準、BAT技術、測定方法等）について、下表を参考に網羅的に情報収集を行い、最新状況を整理する。

No.	国・地域	文書名等（日、英）
1	EU	利用可能な最良の技術（BAT）の参照文書 BAT Reference Document https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference （閲覧日：2023年11月）
2	ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> ● ドイツ連邦排出規制法（BImSchV） Federal Immission Control Ordinance https://www.buzer.de/（ドイツ語） （閲覧日：2023年11月） ● ドイツ排出規制法の技術指導書（TA Luft） Technical Instructions on Air Control
3	米国	連邦規則集第40編 <ul style="list-style-type: none"> ● Code of Federal Regulations（40CFR） ● EPA, Stationary Sources of Air Pollution, Industry Sector Groups https://www.epa.gov/stationary-sources-air-pollution/industry-sector-groups （閲覧日：2023年11月）
4	カナダ	水銀排出に関する全カナダ基準 Canada-Wide Standards for Mercury Emissions
5	中国	中国の排出基準に関する国家基準（GB） <ul style="list-style-type: none"> ● Environmental Standards（英語）

No.	国・地域	文書名等（日、英）
		https://english.mee.gov.cn/Resources/standards/ <ul style="list-style-type: none"> ● 中国の環境基準 https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/（中国語） （閲覧日：2023年11月）

3. 調査結果

EU、ドイツ、米国、カナダ、中国の各水銀排出施設における法規制うち、米国の石炭火力発電所の既設（8,300 BTU/lb 未満）に水銀の排出基準値の案が追加（2023年4月24日付）、鉄鋼一貫プラントの焼結に新規、既設とも水銀の排出基準値の案（2023年7月31日付）が追加にされていた。米国の鉄鋼一貫プラントの転炉に関しては、すでに水銀の排出基準が定められていた（2020年7月13日改正施行）。

廃棄物焼却施設の分類については、非有害の産業ごみ（米国のみ）と下水汚泥（米国とカナダ）を追加した。米国は、既設の規制値に加えて、ガイドライン値もある（有害廃棄物・セメントキルンを除く）。州計画において法的拘束力をもつ水銀の排出基準を設定する際にガイドライン値と同等以上の基準を定めることが義務づけられていることから、これらガイドライン値も脚注に記載した。

バイオマスを燃料とする発電所、産業用ボイラー、廃棄物焼却施設の水銀の排出基準値についても、各国のバイオマスの定義と共に記載した。

■米国の石炭火力発電所（8,300 BTU/lb 未満の既設）

これまでの基準値は 0.04 lb/GWh（約 7.0 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ）であったが、2023年4月24日付けで 0.013 lb/GWh への変更が案として出された。

■米国の鉄鋼一貫プラントの焼結（新設・既設）

これまで米国の鉄鋼一貫プラントの焼結に水銀の排出基準値は設定されていなかったが、2023年7月31日付で新設に 0.000012 lbs/焼結 t、既設に 0.000035 lbs/焼結 t の基準値が追加提案された。同プラントの転炉は新設に 0.000081 lb/鉄スクラップ投入 t、既設に 0.00026 lb/鉄スクラップ投入 t の基準値が 2020年7月13日の改正施行で定められている。

4. 平成 30 年から令和 5 年度までの主な変更点

平成 30 年時点の上記諸外国の水銀規制状況から、令和 5 年度にかけて規制を変更した点について整理を行った。

■ 石炭火力発電所

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
ドイツ	排出基準値の施設規模の設定	【熱投入量 \geq 50MWth】 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (30 分平均) 30 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1 日平均) 10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (年平均)	【熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満】 2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (年平均) 20 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1 日平均) 【熱投入量 \geq 300 MWth】 1 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (年平均) 20 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (1 日平均)	令和 3 年
カナダ	新たに排出規制を設定	水銀捕集率を国全体で 80%以上 (2017 年以前は、70%以上)	水銀捕集率を国全体で 80%以上 3–15 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は、75%–85%の捕集率 (石炭種ごとに異なる)	令和 3 年
米国	排出基準 (8,300 BTU/lb 未満の既設)	0.04 lb/GWh	0.04 lb/GWh <u>(案 0.013 lb/GWh)¹</u>	(案提出) 令和 5 年

■ 産業用石炭ボイラー

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
米国	施設規模	主要排出源 <備考> Method 29 (最低試料量 4dscm)	主要排出源 : 熱投入量 10 MMBTU/時以上 <備考> Method 29(最低試料量は主要排出源が 4dscm、非主要排出源が 2dscm)	令和 元年

¹ EPA は褐炭 (低品質の石炭) が他種の石炭と同じ基準を提案している。8,300Btu/lb 未満は低品質の石炭用設備として規定 (40 CFR 63.10042)

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
ドイツ	施設規模区分と排出基準	<p>【熱投入量\geq50 MWth】</p> <p>(新設・既設)</p> <p>50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(30 分平均)</p> <p>30 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(1 日平均)</p> <p>(新設)</p> <p>10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(年平均)</p>	<p>【熱投入量\geq 50 MWth 以上 300 MWth 未満】</p> <p>(新設) 20 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(1 日平均)</p> <p>2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(年平均)</p> <p>(既設・石炭)5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(年平均)</p> <p>(既設・褐炭)10$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(年平均)</p> <p>熱投入量\geq300 MWth</p> <p>(新設) 20 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(1 日平均)</p> <p>1 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(年平均)</p> <p>(既設・石炭) 4 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(年平均)</p> <p>(既設・褐炭)5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$(年平均)</p>	令和 3 年
中国	施設規模	既設のすべての施設 (50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	既設の出力 65 t/時以下 (50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	令和 元 年

■ 非鉄金属生産施設

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
米国	排出基準案の有無	排出基準なし (銅・亜鉛・鉛)	銅における一次製錬施設の乾燥設備、転炉、粗銅の精製炉、溶鋳炉 (案：約 0.44 g/時)	令和 4 年
ドイツ	鉛・銅・亜鉛以外の冶金、化学、または電解プロセスによる鋳石、濃縮物、または二次原料からの非鉄粗金属の生産における規制の有無	排出基準なし	10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は 0.05g/時(1 日平均)	令和 3 年
	排出基準の変更	(鉛) 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は 0.25 g/時 (銅・亜鉛) 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は 0.25 g/時	(鉛) 10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は 0.05g/時 (銅・亜鉛) 10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は 0.05g/時	令和 3 年

■ 廃棄物焼却施設

医療廃棄物

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
中国	排出基準の変更	(新設) 100 µg/Nm ³	(新設・既設) 50 µg/Nm ³ (8 時間以内に行う 3 測定以上の平均値)	令和 3 年

有害廃棄物

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
EU	排出基準の変更	(既設) 5-20 µg/Nm ³	(既設) 5-20 µg/Nm ³ (1 日平均又は 3 測定平均) 1-10 µg/Nm ³ (2~4 週間平均)	令和 2 年
中国	排出基準の変更	(新設) 100 µg/Nm ³ (既設) 排出基準なし	(新設) 50 µg/Nm ³ (既設) 50 µg/Nm ³ (3 測定以上の平均値)	令和 3 年

■ セメント製造施設

セメントクリンカ製造施設

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
ドイツ	排出基準の変更	改正案 30µg/Nm ³ セメントクリンカ又はセメントを生産する施設	施行 30µg/Nm ³ セメントクリンカ又はセメントを生産する施設	令和 3 年

■ その他の施設

鉄鋼製造施設 (焼結プラント)

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
ドイツ	排出基準の変更	50µg/Nm ³ 又は 0.25g/時 (1 日平均)	10 µg/Nm ³ 又は 0.05 g/時 (1 日平均)	令和 3 年

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
米国	排出基準の有無	(鉄鋼一貫プラントの焼結) 排出基準なし	(鉄鋼一貫プラントの焼結) (既設) (案 : 0.000012 lbs/焼結 t) (新設) 0.000035 lbs/焼結 t	(案提出) 令和 5 年

国	変更点	平成 30 年度時点	令和 5 年度時点	変更年
	排出基準の有無	(鉄鋼一貫プラントの転 炉) 排出基準なし	(鉄鋼一貫プラントの転 炉) (新設) 0.000081 lb/鉄スク ラップ 投入 t (既設) 0.00026 lb/ 鉄スク ラップ 投入 t	令和 2 年

1. 諸外国の水銀排出基準一覧（令和 5 年 11 月時点）

※令和元年以降の変更部分に黄色マーカー
令和 5 年度の変更部分に水色マーカー
令和 4 年度報告からの加筆部分に下線

(1) 石炭火力発電所等

	国	石炭種・バイオマス	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
新 設	EU	石炭 ²	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満 ³	<1-3 µg/Nm ³	1 年平均 ⁴	6%	水銀及び 水銀化合物	年 4 回の定期測定（EN13211） ⁵
			熱投入量 ≥ 300 MWth	<1-2 µg/Nm ³	1 年平均			連続測定（EN 共通基準及び EN14884） ⁶
		褐炭	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	<1-5 µg/Nm ³	1 年平均 ⁴			年 4 回の定期測定（EN13211） ⁴
			熱投入量 ≥ 300 MWth	<1-4 µg/Nm ³	1 年平均			連続測定（EN 共通基準及び EN14884） ⁵
		バイオマス ⁷ (専 焼) 又は泥炭	全施設	<1-5 µg/Nm ³	測定期間の 平均	6%	水銀及び 水銀化合物	1 年に 1 回 ⁸ EN 13211
	米国	石炭 ≥ 8300	—	0.003 lb/GWh	1 時間平均 ¹¹		全ガス状	連続排出モニタリングシステム

² 原文は coal(石炭)。石炭は無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、褐炭までの範囲である。EU 2017/1442 では、lignite(褐炭) に別途、排出基準があるため、ここで言う石炭は、無煙炭・瀝青炭・亜瀝青炭のことである (<https://coal.jogmec.go.jp/content/300366634.pdf> 参照)。

³ 定格熱投入量 50 MWth 以上は総定格熱投入量。1 炉当りの定格熱投入量は 15 MWth 以上 ((EU) 2017/1442 SCOPE)。

⁴ 4 回の定期測定で得た値の年間平均

⁵ 排出水準が十分に安定していると証明された場合、環境に影響を与える可能性のある燃料や廃棄物の変更がある時に、その都度定期測定を実施することが可能であるが、少なくとも年 1 回は実施する。廃棄物との混焼焼却の場合、モニタリングの頻度は意思決定における市民参加 (IED の附属書 VI 第 6 部) も考慮する必要がある。年間の稼働時間が 1,500 時間未満の場合、年 1 回にすることができる。

