水銀に関するマテリアルフロー（2019 年度ベース）の検討結果

１．経緯・趣旨

平成 29（2017）年 8 月 16 日に「水銀に関する水俣条約（以下「条約」という。)」が発効し、同日、我が国においても「水銀による環境の汚染の防止に関する法律（平成 27 年法律第 42 号。以下「法」という。)」が本格的に施行された。

条約では、水銀の輸出入、製品への使用、環境への排出・放出、廃棄等のライフサイクル全体を管理する包括的な水銀対策が求められており、水銀のマテリアルフローは今後水銀管理を適切に実施し、その効果を検証していくために必要な基礎資料となることから、平成 25（2013）年に「我が国の水銀に関するマテリアルフロー（2010 年度ベース）」[1]を、平成 28（2016）年に 2014 年度ベースのマテリアルフロー[2]を、令和 2（2020）年に 2016 年度ベースのマテリアルフロー[3]を作成している。

今回のマテリアルフロー作成にあたっては、検討時点で入手可能な統計情報等の整備状況を鑑み、また法施行の前後での国内対策の進捗の把握を目的とし、マテリアルフローの対象年度を 2019 年度とした。

今後も新たに得られる情報に基づき、必要に応じてマテリアルフローの算出・推計方法を見直していく。また、本マテリアルフローの作成の過程において得られた知見・経験は、他国における水銀マテリアルフローの作成や条約事務局等が作成するガイダンス文書や報告書の作成の際にも参考になると考えられることから、それらを活用した支援・貢献も行っていく。

２．結果概要[4]

我が国の 2019 年度ベースの水銀に関するマテリアルフローは図 1 及び図 2 のとおりである。主な流れとしては、（１）原燃料等に含まれて国内利用等に供された量が 80 トン（輸入原燃料に含まれる水銀：70 トン、国内生産原燃料に含まれる水銀：3.8 トン、水銀等の輸入量：0.93 トン、輸入製品に含まれる水銀：0.12 トン、輸入廃棄物に含まれる水銀：4.8 トン)、（２）輸出により国外へ移動する量が 30 トン（輸出水銀等：29 トン、輸出水銀使用製品に含まれる水銀：0.80 トン、その他の輸出製品・廃棄物に含まれる水銀 0.33 トン)、（３）環境中に排出及び放出された量が 15 トン（大気排出：14 トン、公共用水域への放出：0.28 トン、土壌への放出：0.53 トン)、（４）最終処分量が 14 トンである。

各プロセス等への投入量及びプロセスからの排出量は以下のとおりである。

---

[1] 環境省報道発表（平成 25 年 3 月 21 日）「水銀に関するマテリアルフロー及び大気排出インベントリーについて（お知らせ）」https://www.env.go.jp/press/16475.html

[2] 水銀に関するマテリアルフロー（2014 年度ベース）の検討結果 https://www.env.go.jp/chemi/tmms/materialflow/materialflow_2014.pdf

[3] 水銀に関するマテリアルフロー（2016 年度ベース）の検討結果 https://www.env.go.jp/chemi/materialflow/materialflow_2016-2.pdf

[4] 各合計値は有効数字を２桁とし、四捨五入により端数処理を行っている。四捨五入の関係で、括弧内の合算値とは異なる箇所がある。本来は１年あたりの水銀量（トン/年）であるが、ここでは簡略化してトンで示す。