⁶ 排出水準が十分に安定していると証明された場合、環境に影響を与える可能性のある燃料や廃棄物の変更がある時に、その都度定期測定を実施することが可能であるが、少なくとも半年に 1 回は実施する。連続サンプリングと積算測定法 (吸着捕集など) を組み合わせることも可能である。

⁷ Directive 2010/75/EU の第 3 条の 31 で定義される。植物原料による農作物又は林産物、農林業・食品産業からの植物性廃棄物、パルプ製造からの繊維状の植物性廃棄物でエネルギー回収できるもの。コルクくず、廃材 (防腐処理又は塗装に伴う有機ハロゲン化合物又は重金属を含む可能性のある廃材、特に建設や解体廃棄物からの廃材を除く)。

⁸ 燃料中の水銀含有量が低い場合排出レベルが十分に安定していることが証明されれば、燃料特性の変化が排出に影響を及ぼす可能性がある場合にのみ、定期的な測定を実施することができる。

¹¹ ボイラー稼働連続 30 日間中の 1 時間値を加えて累積データ数で除した平均値 (40 CFR 63.10021 (b))

国	石炭種・バイオマス	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
	BTU/lb (≥ 19.3 MJ/kg) ⁹		(約 0.5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ¹⁰		7% ¹²	水銀	(CEMS) 又は吸着剤トラップモニタリングシステム
	石炭 < 8300 BTU/lb	—	0.04 lb/GWh (約 7.0 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ¹⁰ (案 0.013 lb/GWh)¹³				
ドイツ	石炭 ² ・褐炭 (バイオ燃料 ¹⁴ を除く)	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	年平均	6%	水銀及び水銀化合物	連続測定 ¹⁵ 。有効な 30 分平均値の合計を 30 分平均値の数で除す（要請に応じて、通常の管理により実際の水銀濃度が年平均及び 1 日平均基準の 50%未満であることが確実に証明できる場合、規制当局は連続測定を免除する）。
			20$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	1 日平均 ¹⁶			連続測定 ¹⁵ 。30 分平均値から、1 日当りの稼働時間に基づいて 1 日平均値を計算する（要請に応じて、通常の管理により実際の水銀濃度が年平均及び 1 日平均基準の 50%未満であることが確実に証明できる場合、規制当局は連続

⁹ 1 BTU=1.0545 kJ、1 lb=0.45359237 kg として換算した。

¹⁰ 理論燃焼時の投入熱量あたり排ガス量（瀝青炭の場合）9,780 dscf/MMBtu (dry standard cubic foot /million British thermal units)、米国における代表的な発電効率 34%とし、1 dscf=0.02832 m³、1 dscm (dry standard cubic meter)=0.931741 Nm³で換算。理論燃焼時の投入熱量あたり排ガス量としては、Method 19 で示されている F-factor を利用した。（出典：http://www3.epa.gov/ttn/atw/utility/a1_egu_mact_floor_memo_121611.pdf）（参照 2023-2-21）

¹² Method 19 に基づく（1 時間当りの熱量ベースによる計算の場合。40 CFR 63.10007 (e) (2), Appendix A 6.2.2.1)

¹³ EPA は褐炭（低品質の石炭）が他種の石炭と同じ基準を提案している。8,300Btu/lb 未満は低品質の石炭用設備として規定（40 CFR 63.10042）

¹⁴ バイオ燃料は、植物原料又はその一部から作られた農作物又は林産物、農林業・食品産業からの植物性廃棄物、林業から発生する木材と同等の自然かつ無害な木材、天然パルプ製造からの繊維状の植物性廃棄物や黒液、コルクくず、廃材（防腐処理又は塗装に伴う有機ハロゲン化合物又は重金属を含む可能性のある廃材、特に建設や解体廃棄物からの廃材を除く）。

¹⁵ 一回の連続測定値の 95%信頼区間値は、1 日平均値および年平均値の 40%を超えてはならない。測定値の 30 分平均から、校正結果によって得られた測定の不確かさを差し引いたものを 30 分、1 日、月および年平均値の補正值とする（13 BImSchV Appendix 4）。

¹⁶ 連続測定の場合、30 分平均が排出基準の 2 倍を超えてはならないという規定もある（TA Luft 2.7 (a) (bb)）。

	国	石炭種・バイオマス	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
								測定を免除する。
			熱投入量 ≥ 300 MWth	$1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	年平均	6%	水銀及び水銀化合物	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満と同じ。
				$20 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	1日平均 ¹⁶			
		バイオ燃料 ¹⁴	熱投入量 50 MWth 以上	$10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	年平均	6%	水銀及び水銀化合物	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満と同じ。
			熱投入量 50 MWth 以上	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1日平均 ¹⁶	6%	水銀及び水銀化合物	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満と同じ。
	中国	石炭	出力 65 t/時超 微粉炭の場合は規模要件なし	$30 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$		6%	水銀及び水銀化合物	HJ543（固定発生源の排ガス 水銀測定 冷原子吸光光度法（暫定））
	カナダ 17, 18	瀝青炭	—	$3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は 85%の捕集率	年平均		全水銀、 Hg^0 、 Hg^{2+}	連続測定（US 40 CFR 75 に基づく CEMS） ¹⁹ 、化学形態別（ Hg^0 、 Hg^{2+} ）の測定については Ontario Hydro Method 水銀排出量は排ガス流量計（kg/h）と水銀分析装置（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）により算出。
		亜瀝青炭		$8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は 75%の捕集率				
		褐炭		$15 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は 75%の捕集率				
		ブレンド		$3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 又は 85%の捕集率				
既設	EU	石炭 ²	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	$<1-9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$				新設と同じ
			熱投入量 ≥ 300	$<1-4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$				

¹⁷ 経済的に達成可能な BAT（利用可能な最良の技術）に基づく、各設備（Unit）を対象にした水銀排出基準又は水銀捕集率。

¹⁸ 測定対象や測定方法などは モニタリング基準（MONITORING PROTOCOL IN SUPPORT OF THE CANADA-WIDE STANDARDS FOR MERCURY EMISSIONS FROM COAL-FIRED ELECTRIC POWER GENERATION PLANTS（July, 2007） https://ccme.ca/en/res/cws_mercury_monitoring_protocol_e.pdf）に従う。

¹⁹ 過去 3 年間の水銀排出量が、複数の煙突又は 1 つの煙突において、それぞれ年間 10kg 未満、20kg 未満の低排出（LME）であると証明できる場合、2013 年以降の連続測定を免除できる。

国	石炭種・バイオマス	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
		MWth					
	褐炭	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	<1-10 µg/Nm ³				
		熱投入量 ≥ 300 MWth	<1-7µg/Nm ³				
	バイオマス ⁷ (専 焼)又は泥炭	全施設	<1-5 µg/Nm ³	新設と同じ			
ドイツ	石炭 ²	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	5µg/Nm ³	年平均	6%	水銀及び 水銀化合物	新設と同じ。
		熱投入量 ≥ 300 MWth	4µg/Nm ³ (2025年7月 15日より3µg/Nm ³ 、 但し例外 ²⁰ あり)	年平均 ²¹			
	褐炭	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	10µg/Nm ³	年平均			
		熱投入量 ≥ 300 MWth	5µg/Nm ³ (2025年7月 15日より4µg/Nm ³ 、 但し例外 ²² あり)	年平均 ²¹			
	バイオ燃料 ¹⁴	熱投入量 50 MWth 以上	10µg/ Nm ³	新設と同じ			
熱投入量 50 MWth 以上		5µg/m ³					
米国	石炭 ≥ 8300	—	0.013 lb/GWh		7%	全ガス状	低排出 EGU テスト (Method 30B)

²⁰ 2005年のエネルギー産業法（Energy Industry Act）（2021年改正）に従って、2025年7月15日より前にシステム関連として指定された設備または個別の燃焼施設である場合、或いは同法の容量予備力に結びついている場合、水銀の排出基準は4 µg/m³となる（13 BImSchV Section 28 の3の4）。

²¹ 熱投入量が300MWth以上の既設については、30分平均が排出基準の2倍を超えてはならない（13 BImSchV Section 28 の3の3）。

²² 燃料の水銀含有量が0.1mg/kg以上、又は当該設備にはボイラーがあり、そのボイラー燃焼室での排ガス滞留時間が4秒以上である場合には、水銀排出値が7 µg/m³、および2025年7月15日以降の年平均値が6 µg/m³を超えてはならない。使用する燃料の水銀含有量が0.15mg/kg以上の場合、個別の燃焼施設の熱出力量が1,500MW未満の古い施設については、年間平均値が7 µg/m³を超えてはならない（13 BImSchV Section 28 の4）。

	国	石炭種・バイオマス	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
		BTU/lb		(約 2.3 µg/Nm ³) ¹⁰	1 時間平均 ²³		水銀	による 30 日間測定（連続最長 10 日）、CEMS、又は吸着剤トラップモニタリングシステム
				0.011 lb/GWh (約 1.9 µg/Nm ³) ¹⁰		同上（ただし、低排出 EGU テストは 90 日間測定）		
		石炭 < 8300 BTU/lb	—	0.04 lb/GWh (約 7.0 µg/Nm ³) ¹⁰ (案 0.013 lb/GWh)		同上（ただし、低排出 EGU テストは 30 日間測定）		
	中国	石炭	新設と同じ	同上			新設と同じ	
	カナダ 18, 24	石炭	—	〈第 1 フェーズ〉 2010 年に、全国の水銀捕集率を 60%、早期行動を含めて 70%にするため、水銀排出量の州別上限値を設定。2010 年の州別上限値の合計は 1,130kg/年 ²⁵ 。 〈第 2 フェーズ〉 2018 年およびそれ以降の水銀の捕集率を	年間		全水銀、Hg ⁰ 、Hg ²⁺	年間の水銀排出量は、排ガス流量計と水銀分析装置に基づいて算出した 1 時間当りの水銀排出量に CEMS ¹⁹ に基づいた有効な総運転時間数 ²⁷ を乗じる。(CEMS が設置されていない場合には、マスバランス ²⁸ を使う)

²³ ボイラー稼働連続 30 日間中の 1 時間値を加えて累積データ数で除した平均値。測定期間が 90 日の場合は 90 日間中の 1 時間値 (40 CFR 63.10021 (b))。低排出 EGU テストについては不明。

²⁴ 2018 年の改正 Reduction of Carbon Dioxide Emissions from Coal-fired Generation of Electricity Regulations は、全ての石炭火力発電所の各設備に対して、2030 年までに二酸化炭素の排出量基準である 420 トン/GWh を満たすことを義務づけている。そのため、旧式設備は事実上廃止されることになる。https://gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2018/2018-12-12/html/sor-dors263-eng.html