・ 原燃料の加工・工業利用プロセスへの水銀投入量は 74 トン（輸入原燃料に含まれる水銀：70 トン、国内生産された原燃料に含まれる水銀：3.8 トン、廃棄物焼却施設等からの投入：0.57 トン）、当該プロセスからの水銀排出量は 57 トン（水銀回収プロセスへの投入：37 トン[5]、大気排出：9.9 トン、水放出：0.097 トン、土壌への放出：0.41 トン、最終処分：9.4 トン）である。
・ 水銀回収プロセスへの水銀投入量は 87 トン（原燃料の工業利用からの投入：37 トン、社会における水銀使用からの投入：16 トン、廃棄物焼却からの投入：1.2 トン、輸入廃棄物に含まれる水銀：4.8 トン、年度当初水銀在庫 28 トン[6]）、当該プロセスからの水銀排出量は 72 トン（水銀化合物生産・水銀販売：7.5 トン以上、水銀輸出：29 トン、年度末水銀在庫：36 トン[6]、大気排出：0.0021 トン、水放出：0.000015 トン、最終処分：0.0070 トン）である。
・ 社会における水銀使用への水銀投入量は 8.9 トン以上（購入：7.8 トン以上（水銀の精製・販売の出荷量）、輸入水銀等：0.93 トン、輸入水銀使用製品に含まれる水銀 0.12 トン）、当該使用からの水銀排出量は 26 トン（輸出水銀使用製品に含まれる水銀：0.80 トン、大気排出：0.061 トン、水銀回収への投入：16 トン、廃棄物焼却への投入：10 トン）である。なお、水銀使用製品製造に用いられた水銀量は 3.5 トンである。
・ 廃棄物焼却等プロセス（下水処理含む）への水銀投入量は 10 トン（社会における水銀使用からの投入：10 トン、下水：0.43 トン[7]）、当該プロセスからの水銀排出量は 11 トン（原燃料の工業利用への投入：0.57 トン、水銀回収への投入：1.2 トン、大気排出：4.4 トン、水放出：0.17 トン、土壌への放出：0.12 トン、最終処分：4.2 トン）である。
・ その他のプロセスへの水銀投入量は 0.013 トン以上（廃棄を想定した水銀保管）、当該プロセスからの水銀大気排出量は 0.074 トン（火葬）である。

本マテリアルフローの推計結果については、公開に先立ち、関係事業者団体への確認を行った。なお、水銀含有量等の値については過去のヒアリング調査結果を用いているものもあるが、この値を用いて推計を行った結果についても照会をしている。

[5] 37 トン（回収側の数値）のうち非鉄金属製錬スラッジは 31 トン、その他の汚泥・廃液は 6.0 トンである。なお、非鉄金属製錬スラッジ中の水銀量の排出側の数値は 43 トンである。