²⁵ 2002 年から 2004 年のモニタリング結果を基に、全国の水銀排出削減率が約 52%又は 58%（早期行動を含む場合）になるように設計。各州の上限値は次の通り。Alberta は 590kg/年、Saskatchewan は 430kg/年、Manitoba は 20kg/年、Ontario は 2010 年までに全国の水銀捕集率 60%達成に協力、New Brunswick 25 kg/年、Nova Scotia 65kg/年。なお、Canada-Wide Standards for Mercury Emissions from Coal-Fired Electric Power Generation Plants 2017-2018 Progress Report によると、Ontario は 2014 年までに石炭火力発電施設を段階的に廃止した。

²⁷ 15 分間隔ごとに最低 1 データの記録が必要。

²⁸ 石炭中の水銀量から残さ中の水銀量を差し引いて、水銀の大気排出量を算出。残さ中の水銀量を石炭中の水銀量で除して水銀捕集率を取得する。

	国	石炭種・バイオマス	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
				国全体で 80%以上 ²⁶ 。				

²⁶ 2020年の全国水銀の排出量は482kg/年であり、2010の排出上限値（1130kg/年）を遙かに下回った。これは、2003年比（2695kg/年排出量）82%の捕集率となり、水銀の削減目標が達成されたことになる。CCMEは、進捗報告書が2019-2020年で最後になると発表した。https://ccme.ca/en/res/cwshgcoal_prgrsrpt_2019-20en.pdf

(2) 産業用石炭燃焼ボイラー等

	国	炭種・バイオマス	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考(測定方法、データ数等)	
新設	EU	石炭 ²	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満 ³	<1-3µg/Nm ³	1 年平均 ⁴	6%	水銀及び 水銀化合物	年4回の定期測定	
			熱投入量 ≥ 300 MWth	<1-2 µg/Nm ³	1 年平均			連続測定	
		褐炭	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	<1-5 µg/Nm ³	1 年平均 ⁴			年4回の定期測定	
			熱投入量 ≥ 300 MWth	<1-4 µg/Nm ³	1 年平均			連続測定	
		バイオマス ⁷ (専焼)又は泥炭	全施設	<1-5 µg/Nm ³	測定期間 の平均		6%	水銀及び 水銀化合物	1年に1回 ⁸ EN 13211
	米国	石炭 ²⁹ ・バイオマス ³⁰ (専焼)	主要排出源 ³¹ ： 熱投入量 10 MMBTU/ 時以上	0.000008 lb/MMBTU (約 1.4 µg/Nm ³) ¹⁰	最低3測定 平均 ³²	7% ³³	粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29(最低試料量は主要排出源が 4dscm、非主要排出源が 2dscm)	
			石炭 ²⁹	非主要排出源：熱投入量 10 MMBTU/時以上				0.000022 lb/MMBTU (約 39 µg/Nm ³) ¹⁰	全ガス状水銀
		全水銀 Hg ⁰ 、Hg ²⁺ 、 粒子状水銀							ASTM D6784(主要排出源の最低試料量 4dscm)

²⁹ 石炭とは、無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、褐炭、石炭くず、石油コークスに分類されるすべての固形燃料を指す。「石炭」の定義には、石炭由来の合成燃料(溶剤精製炭、石炭・油混合燃料、石炭・水混合燃料)を含む。石炭由来のガスはこの定義から除外される。

³⁰ バイオマスは、木材残さ(切り株、樹皮、おがくずなど)、家畜糞尿や敷料、農業廃棄物(ナッツや穀物の殻、剪定枝、トウモロコシの茎、サトウキビやコーヒー豆の絞りかす、果樹の剪定枝など)など。

³¹ 年間の有害大気汚染物質(HAPs)排出量が25トン以上、又は1つのHAPの排出量が10トン以上の固定発生源。非主要排出源とは主要発生源以外の固定発生源(40 CFR 63.2)

³² Method 29に基づく測定時間は通常1時間。

³³ Method 19に基づく(排出濃度をlb/MMBTUの排出率に換算する場合、Method 19のF-Factorを用いる(40 CFR 63.7520(e), Table 5 to Subpart DDDDD of Part 63 および40 CFR 63.11212(e), Table 4 to Subpart JJJJJ of Part 63))

	国	炭種・バイオマス	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
	ドイツ	石炭 ² ・褐炭 (バイオ燃料 ¹⁴ を除く)	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	2 µg/Nm ³	年平均	6%	水銀及び 水銀化合物	連続測定 ¹⁵ 。有効な 30 分平均値 の合計を 30 分平均値のデータ数 で除した値に基づく（要請に応じ て、通常の管理により実際の水銀 濃度が年平均及び1日平均基準の 50%未満であることが確実に証 明できる場合、規制当局は連続測 定を免除する）
				20 µg/Nm ³	1日平均 ¹⁶			
			熱投入量 ≥ 300 MWth	1 µg/Nm ³	年平均			熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満と同じ。
				20 µg/Nm ³	1日平均 ¹⁶			
	バイオ燃料 ¹⁴	熱投入量 50 MWth 以上	10 µg/Nm ³	年平均	6%	水銀及び 水銀化合物	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満と同じ。	
		熱投入量 50 MWth 以上	5 µg mg/m ³	1日平均 ¹⁶	6%	水銀及び 水銀化合物	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満と同じ。	
中国	石炭	出力 65 t/時以下	50 µg/Nm ³		9%	水銀及び 水銀化合物	HJ543（固定発生源の排ガス 水 銀測定 冷原子吸光光度法（暫 定））	
既 設	EU	石炭 ²	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	<1-9 µg/Nm ³	新設と同じ			

国	炭種・バイオマス	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
米国		熱投入量 ≥ 300 MWth	$< 1-4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$				
	褐炭	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	$< 1-10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$				
		熱投入量 ≥ 300 MWth	$< 1-7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$				
	バイオマス ⁷ (専焼)又は泥炭	全施設	$< 1-5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	新設と同じ			
	石炭 ²⁹ ・バイオマス ³⁰ (専焼)	主要排出源 ³¹ ： 熱投入量 10 MMBTU/ 時以上	0.000054 lb/MMBTU (約 9.5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ¹⁰	新設と同じ（ただし、最低試料量は 4 dscm ではなく 3 dscm）			
	石炭 ²⁹	非主要排出源：熱投入量 10 MMBTU/時以上	0.000022 lb/MMBTU (約 39 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ¹⁰	新設と同じ			
ドイツ	石炭 ²	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	$5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	年平均	6%	水銀及び水銀化合物	新設と同じ。
		熱投入量 ≥ 300 MWth	$4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ （2025年7月15日より $3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 。 但し例外 ²⁰ あり）	年平均 ²¹			
	褐炭	熱投入量 50 MWth 以上 300 MWth 未満	$10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	年平均			
		熱投入量 ≥ 300 MWth	$5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ （2025年7月15日より $4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 。 但し例外 ²² あり）	年平均 ²¹			
	バイオ燃料 ¹⁴	熱投入量 50 MWth 以上	$10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	新設と同じ			
	熱投入量 50 MWth 以上	$5 \mu\text{g mg}/\text{m}^3$	新設と同じ				
中国	石炭	出力 65 t/時以下	$50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	新設と同じ			

(3) 非鉄金属生産施設

	国	金属種	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考 (測定方法、データ数等)
新設	EU	—	鉱石のばい焼又は焼結冶金術、化学的、又は電気分解処理による、鉱石、精鉱、又は二次原料からの非鉄粗金属生産を行う施設 回収製品を含む非鉄金属の溶解 (合金法も含む) 及び非鉄金属鑄造を行う施設で、溶解能力が鉛とカドミウムは4t/日、その他の金属は20t/日を超える施設	10-50 µg/Nm ³	1日平均 ³⁴ 又はサンプリング期間の平均 ³⁵		水銀及び水銀化合物	連続測定 (EN 14884) 又は年1回測定 (EN 13211)
	米国 ³⁶	銅	一次製錬施設の乾燥設備、転炉、粗銅の精製炉、溶鉱炉	主要排出源 ³⁷ : (案 0.00097 lbs/時) (約 0.44 g/時) ³⁸				
	ドイツ	銅以外 (二次原料)	冶金、化学、または電解プロセスによる鉱石、濃縮物、または二次原料からの非鉄粗金属の生産	10µg/Nm ³ 又は 0.05g/時 ³⁹	1日平均 ¹⁶		水銀及び水銀化合物	水銀の排出量が 2.5 g/時を超える場合は、連続測定となる (水銀濃度が 0.05g/時又は 10µg/Nm ³ の 20%未満であることを信頼性の高い方法で証明できる場合を除く)。
	銅 (二次原料)	二次原料からの生産	50µg/Nm ³	1日平均 ¹⁶				
		鉛 ⁴⁰	4t/日以上の製錬、合金、精錬施設 ⁴¹	10µg/Nm ³	1日平均 ¹⁶		水銀及び水銀化合物	水銀の排出量が 2.5 g/時を超える場合は、連続測定となる (水

³⁴ 連続測定で得られた 30 分又は 1 時間ごとの有効値に基づき算出した 24 時間平均値

³⁵ 30 分以上の測定を三回連続して得られた値の平均値

³⁶ 本資料では、銅、亜鉛、鉛に係る製錬施設の情報を確認した。このうち、銅製錬にのみ水銀の排出基準案が設定されていた。

³⁷ 年間の有害大気汚染物質 (HAPs) 排出量が 25 トン以上、又は 1 つの HAP の排出量が 10 トン以上の固定発生源。非主要排出源とは主要発生源以外の固定発生源。

³⁸ 1 lb = 0.45359237 kg として換算。

³⁹ 排ガス中の Class II (鉛、コバルト、ニッケル、セレン、テルル及びそれら化合物) の無機粒子物質の合計排出量が 1mg/Nm³ を超えてはならない (TA Luft 5.4.3.3a)。

⁴⁰ TA Luft ではアルミニウムを除く非鉄金属生産施設 (5.4.3.4) という枠組みで排出規制をかけているが、本資料では、3 金属種に係る情報を整理した。

⁴¹ 許可の手続きが異なるため、金属種、施設規模及び施設内容によりいくつかに分類されているが、排出基準は同じ。許可手続きは、各金属種で分類されている小規模施設の方が簡易である。

	国	金属種	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
			0.5 t/日以上 4t/日未満の製錬、合金、精錬施設	又は 0.05g/時 ⁴²				銀濃度が 0.05g/時又は 10 µg/Nm ³ の 20%未満であることを信頼性の高い方法で証明できる場合を除く。
		銅・亜鉛 ⁴⁰	20t/日以上の製錬、合金、精錬施設	10µg/Nm ³ 又は 0.05g/時 ⁴²				
			2 t/日以上 20t/日未満の製錬、合金、精錬施設 但し、下記を除く。 <ul style="list-style-type: none"> 真空の溶解施設 錫及びビスマスで構成する鑄造合金、又は銅又はマグネシウムと共に亜鉛及びアルミニウムを鑄造合金する溶解施設 ダイカスト又は金型鑄造の一部である溶解施設、又は専ら鑄造用の非鉄金属又は合金を溶解する単純なダイカスト又は金型鑄造と併せた溶解施設 貴金属の製錬施設又は貴金属のみ又は貴金属と銅の合金施設 					

⁴² 鉛精錬施設の場合には、排ガス中の Class II（鉛、コバルト、ニッケル、セレン、テルル及びそれら化合物）の無機粒子物質の合計排出量が 1mg/Nm³ を超えないという条件で、水銀の排出基準が適用される（TA Luft 5.4.3.4.1a/2a）。

	国	金属種	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
			<ul style="list-style-type: none"> ウェーブはんだ付け装置 錫の熱風吹付プラント 					
	中国	銅、ニッケル、コバルト	製錬施設（二次原料からの製錬を除く）	12 µg/Nm ³ ⁴³			水銀及び水銀化合物	HJ543（固定発生源の排ガス水銀測定 冷原子吸光光度法（暫定））
		鉛、亜鉛	焼結、製錬施設（二次原料の圧延・加工製品の生産を除く）	50 µg/Nm ³ ⁴⁴				
	カナダ	亜鉛、ニッケル、鉛	一次製錬施設	完成した各金属製品の総生産量1トン当たり に大気排出する水銀量が 0.2g				「ネット」排出量が増加しないように、水銀オフセットプログラム（年間排出量と同等の水銀量を回収及び最終処理することを検討）
		銅	一次製錬施設	完成した銅製品の総生産量1トン当たり に大気排出する水銀量が 1g				「ネット」排出量が増加しないように、水銀オフセットプログラム（年間排出量と同等の水銀量を回収及び最終処理することを検討）
既設	EU、中国			同上	新設と同じ			
	米国 ³⁶	銅	一次製錬施設の乾燥設備、 転炉、粗銅の精製炉、溶鋳炉	主要排出源 ³⁷ ： (案 0.0043 lbs/時) (約 1.95 g/時)				

⁴³ 企業の敷地境界での水銀の1時間の平均濃度は1.2 µg/Nm³とする（GB25467-2010, 4.2.4 表6）。

⁴⁴ 企業の敷地境界での水銀の1時間の平均濃度は0.3 µg/Nm³とする（GB25466-2010, 4.2.4 表6）。

	国	金属種	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
	カナダ	亜鉛、鉛、銅	一次製錬施設	完成した金属製品の総生産量1トン当たりに大気排出する水銀量が 2g				

(4) 廃棄物焼却施設

(4) - 1 廃棄物焼却施設（都市ごみ）

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
新設	EU	焼却能力 3 t/時超	< 5-20 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	1日平均又は、3測定平均（各測定時間：30分以上）	11%	ガス・粒子状の水銀及び水銀化合物	CEN 標準（CEN 標準がない場合は ISO 又は科学的に同等に良質なデータを与える各国・その他国際標準）
			1-10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	2～4 週間平均 ⁴⁵			
	米国 ⁴⁶	焼却能力 250 t/日超 （大型）	50 $\mu\text{g}/\text{dscm}$ 又は水銀排出削減率 85% （約 54 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ） ⁴⁷	3 測定平均	7%	粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29（最小試料量 1.7 m ³ ）
						全水銀 Hg0 Hg2+ 粒子状水銀	ASTM D6784-02

⁴⁵ 実証済みの低い安定した水銀を含有する廃棄物（単一の流れによって管理された組成からなる廃棄物など）の焼却施設で採用することができる。

⁴⁶ 米国の廃棄物処分業（有害廃棄物の焼却施設を除く）における大気汚染規制は、新設は規制値（NSPS：New Source Performance Standard）、既設はガイドライン値（Emission Guidelines (EG)）が設けられている。州計画において法的拘束力のある排出基準（emission standard）を設定する際に、ガイドライン値と同等以上の基準を盛り込むことが義務付けられている。但し、既存排出源の残存耐用年数やその他の要因に基づき、基準緩和やより長い遵守期限を適用することも可能である。なお、州計画は EPA に提出し認定を受ける必要がある。（<https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-11/final-subpart-ba-implementing-regulations-fact-sheet-.pdf>）

⁴⁷ 1 dscm（20℃、1 気圧の大気）= 0.931741 Nm³ として換算。dscm: dry standard cubic meter, http://toolkit.pops.int/Publish/Annexes/A_06_Annex06.html

国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
	焼却能力 35～250 t/日 (小型)	80 µg/dscm 又は水銀排出削減率 85% (約 86 µg/Nm ³) ⁴⁷	3 測定平均	7%	粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29 (測定法に基づくサンプリング時間: 通常 1 時間で約 1.25 m ³ 採取と記載)
	焼却能力 35 t/日未満 (その他) ⁴⁸	74 µg/dscm (約 79 µg/Nm ³) ⁴⁷ (案 10t/日以下の施設に関して は、12 µg/dscm) ⁴⁹	3 測定平均	7%	粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29 (最低 1 時間サンプリング)
ドイツ	規模要件なし ⁵⁰	50 µg/Nm ³	30 分平均	11%	水銀及び水銀化合物	連続測定 ⁵¹ (施設操業者の申請に基づき、実際の水銀濃度が基準の 20%未満であると信頼性の高い保証を提供できる (provide reliable assurance) 場合は、規制当局が連続測定を免除する) 有効な 1 日平均値を合計し、1 日平均値の数で除す。
		30 µg/Nm ³	1 日平均			
		10 µg/Nm ³	年平均			
中国	規模要件なし	50 µg/Nm ³	測定平均値 (測定は最低 30 分、最長 8 時間で、少なくとも 3 つのサン	11%	水銀及び水銀化合物	HJ543 (固定発生源の排ガス 水銀測定 冷原子吸光度法 (暫定))

⁴⁸ 施設（公共施設など）廃棄物の焼却設備も対象。当該焼却設備には、現場設置型のモジュール化（ユニット化）したサイクロン式の簡易焼却炉、特注焼却設備、およびエアーカーテン焼却炉が含まれる。エアーカーテン式の焼却炉は、開放された一体型の燃焼室（ファイアーボックス）、又は燃焼が行われる開放されたピットやトレンチ（トレンチバーナー）に強制的に空気のカーテンを投射することによって作動する焼却装置（<https://www.env.go.jp/content/000153069.pdf>）。エアーカーテン式焼却炉を設置する施設から発生するごみを焼却する場合、焼却能力に関係なく規制する。但し、住宅、商業・産業施設から収集された（1）100%廃材、（2）100%クリーン木材、（3）100%庭ごみ、（4）（1）～（3）の混合ごみは排出基準の対象外となる。（40 CFR § 60.2977 及び § 60.2888）

⁴⁹ Federal Register / Vol. 85, No. 169 (August 31, 2020) <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2020-08-31/pdf/2020-17730.pdf>

⁵⁰ BImSchG（連邦排出管理法）に定める許可申請が必要な 4 BImSchV に掲げる施設が対象となる。廃棄物投入量 3t/時超の施設については通常手続き、廃棄物投入量 3t/時未満の施設については簡易手続きとなる（17 BImSchV § 1(1), 4 BImSchV）https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_4_2013/anhang_1.html

⁵¹ 一回の連続測定値の 95%信頼区間値は、1 日平均値の 40%を超えてはならない。測定値の 30 分平均値から、信頼区間から外れた値を除いたものに基づいて算出した値を 30 分及び 1 日平均値の補正值とする（17 BImSchV Appendix 4）。

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
				プルを採取)			
	カナダ	規模要件なし	20 µg/Rm ³ (約 22 µg/Nm ³) ⁵²		11%		大規模施設（廃棄物処理量>120 t/年）は年 1 回測定、小規模施設（<120 t/年）は 1 回の測定又は廃棄物分別プログラムの監査を文書化したインベントリーの提出により、排出基準が達成されていることを担保。 コニカル（円錐）型の廃棄物焼却炉は対象外とする ⁵³ 。
既設	米国		同上 ⁵⁴ （案 その他の都市ごみの 10t/日以下の施設に関しては、69 µg/dscm)				新設と同じ
	ドイツ ⁵⁵	規模要件なし ⁵⁰	50 µg/Nm ³	30 分平均	11%	水銀及び水銀化合物	新設と同じ。
			30 µg/Nm ³	1 日平均			
		熱投入量 50 MW 超	10 µg/Nm ³	年平均			
EU、カナダ、中国		同上					新設と同じ

⁵² 1 Rm³ (25°C、1 気圧の大気) = 0.916107 Nm³ として換算。

⁵³ ニューファンドランド島はコニカル型の廃棄物焼却炉の段階的廃止を検討。

⁵⁴

大型：1994 年 9 月 20 日後に建設を開始、1996 年 6 月 19 日後に改築又は改造を開始した施設は新設と同じ規制値となる（40 CFR 60 Subpart Eb § 60.50b (a) および § 60.51b)

1994 年 9 月 20 日以前に建設が開始された施設は、2009 年 4 月 28 日より、新設と同じ数値のガイドライン値。(40 CFR Subpart Cb § 60.33b (3))

小型：1999 年 8 月 30 日後に建設、2001 年 6 月 6 日後に改築又は改造した施設は新設と同じ規制値となる。それ以前に建設された施設は新設と同じ数値のガイドライン値となる（40

CFR 60 Subpart AAAA § 60.1015 (a) 及び Table 4, 40 CFR Subpart BBBB)

その他：2004 年 12 月 9 日後に建設、2006 年 6 月 16 日後に改築又は改造した施設は新設と同じ規制値となる。それ以前に建設された施設は新設と同じ数値のガイドライン値となる

(40 CFR 60 Subpart EEEE § 60.2886 (a) 及び Table 2, 40 CFR 60 Subpart FFFF)

⁵⁵ 2013 年 5 月 2 日より前に認定又は建設された廃棄物の混焼および大規模燃焼施設を除く（17 BIm SchV Section 2 の 11）。

(4) - 2 廃棄物焼却施設 (非有害の産業ごみ)