[6] 出典：水銀回収事業者に対する令和３年度ヒアリング調査

[7] 下水処理後の汚泥中の水銀量 0.26 トン及び下水処理施設から公共用水域への水銀放出量 0.17 トンを足した数値。

次のページで、我が国の 2019 年度ベースの水銀に関するマテリアルフローの簡易版を図 1、詳細版を図 2 に示す。

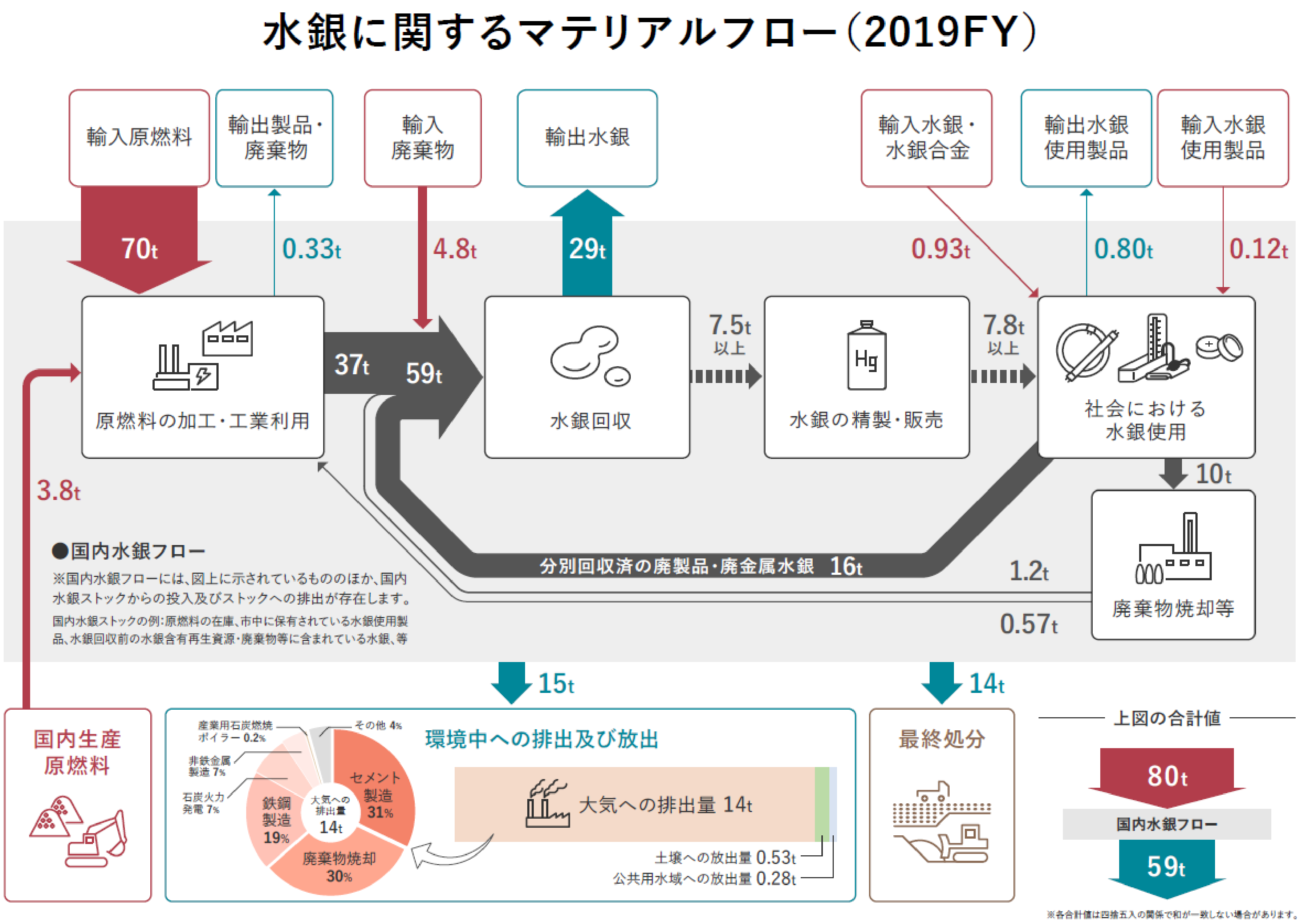
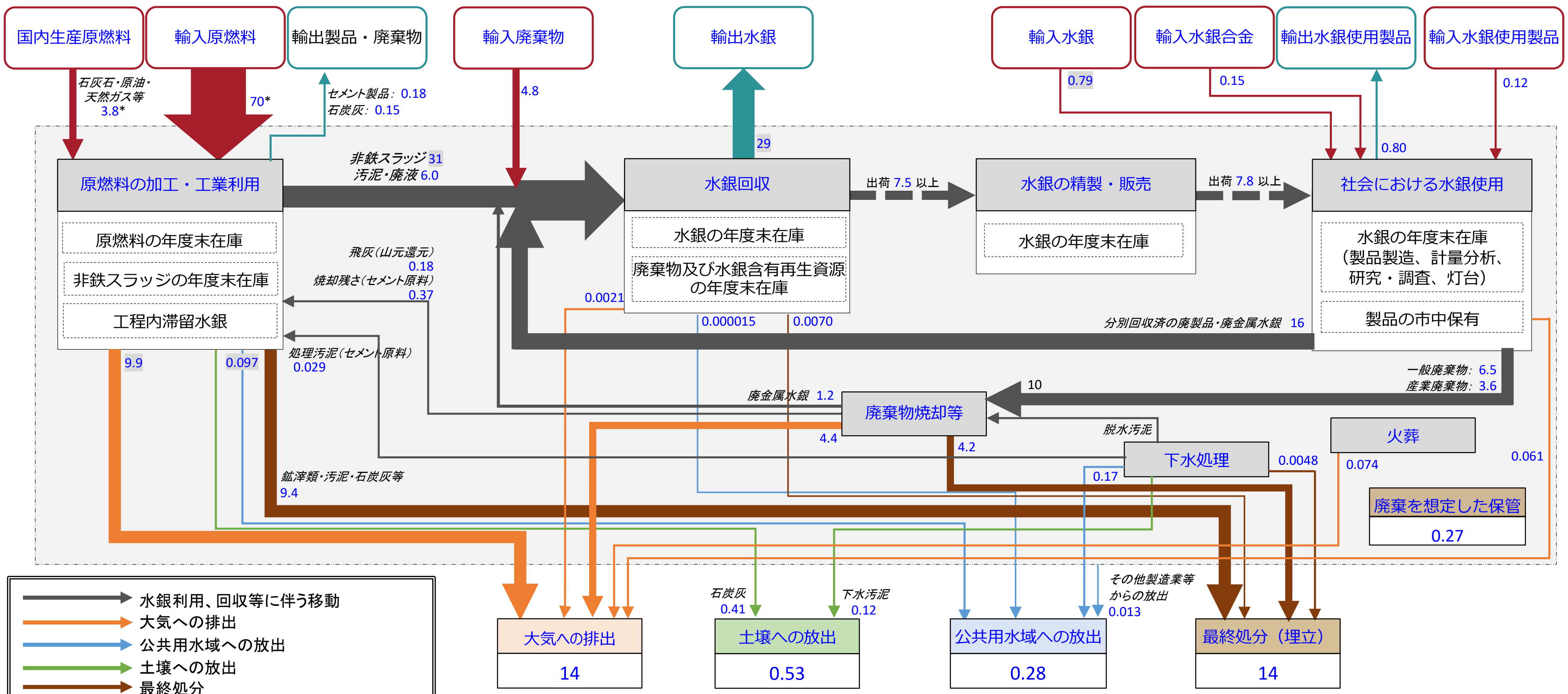