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考 (測定方法、データ数等)
新設	米国 ⁵⁶	規模要件なし	焼却炉 0.84µg /dscm (約 0.9 µg/Nm ³) ⁴⁷	年 1 回 3 測定平均	7%	粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29 (検出限界 0.03µg /dscm を満たすのに十分な量を採取する)
				1 時間平均の 30 日の累積平均		全ガス状水銀	連続排出モニタリングシステム (CEMS) 又は吸着剤トラップモニタリングシステム
			エネルギー回収あり、燃料種別 ⁵⁷ 液体・ガス : 0.56µg /dscm (約 0.6 µg/Nm ³) ⁴⁷ バイオマス : 2.2µg /dscm (約 2.4 µg/Nm ³) ⁴⁷ 石炭 : 13µg /dscm (約 14 µg/Nm ³) ⁴⁷	年 1 回 3 測定平均	7%	粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29, ASTM D6784-02 (検出限界 0.03µg /dscm を満たすのに十分な量を採取する)
						全ガス状水銀	Method 30B 検出限界 0.03µg /dscm を満たすのに十分な量を採取する)
			1 時間平均の 30 日の累積平均	全ガス状水銀	連続排出モニタリングシステム (CEMS) 又は吸着剤トラップモニタリングシステム		
廃棄物焼却キルン : 3.7µg /dscm (約 4.0 µg/Nm ³) ⁴⁷ 又は クリンカ 100 万トンあたり 21 lbs	30 日の累積平均	7%	全ガス状水銀	連続排出モニタリングシステム (CEMS) 又は吸着剤トラップモニタリングシステム			

⁵⁶ 40 CFR 60 Subpart CCCC (規制値) は、2001 年 1 月 30 日施行され、CISWI (商業・産業廃棄物焼却炉) の Hg 排出基準は 0.47mg/dscm (470µg/dscm) の 1 種類だった。2013 年 2 月 7 日の改正施行により、CISWI は 4 分類 (焼却炉、エネルギー回収設備、廃棄物焼却キルン、小型遠隔地用焼却炉)、エネルギー回収設備は燃料種により細分化され、現行の規制値 (石炭は 16 µg /dscm、廃棄物焼却キルンは 3.7 µg /dscm のみ) が定められた。2016 年 6 月 23 日の改正で石炭が 13 µg /dscm に改訂され、2019 年 3 月 18 日の改正で廃棄物焼却キルンの Hg の代替規制値 (クリンカ 100 万トン当り 21 lbs) が追加された。 (<https://www.epa.gov/stationary-sources-air-pollution/commercial-and-industrial-solid-waste-incineration-units-ciswi-new>)

⁵⁷ エネルギー回収設備 (energy recovery unit) は、固形廃棄物を燃料しない場合のボイラーやプロセスヒーターも含む。液体・ガスは、液体又は気体燃料で液体廃棄物 (固形燃料又は廃棄物と組み合わせることはない) を燃焼する。バイオマスは、固形廃棄物、バイオマス、石炭以外の固形物質を燃焼、又は年平均の投入熱量ベースで石炭の割合が 10%未満のもので、固形単体、又は液体、気体と組み合わせて燃焼する。石炭は、固形廃棄物と年平均の投入熱量ベースで石炭の割合が 10%以上のもので、固形単体、又は液体、気体と組み合わせて燃焼する。(40 CFR § 60.2265)

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
		焼却能力 3t/日以下	小型遠隔地用焼却炉 ⁵⁸ 3.5µg /dscm (約 3.8 µg/Nm ³) ⁴⁷	年 1 回 3 測定平均	7%	粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29, ASTM D6784-02(測定は最低 2dscm を採取)
				—		全ガス状水銀	Method 30B
						全ガス状水銀	連続排出モニタリングシステム (CEMS) 又は 吸着剤トラップモニタリングシステム
	EU、ドイツ、 中国、カナダ、	都市ごみと同じ。					
既設	米国		新設と同じ ^{59, 60}	新設と同じ			
	EU、カナダ、 中国	都市ごみと同じ。					

⁵⁸ 最寄りの都市固形廃棄物埋立地まで車で 25 マイル以上の距離にある。

⁵⁹ 2010 年 6 月 4 日後に建設を開始、あるいは 2013 年 8 月 7 日後に改築・改造を開始した施設は新設と同じ規制値となる。(40 CFR 60 Subpart CCCC §60.2015 (a))

2010 年 6 月 4 日以前に建設を開始、あるいは 2010 年 6 月 5 日～2013 年 8 月 7 日に改築・改造を開始した焼却炉を除く次の施設はガイドライン値となり、次のとおり。

・エネルギー回収ありの燃料種別：液体・ガスが 2.4µg /dscm、バイオマスが 2.2 µg /dscm、石炭：13µg /dscm

・廃棄物焼却キルン：11 µg /dscm 又はクリンカ 100 万トンあたり 58 lbs

・小型遠隔地用焼却炉（焼却能力 3t/日以下）：5.3 µg /dscm

1999 年 12 月 1 日～2010 年 6 月 4 日に建設を開始、あるいは 2001 年 6 月 2 日～2013 年 8 月 7 日に改築・改造を開始した施設の焼却炉は 4.8 µg /dscm のガイドライン値となる。

1999 年 11 月 30 日以前に建設を開始、あるいは 2001 年 6 月 1 日以前に改築した焼却炉に関しては、州政府が 2001 年 12 月 3 日までに EPA に州計画を提出する必要があり、州計画又は連邦計画で CISWI の対象となった焼却炉に限り、470µg /dscm のガイドライン値を適用できる。(40 CFR §60.2505 (b)及び Table 2 の脚注 1)

⁶⁰ 40 CFR 60 Subpart DDDD (ガイドライン値) は、2001 年 1 月 30 日に施行され、CISWI (商業・産業廃棄物焼却炉) は Hg 排出基準は 0.47mg/dscm (470µg /dscm) の 1 種類だった。2013 年 2 月 7 日の改正施行により、CISWI は 4 分類 (焼却炉、エネルギー回収設備、廃棄物焼却キルン、小型遠隔地用焼却炉) され、エネルギー回収設備は燃料種で細分化され現行のガイドライン値 (石炭は 16 µg /dscm、廃棄物焼却キルンは 1.1µg /dscm のみ) が定められた。2016 年 6 月 23 日の改正で石炭が 13 µg /dscm に改訂され、2019 年 3 月 18 日の改正で廃棄物焼却キルンの Hg の代替規制値 (クリンカ 100 万トン当り 58 lbs) が追加された。(https://www.epa.gov/stationary-sources-air-pollution/commercial-and-industrial-solid-waste-incineration-units-ciswi-new)

(4) - 3 廃棄物焼却施設 (医療廃棄物)

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考 (測定方法、データ数等)
新設	EU	焼却能力 10 t/日超	< 5-20 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	1 日平均又は、 3 測定平均 (各 測定時間: 30 分 以上)	11%	ガス・粒子 状の水銀 及び水銀 化合物	CEN 標準 (CEN 標準がない場合は ISO 又は科学的に同等に良質なデータを与える各国・その他国際標準)
			1-10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	2~4 週間平均 45			
	米国	廃棄物 > 500 lb/時 (大型)	1.3 $\mu\text{g}/\text{dscm}$ (約 1.4 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ⁴⁷	3 測定平均 最低 1 時間	7%	粒子状水 銀 全ガス状 水銀	Method 29 (ASTMD6784-02、CEMS でもよい。 CEMS は 24 時間毎の平均値)
		200 lb/時< 廃棄物 \leq 500 lb/時 (中型)	3.5 $\mu\text{g}/\text{dscm}$ (約 3.8 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ⁴⁷				
		廃棄物 \leq 200 lb/時 (小型)	14 $\mu\text{g}/\text{dscm}$ (約 15 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ⁴⁷				
	ドイツ	規模要件 なし ⁶¹	50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	30 分平均	11%	水銀及び 水銀化合 物	連続測定 ⁵¹ (施設操業者の申請に基づき、実際の水銀濃度が基準の 20%未満であると信頼性の高い保証を提供できる場合は、規制当局が連続測定を免除する) 有効な 1 日平均値を合計し、1 日平均値の数で除す。
			30 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	1 日平均			
			10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	年平均			
	中国	規模要件 なし	50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	3 測定以上の平均値 (全ての測定時間を 0.5~8 時間以内に行う)	11%	水銀及び 水銀化合物	HJ543 (固定発生源の排ガス水銀測定 冷原子吸光光度法 (暫定))

⁶¹ 環境汚染防止法 (BImSchG) に定める許可申請が必要な 4 BImSchV に掲げる施設が対象となる。すべて通常手続き。(17 BImSchV § 1(1), 4 BImSchV)

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
	カナダ	規模要件なし	20 µg/Rm ³ (約 22 µg/Nm ³) ⁵²		11%		大規模施設（廃棄物処理量>120 t/年）は年1回測定、小規模施設（<120 t/年）は1回の測定又は廃棄物分別プログラムの監査を文書化したインベントリーの提出により、排出基準が達成されていることを担保。
既設	EU	焼却能力 10 t/日超	< 5-20 µg/Nm ³	新設と同じ			
			1-10 µg/Nm ³				
	米国		新設と同じ ⁶²	新設と同じ		Method 29 (ASTM D6784-02、CEMS ⁶³ でもよい)	
	ドイツ	規模要件なし ⁶¹	50 µg/Nm ³	30分平均	11%	水銀及び水銀化合物	新設と同じ。
30 µg/Nm ³			1日平均				
熱投入量 50 MW 超		10 µg/Nm ³	年平均				
中国	規模要件なし	50 µg/Nm ³ ⁶⁴	3測定以上の平均値（全ての測定時間を0.5～8時間以内に行	11%	水銀及び水銀化合物	HJ543（固定発生源の排ガス水銀測定 冷原子吸光光度法（暫定））	

⁶² 2008年12月1日より後に建設を開始、あるいは2010年4月6日より後に改築を開始した施設を対象とする規制値。それ以前の施設は、大型は18 µg/dscm、中型は25 µg/dscm、小型は14 µg/dscmのガイドライン値となる。ただし、1996年6月20日以前に建設が開始、あるいは1998年3月16日以前に改築が開始され、大都市統計地域（人口5万人以上の市街地を1つ以上有し、隣接する地域が社会的・経済的に都市と密接な関係があり通勤圏として利用されている）から50マイル（約80km）以上離れ、週に2000 lbs（約910 kg）未満の医療廃棄物を焼却する施設は、5.1 µg/dscmのガイドライン値とする。なお、1997年9月15日に公布された40 CFR 60 Suppart Ceは2009年10月6日に改正公布されており、改正前の対象施設は規模に関係なく550 µg/dscm、前述の大都市統計地域等々に関わる施設は、7,500 µg/dscmのガイドライン値となる。（40 CFR 60.50c、40 CFR 60.33e (a)及び60.33e (b)）。大都市統計地域（Metropolitan Statistical Areas）は、標準都市統計地区（Standard Metropolitan Statistical Area）から置き換わったもので、米国行政管理予算局（Office of Management and Budget）の定義を引用した。（<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockkey=P1009ZW6.pdf> 及び <https://www.bls.gov/bls/omb-bulletin-18-03-revised-delineations-of-metropolitan-statistical-areas.pdf>）

⁶³ CEMSについては、1996年6月20日～2008年12月1日に建設開始、あるいは1998年3月16日～2010年4月6日に改築を開始した施設に対しては12時間平均とするが、それ以外の施設は24時間毎平均とする（40 CFR 60.56c (c) (5)、60.37e(a)(2)及び60.37e (b)）。

⁶⁴ 2022年1月1日より適用。

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
				う)			
	カナダ ⁶⁵	>120 t/年	20 µg/Rm ³ (約 22 µg/Nm ³) ⁵²				新設と同じ
		<120 t/年	40 µg/Rm ³ (約 44 µg/Nm ³) ⁵²				

(4) - 4 廃棄物焼却施設（有害廃棄物）

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
新設	EU	焼却能力 10 t/日超	<5-20 µg/Nm ³	1 日平均又は、3 測定平均（各測定 時間：30 分以上）	11%	ガス・粒子状の 水銀及び水銀化 合物	CEN 標準（CEN 標準がない場合は ISO 又は 科学的に同等に良質なデータを与える各国・ その他国際標準）
			1-10 µg/Nm ³	2~4 週間平均 ⁴⁵			
	米国	規模要件なし	8.1 µg /dscm (約 8.7 µg/Nm ³) ⁴⁷	通常 3 測定 ³² 、排 出基準を満たし た上で、有害物投 入制限を遵守	7%	粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29（申請によって CEMS を利用できる）
	ドイツ	規模要件なし ⁶¹	50 µg/Nm ³	30 分平均	11%	水銀及び水銀化 合物	連続測定 ⁵¹ （施設操業者の申請に基づき、実 際の水銀濃度が基準の 20%未満であると信 頼性の高い保証を提供できる場合は、規制当 局が連続測定を免除する）
30 µg/Nm ³			1 日平均				
10 µg/Nm ³			年平均	有効な 1 日平均値を合計し、1 日平均値の数 で除す。			
	中国	規模要件なし	50 µg/Nm ³	3 測定以上の平 均値（全ての測定	11%	水銀及び水銀化 合物	HJ543（固定発生源の排ガス水銀測定 冷原子 吸光光度法（暫定））

⁶⁵ 施設規模が>120 t/年及び<120 t/年の基準値が示されているが、120t/年の基準値は示されていない。（<http://www.mercury.org.cn/zcfg/gi/202107/P020210715338721815031.pdf>）（参照 2023-3-1）

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
				時間を 0.5～8 時間以内に行う)			
	カナダ	規模要件なし	50 µg/Rm ³ (約 55 µg/Nm ³) ⁵²		11%		大規模施設は年 1 回測定、小規模施設(医療機関や自治体)は 1 回の測定又は水銀削減計画の成果報告のいずれかを選択。
既設	EU、カナダ		同上	新設と同じ			
	米国	規模要件なし	130µg /dscm (約 140 µg/Nm ³) ⁴⁷	新設と同じ			
	ドイツ	規模要件なし ⁶¹	50 µg/Nm ³	30 分平均	11%	水銀及び水銀化合物	新設と同じ。
			30 µg/Nm ³	1 日平均			
		熱投入量 50 MW 超	10 µg/Nm ³	年平均			
中国	規模要件なし	50 µg/Nm ³ ⁶⁶	3 測定以上の平均値(全ての測定時間を 0.5～8 時間以内に行う)	11%	水銀及び水銀化合物	HJ543(固定発生源の排ガス水銀測定 冷原子吸光光度法(暫定))	

(4) - 5 廃棄物焼却施設 (セメントキルン)

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
新設	EU	非有害廃棄物の焼却・混焼： 能力 3 t/時超 有害廃棄物の焼却・混焼：能力 10 t/日超 ⁶⁷	<5-20 µg/Nm ³	1 日平均又は、3 測定平均 (各測定時間：30 分以上)	11%	ガス・粒子状の水銀及び水銀化合物	CEN 標準 (CEN 標準がない場合は ISO 又は科学的に同等に良質なデータを与える各国・その他国際標準)

⁶⁶ 2021 年 12 月 31 日までは GB18484-2001 の排出基準 (100 µg/Nm³)、2022 年 1 月 1 日より当該排出基準に従う。

⁶⁷ 主な目的が原料の製造ではなく、指令 2010/75 / EU の第 3 条 (31) (b) で定義されているバイオマス以外の廃棄物との混焼、有害廃棄物による 40%以上の熱放出、又は都市ごみとの混焼による施設 ((EU) 2019/2010 の SCOPE 5.2)。

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
			1-10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	2～4 週間 平均 ⁴⁵			
	米国	有害廃棄物を焼却する全てのセメントキルン	有害物投入制限 1.9 ppmw 及び 120 $\mu\text{g}/\text{dscm}$ (約 129 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ⁴⁷	通常 3 測定 ³² 、排出基準を満たした上で、有害物投入制限を遵守	7%	粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29（申請によって CEMS を利用できる）
	ドイツ	廃棄物の熱量が投入熱量の 25% を超えるセメントキルン	50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (遵守困難な場合 100 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ⁶⁸	30 分平均	10%	水銀及び水銀化合物	連続測定 ⁵¹ （施設操業者の申請に基づき、実際の水銀濃度が基準の 20% 未満であると信頼性の高い保証を提供できる場合は、規制当局が連続測定を免除する）
			30 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (遵守困難な場合 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ⁶⁹	1 日平均			
	中国	投入量に占める廃棄物量が重量 30% 以下 ⁷⁰ 、クリンカ生産量 2,000t/日以上（乾式 NSP キルン ⁷¹ の場合）	50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$		10%	水銀及び水銀化合物	HJ543(固定発生源の排ガス水銀測定 冷原子吸光光度法(暫定))
既設	EU、ドイツ、中国		同上				
	米国	有害廃棄物を焼却する全てのセメントキルン	有害物投入制限 3.0 ppmw 及び 120 $\mu\text{g}/\text{dscm}$ (約 129 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) ⁴⁷				

⁶⁸ 施設操業者の申請に基づき、原材料の水銀濃度により本基準の遵守が困難な場合、規制当局は 100 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ とすることができる。

⁶⁹ 施設操業者の申請に基づき、原材料の水銀濃度により本基準の遵守が困難な場合、規制当局は 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ とすることができる。

⁷⁰ 30% 超は都市ごみ焼却施設の基準適用

⁷¹ プレヒータに仮焼炉を設置した NSP（New Suspension Pre-heater）キルン（<https://www.taiheiyo-eng.co.jp/engineering/nsp.html> 参照）

(4) - 6 廃棄物焼却施設（下水汚泥）

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
新設	米国 ⁷²	規模要件なし	流動層炉 1.0 µg/dscm (約 1.07 µg/Nm ³) ⁴⁷	3 測定平均	7%	粒子状水銀	Method 29, ASTM D6784-02(測定は最低 3dscm を採取)
						全ガス状水銀	
			1 時間平均		全ガス状水銀	連続排出モニタリングシステム (CEMS)	
			多段炉 150 µg/dscm (約 161 µg/Nm ³) ⁴⁷	3 測定平均	7%	粒子状水銀	Method 29, ASTM D6784-02(測定は最低 1dscm を採取)
	全ガス状水銀	Method 30B					
		1 時間平均		連続排出モニタリングシステム (CEMS)			
	カナダ	規模要件なし	70 µg/Rm ³ (約 76 µg/Nm ³) ⁵²		11%		大規模施設は年 1 回測定、小規模施設(医療機関や自治体)は 1 回の測定又は水銀削減計画の成果報告のいずれかを選択。
既設	米国	規模要件なし	新設と同じ ⁷³	新設と同じ			
	カナダ		同上				

⁷² 40 CFR 60 Subpart LLLL（規制値）は、2011 年 5 月 20 日に施行され、新設と既設共に現在の規制値と同じである。

⁷³ 2010 年 10 月 14 日後に建設を開始した施設は新設と同じ規制値（40 CFR 60 Subpart LLLL § 60.4770 (a)）。それ以前に建設が開始された施設は、流動層炉が 0.037 mg/dscm（約 37 µg/Nm³）、多段炉が 0.28mg/dscm（約 280 µg/Nm³）のガイドライン値となる（40 CFR Subpart MMMM § 60.5005 及び Table2 と Table 3）。

(5) セメントクリンカ製造施設

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考(測定方法、データ数等)
新設	EU	生産能力 500 t/日超(ロータリーキルン)、又は 50 t/日(その他の溶鉱炉) 超	< 50 µg/Nm ³	サンプリング期間の平均	10%	水銀	バッチ測定(最低 30 分)
	米国	全ての生産施設	クリンカ 100 万トンあたり 21 lb (約 9.5kg) ³⁸	1 時間値 ⁷⁴ に基づき算出		全ガス状水銀	連続排出モニタリングシステム(CEMS) 又は吸着剤トラップモニタリングシステム
	ドイツ	セメントクリンカ又はセメントを生産する施設 ⁷⁵	30µg/Nm ³ ⁷⁶	1 日平均 ¹⁶	10%	水銀及び水銀化合物	水銀の排出量が 2.5g/時を超える場合は、連続測定となる(水銀濃度が 0.05g/時又は 10 µg/Nm ³ の 20%未満であることを信頼性の高い方法で証明できる場合を除く)。
	中国	規模要件なし	50 µg/Nm ³		10% (キルンの廃熱利用の場合) 8% (熱風炉などの独立した熱源を持つ場合)	水銀及び水銀化合物	HJ543 (固定発生源の排ガス 水銀測定 冷原子吸光光度法(暫定))
既設	米国以外		同上	新設と同じ			
	米国	全ての生産施設	クリンカ 100 万トンあたり 55 lb (約 24.9 kg) ³⁸				

⁷⁴ キルン稼働連続 30 日間中の 1 時間値を加えて累積データ数で除した平均値。

⁷⁵ 施設規模は、500t/日以上、50~500t/日(ロータリーキルンを除く) 500t/日未満(ロータリーキルンを除く)、50t/日未満(ロータリーキルンを除く)の4分類だが、排出基準は同じ。500t/日未満の施設は許可手続きが簡易になる。

⁷⁶ シャフト炉を除く。天然原料の組成により、30 µg/Nm³の基準を達成できない場合、50µg/Nm³を超えないという条件で、操業者からの要請により免除が行われる可能性がある(TA Luft 5.4.2.3)。

(6) 鉄鋼製造施設

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考 (測定方法、データ数等)
新設	EU	焼結プラント	<30~50µg/Nm ³	サンプリング期間 (30分以上)の平均		水銀	不連続測定(discontinuous measurement)、スポット測定
		電気炉鋼製造及び casting (2.5t/時超)	<50µg/Nm ³	サンプリング期間 (4時間以上)の平均		水銀	
	米国	鉄鋼炉・溶融施設 ⁷⁷	水銀を含めた総金属 HAP あるいは、PM の基準値 ⁷⁷	5年未満の頻度 ⁷⁸			Method 29
		鉄鋼一貫プラント (焼結、高炉、塩基性酸素転炉 (BOPF)) の転炉 ⁷⁹	0.000081 lb / 鉄スクラップ投入 t	各 BOPF 集合設備 (又は同じ煙突を使用する設備の組)		粒子状水銀 全ガス状水銀	Method 29 (最小試料量 1.7 dscm)

⁷⁷ 米国では、総金属 HAP (hazardous air pollutant) の排出基準か PM(particulate matter)の排出基準のどちらかを満たすことが求められている。総金属 HAP とは、Method29 によって測定されたアンチモン、砒素、ベリリウム、カドミウム、クロム、コバルト、鉛、マンガン、水銀、ニッケル、セレンの総量をいう。

<対象施設>

- ① 有害大気汚染物質の排出量が次のいずれかに該当する又はその可能性のある施設 (新規、既存共通)
 - ・ 1 物質 10t/年以上の鉄鋼炉
 - ・ 複数物質 25t/年以上の鉄鋼炉
 - ・ 1 物質 10t/年以上又は複数物質 25t/年以上を排出する施設に設けられている鉄鋼炉
- ② 上記以外の施設で、スクラップ、インゴット、その他の鉄・鋼の溶融施設 (新規：10,000t/年超、既存：20,000t/年超)

<総金属 HAP の排出基準>

- ① 有害大気汚染物質の排出量が次のいずれかに該当する又はその可能性のある施設
 - ・ 新規：電気炉 (アーク炉)：総金属 HAP として 0.0002g/dscf (約 7.6mg/Nm^{3*})
 - ・ 新規：電気炉 (誘導炉)：総金属 HAP として 0.00008g/dscf (約 3.0mg/Nm^{3*})
 - ・ 既存：電気炉 (アーク炉、誘導炉)：総金属 HAP として 0.0004g/dscf (約 15.2mg/Nm^{3*})

*1 dscf (20°C、1 気圧の大気) = 0.026383967 Nm³ として換算。dscf: dry standard cubic foot
- ② 上記以外の施設で、スクラップ、インゴット、その他の鉄・鋼の溶融施設 (新規：10,000t/年超、既存：20,000t/年超)
 - ・ 新規：総金属 HAP として 0.008lb/投入 t (約 3.6g/投入 t)
 - ・ 既存：総金属 HAP として 0.06lb/投入 t (約 27.2g/投入 t)

⁷⁸ 当該対象期間の他、①の施設は操作制限値の変更又は異なる代替排出量規制を選択した場合 (CEMS の場合は 5 年未満の頻度は適用外)、②の施設は操作制限値の変更又は HAP の排出量を増加させる可能性のある工程に変更した場合 (§ 63.7731 および § 63.10898(b))。

⁷⁹ 2019 年 8 月 16 日後に建設・改築が開始した施設。2021 年 7 月 13 日又は運転開始時のいずれか遅い時点で適用。(40 CFR § 63.7791) BOPF は、鋼を製造するために、溶鉄、スクラップ、フラックスの浴中に高純度酸素を加圧下で吹き込む耐火物を内張りした容器をいう。この定義には上吹き炉と下吹き炉の両方が含まれるが、アルゴン酸素脱炭炉は含まれない。

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
				み合わせ)の3測定 の平均値		全ガス状水 銀	Method 30B
		鉄鋼一貫プラントの焼 結	(案 0.000012 lbs/ 焼結 t)				
	ドイツ	焼結プラント	10 µg/Nm ³ 又は 0.05 g/時 ⁸⁰	1 日平均 ¹⁶		水銀及び水 銀化合物	水銀の排出量が 2.5 g/時を超える場合 は、連続測定（水銀濃度が 0.05g/時又 は 10 µg/Nm ³ の 20%未満であることを 信頼性の高い方法で証明できる場合 を除く）。
	オースト リア ⁸¹		50 µg/m ³	3 時間内に 3 回採 取した測定値を 30 分平均とし、その 個々の結果を評価 する。評価値が基準 値を超えない場合、 基準値(30 分平均) は遵守されたもの とみなす。	3%（液 体燃料ま たは気体 燃料の場 合） 6%（固 体燃料の 場合） ⁸²	水銀および 水銀化合物 （粒子状お よびガス状）	データ記録は 30 分平均値の自動登録 測定器で行うこと。
既 設	EU		同上	新設と同じ			
	米国	鉄鋼炉・溶融施設 ⁷⁷					

い (40 CFR § 63.7852)。40 CFR 63 FFFFF は 2003 年 5 月 20 日に施行され PM の排出基準が定められた。2020 年 7 月 13 日の改正施行で水銀が加わった。

<https://www.epa.gov/stationary-sources-air-pollution/integrated-iron-and-steel-manufacturing-national-emission>

⁸⁰ 焼結帯の排ガス中の水銀及び水銀化合物の濃度は、30 µg/Nm³ を超えてはならない(TA Luft 5.4.3.1a)。

⁸¹ Ordinance of the Federal Minister of Science, Research and Economy on the Limitation of the Emission of Air Pollutants from Plants for the Production of Iron and Steel 2016 (EiSt-V 2016)

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009485> (ドイツ語)

⁸² 熱処理炉や加熱炉において、液体燃料や気体燃料を使用した場合は、5%とする。

	国	施設規模	排出基準	対象期間	酸素濃度	測定対象	備考（測定方法、データ数等）
		鉄鋼一貫プラントの BOPF ⁸³	0.00026 lb/ 鉄スクラ ップ 投入 t	新設と同じ			
		鉄鋼一貫プラントの焼 結	(案 0.000035 lbs/焼 結 t)				
	オースト リア		同上				

(7) フェロアロイ製造施設

	国	施設規模	排出基準	測定対象期間・頻度	酸素濃度	測定対象 (水銀種)	備考（測定方法、データ数等）
新 設	EU	水銀を含む原材料を用い た高温冶金法 ⁸⁴	10～50 µg/Nm ³	1 日平均 ³⁴ 又はサンプ リング期間(30分以上) 平均		水銀及び水 銀化合物	連続測定 (EN 14884) 又は年 1 回測 定 (EN 13211)
	米国	フェロマンガンを製造す るアーク式電気炉	主要排出源 ⁸⁵ ： 13 µg/dscm	年 1 回測定		全ガス状水 銀	Method30B
		シリコンマンガンを製造 するアーク式電気炉	主要排出源： 4µg/dscm				
既 設	EU	同上	新設と同じ				
	米国	フェロマンガンを製造す るアーク式電気炉	主要排出源： 130µg /dscm			全ガス状水 銀	Method 30B
		シリコンマンガンを製造 するアーク式電気炉	主要排出源： 12µg /dscm				

⁸³ 2019年8月16日以前に建設・改築が開始した新規又は改築施設の場合には、2021年7月13日から適用。

⁸⁴ フェロアロイに関連するモニタリングのパラメータとして水銀がある ((EU) 2016/1032, 1.1.5. Monitoring of emissions to air)。

⁸⁵ 年間の有害大気汚染物質 (HAPs) 排出量が 25 トン以上、又は 1 つの HAP の排出量が 10 トン以上の固定発生源。非主要排出源とは主要発生源以外の固定発生源。

出典：

<EU>

－石炭火力発電所及び産業用石炭燃焼ボイラー： COMMISSION IMPLEMENTATION DECISION (EU) 2021/2326 of 30 November 2021 establishing best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, for large combustion plants (notified under document C (2021) 8580) (Text with EEA relevance) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021D2326#ntc4-L_2021469EN.01000101-E0004)

本実施決定は、2021年1月27日に一般裁判所により無効とされた実施決定 (EU) 2017/1442 を置き換えるものであるが、大型燃焼プラントの BAT 結論は、実施決定 (EU) 2017/1442 の結論と同一である (<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/news/bref-news-121>) (参照 2023-01-13)

－非鉄金属生産施設及びフェロアロイ製造施設： COMMISSION IMPLEMENTING DECISION (EU) 2016/1032 of 13 June 2016 establishing best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, for the non-ferrous metals industries

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016D1032&from=EN>

－廃棄物焼却施設： Commission Implementing Decision (EU) 2019/2010 of 12 November 2019 establishing the best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, for waste incineration (notified under document C (2019) 7987) (Text with EEA relevance)

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_2019.312.01.0055.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2019%3A312%3ATOC

－セメント生産施設： COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 26 March 2013 establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions for the production of cement, lime and magnesium oxide (notified under document C (2013) 1728) (Text with EEA relevance) (2013/163/EU)

http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_2013.100.01.0001.01.ENG

－鉄鋼製造施設： COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 28 February 2012 establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions for iron and steel production (2012/135/EU)

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012D0135&from=EN>

<ドイツ>

－石炭火力発電所及び産業用石炭燃焼ボイラー： Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen - 13. BImSchV) (Thirteenth Ordinance on the Implementation of the Federal Immission Control Act (Ordinance on Large Combustion Plants and Gas Turbine Plants - 13. BImSchV))が 2021 年 7 月 15 日付で改正施行されたもの。独語のみ。 https://www.buzer.de/13_BImSchV.htm

－廃棄物焼却施設： Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV) (Seventeenth Ordinance on the Implementation of the Federal Immission Control Act (Ordinance on Waste Incineration and Co-incineration - 17. BImSchV))が 2021 年 7 月 15 日に一部改正施行されたもの。独語のみ <https://www.buzer.de/gesetz/10624/index.htm>

－その他施設： Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control - TA Luft) (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) が 2021 年 12 月 1 日付で改正施行。独語のみ。

<https://umweltmessung.com/wp-content/uploads/TA-Luft-2021-1.pdf>

－許可対象施設： Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV (Fourth Ordinance for the Implementation of the Federal Immission Control Act (Ordinance on Installations Requiring a Permit - 4. BImSchV) が 2013 年 5 月 2 日付で改正されたもの。独語のみ。 http://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_4_2013/BJNR097310013.html

2022 年 10 月 26 日に一部改正施行 (最新版) されているが、変更は本表と関連していない。 <https://www.umweltpakt.bayern.de/luft/recht/bund/19/4-bimschv-voeuber-genehmigungsbeduerftige-anlagen> (参照 2023-1-13)

－ドイツの大気排出に関する法令の解説

<https://www.umweltbundesamt.de/en/immission-control-law#textpart-2>

<米国> 2023 年 11 月 27 日時点

－石炭火力発電所：

・ National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Coal and Oil-Fired Electric Utility Steam Generating Units, 40 CFR 63.9980-10042 (Subpart UUUUU)

<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=d4bbdf5f3bd72a17a44e4a6aab6da80b&mc=true&node=sp40.16.63.uuuuu&rgn=div6>
・National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Coal- and Oil-Fired Electric Utility Steam Generating Units Review of the Residual Risk and Technology Review, Federal Register / Vol. 88, No. 78 / Monday, April 24, 2023 / Proposed Rules (<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2023-04-24/pdf/2023-07383.pdf>) (参照 2023-11-22)
－産業用石炭燃焼ボイラー：National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Major Sources: Industrial, Commercial, and Institutional Boilers and Process Heaters, 40 CFR 63.7480-7575 (Subpart DDDDD)
<https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-63/subpart-DDDD>
Hazardous Air Pollutants for Industrial, Commercial, and Institutional Boilers Area Sources, 40 CFR 63.11193-11237 (Subpart JJJJJ)
<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=1b5ee830ac612c1c55a5d7224f21af30&mc=true&node=sp40.16.63.jjjjj&rgn=div6>
－非鉄金属生産施設
銅の一次製錬施設：National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Primary Copper Smelting Residual Risk and Technology Review and Primary Copper Smelting Area Source Technology Review, Federal Register / Vol. 87, No. 7/ Tuesday, January 11, 2022/Proposed Rules (<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2022-01-11/pdf/2021-28273.pdf>) (参照 2023-2-28)
－廃棄物焼却施設（都市ごみ）：
・Standards of Performance for Large Municipal Waste Combustors for Which Construction is Commenced After September 20, 1994 or for Which Modification or Reconstruction is Commenced After June 19, 1996, 40 CFR 60.50b-59b (Subpart Eb) (大型、新規)
http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=42ccf89a2fcb9ec04d3775b8e2de87af&mc=true&node=sp40.7.60.e_0b&rgn=div6
・Emissions Guidelines and Compliance Times for Large Municipal Waste Combustors That are Constructed on or Before September 20, 1994, 40 CFR 60.30b-39b (Subpart Cb) (大型、既存)
http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=eef98258f6402f97c43243ce8362c3fe&mc=true&node=sp40.7.60.c_0b&rgn=div6
・Standards of Performance for Small Municipal Waste Combustion Units for Which Construction is Commenced After August 30, 1999 or for Which Modification or Reconstruction is Commenced After June 6, 2001, 40 CFR 60.1000-1460 (Subpart AAAA) (小型、新規)
<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=35d2205c5b39f1ea345ffdf8bbe62a2&mc=true&node=sp40.8.60.aaaa&rgn=div6>
・Emission Guidelines and Compliance Times for Small Municipal Waste Combustion Units Constructed on or Before August 30, 1999, 40 CFR 60.1500-1940 (Subpart BBBB) (小型、既存)
<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=35d2205c5b39f1ea345ffdf8bbe62a2&mc=true&node=sp40.8.60.bbbb&rgn=div6>
・Standards of Performance for Other Solid Waste Incineration Units for Which Construction is Commenced After December 9, 2004, or for Which Modification or Reconstruction is Commenced on or After June 16, 2006, 40 CFR 60.2880-2975 (Subpart EEEE) (その他、新規)
<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=bf64f6eb74b8563d49a7c5a173053ccc&mc=true&node=sp40.8.60.eeee&rgn=div6>
・Emission Guidelines and Compliance Times for Other Solid Waste Incineration Units That Commenced Construction On or Before December 9, 2004, 40 CFR 60.2980-3069 (Subpart FFFF) (その他、既存)
<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=bf64f6eb74b8563d49a7c5a173053ccc&mc=true&node=sp40.8.60.ffff&rgn=div6>
－廃棄物焼却施設（非有害の産業廃棄物）：
・Standards of Performance for Commercial and Industrial Solid Waste Incineration Units, 40 CFR 60.2000 – 60.2265 (Subpart CCCC)
<https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-60/subpart-CCCC>
・Emissions Guidelines and Compliance Times for Commercial and Industrial Solid Waste Incineration Units, 40 CFR 60.2500 – 60.2875 (Subpart DDDD)
<https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-60/subpart-DDDD>
－廃棄物焼却施設（医療廃棄物）：
・Standards of Performance for New Stationary Sources: Hospital/Medical/Infectious Waste Incinerators, 40 CFR 60.50c-58c (Subpart Ec)
http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=42ccf89a2fcb9ec04d3775b8e2de87af&mc=true&node=sp40.7.60.e_0c&rgn=div6
・Emission Guidelines and Compliance Times for Hospital/Medical/Infectious Waste Incinerators, 40 CFR 60.30e-60.39e (Subpart Ce)
http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=b86560f7c07eab65f57d787bd0f51e58&mc=true&node=sp40.7.60.c_0e&rgn=div6
－廃棄物焼却施設（有害廃棄物、セメントキルン）：National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Final Standards for Hazardous Air Pollutants for Hazardous Waste Combustors, 40 CFR 63.1200-1211 (Subpart EEE)

<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=3c4d6ca5148bf185a76951b629cd9b10&mc=true&node=sp40.13.63.eee&rgn=div6>

－ 廃棄物焼却施設（下水汚泥）：

・ [Standards of Performance for New Sewage Sludge Incineration Units, 40 CFR 60.4760 – 60.4930 \(Subpart LLLL\)](https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-60/subpart-LLLL)

<https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-60/subpart-LLLL>

・ [Emission Guidelines and Compliance Times for Existing Sewage Sludge Incineration Units, 40 CFR 60.5000 – 60.5250 \(Subpart MMMM\)](https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-60/subpart-MMMM)

<https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-60/subpart-MMMM>

－ セメント生産施設：National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants From the Portland Cement Manufacturing Industry, 40 CFR 63.1340-1359 (Subpart LLL)

<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=217c48db9a4fd30b245667bd52239f40&mc=true&node=sp40.13.63.lll&rgn=div6>

－ 鉄鋼製造施設：

・ National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Iron and Steel Foundries, 40 CFR 63.7680-7764 (Subpart EEEEE)（主要排出源）

<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=1f8314b57bd74246d65fa715aacb6c04&mc=true&r=SUBPART&n=sp40.15.63.eeeee>

・ National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Iron and Steel Foundries Area Sources, 40 CFR 63.10880-10906 (Subpart ZZZZZ)（地域排出源）

<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr;rgn=div6;view=text;node=40%3A15.0.1.1.1.13;idno=40;sid=62df1232dc085efd1ee45c5a3ef05df8;cc=ecfr>

・ [National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Integrated Iron and Steel Manufacturing Facilities, 40 CFR 63.7780 – 63.7852 \(Subpart FFFFF\)](https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-63/subpart-FFFFF)

<https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-63/subpart-FFFFF>

・ [National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Integrated Iron and Steel Manufacturing Facilities Technology Review, Federal Register / Vol. 88, No. 145 / Monday, July 31, 2023 / Proposed Rules \(https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2023-07-31/pdf/2023-15085.pdf\)](https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2023-07-31/pdf/2023-15085.pdf)（参照 2023-11-22）

－ フェロアロイ製造施設

・ National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Ferrous Alloys Production: Ferromanganese and Silicomanganese, 40 CFR 63.1620 - 63.1679 (Subpart XXX)

<https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-63/subpart-XXX>

< 中国 >

－ 石炭火力発電所：Emission standards of air pollutants for thermal power plants (GB 13223-2011)

Emission standard of air pollutants for thermal power plants (mee.gov.cn)

－ 産業用石炭燃焼ボイラー：Emission standards of air pollutants for boiler (GB 13271-2014)

Emission standard of air pollutants for boiler (mee.gov.cn)

－ 非鉄金属製錬（鉛、亜鉛）：Emission standards of air pollutants for lead and zinc industry (GB25466-2010)

Emission standard of pollutants for lead and zinc industry (mee.gov.cn)

－ 非鉄金属製錬（銅、ニッケル、コバルト）：Emission standards of air pollutants for copper, nickel and cobalt industry (GB25467-2010)

Emission standard of pollutants for copper, nickel, cobalt industry (mee.gov.cn)

－ 廃棄物焼却施設（都市ごみ、非有害の産業ごみ）：Standard for pollution control on the municipal solid waste incineration (GB 18485-2014)

https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/gthw/gtfwwrkzbz/201405/t20140530_276307.shtml

－ 廃棄物焼却施設（セメントキルン）：Standard for pollution control on co-processing of solid wastes in Cement kiln (GB 30485-2013)

Standard for pollution control on co-processing of solid wastes in Cement kiln (mee.gov.cn)

－ 廃棄物焼却施設（医療廃棄物）：Standard for pollution control on medical waste treatment and disposal (GB39707-2020)

https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/gthw/gtfwwrkzbz/202012/t20201218_813930.shtml

－ 廃棄物焼却施設（有害廃棄物）：Pollution control for hazardous waste incineration (GB18484-2020)

https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/gthw/gtfwwrkzbz/202012/t20201218_813928.shtml

－ セメント生産施設：Emission standard of air pollutants for cement industry (GB 4915-2013)

Emission standard of air pollutants for cement industry (mee.gov.cn)

< カナダ >

－ 石炭火力発電所：

Canada-Wide Standards for Mercury Emissions from Coal-Fired Electric Power Generation Plants（October 11, 2006）

https://ccme.ca/en/res/cws_mercury_epg_e.pdf

CANADA-WIDE STANDARDS FOR MERCURY EMISSIONS FROM COAL-FIRED ELECTRIC POWER GENERATION PLANTS 2017–2018 Progress Report (2021)

https://ccme.ca/en/res/cws_mercury_coal_prgrs_rpt_2017-18en.pdf

— 廃棄物焼却施設、非鉄金属生産施設：CANADA-WIDE STANDARDS for MERCURY EMISSIONS (June 5-6, 2000)

<http://www.mercury.org.cn/zcfg/gj/202107/P020210715338721815031.pdf>