図１　簡易版：我が国の水銀に関するマテリアルフロー（2019 年度ベース）

我が国の水銀に関するマテリアルフロー（2019 年度ベース）※青になっている数値/文字をクリックすると、該当する推計方法に移動します。



水銀利用、回収等に伴う移動
大気への排出
公共用水域への放出
土壌への放出
最終処分
実線の矢印：水銀のフロー（各矢印の太さは数値の大きさに比例）
点線の矢印：フローが把握されているものの数値が未把握のもの
青字網掛けなし：2019 年度の実績値及び推計値
青字網掛け：3 か年平均値（FY2018～FY2020）
*：幅のある数値のため、2019 年度の最小値と最大値の平均値
・数値の単位は全て「トン（t-Hg）」
・移動媒体：斜体文字（e.g.飛灰）
・二点鎖線は「国内水銀フロー」の範囲を示している
・点線の枠で囲われている項目は、家庭や各事業所におけるストック

- 本マテリアルフローにおいては、我が国の経済圏内における水銀フローを「国内水銀フロー」とした上で（図中、二点鎖線の範囲）、国内水銀フロー、及び当該圏内への環境からの投入量・環境への排出量を推計対象とした。
- 数値は全て水銀単体の換算値である。有効数字は2桁で、いずれも四捨五入により端数処理を行っている。単位は全て「トン（t-Hg）」としている。各合計値は四捨五入の関係で和が一致しない場合がある。
- 本マテリアルフローは、原則として 2019 年度（2019 年 4 月～2020 年 3 月）のデータを使用している。ただし、現時点で入手可能な統計情報、文献、事業者等へのアンケート･ヒアリング調査結果等に基づき算出･推計した値を用いて作成しており、全ての使用量、排出量、移動量等を網羅したものではない。
- 図中の大気への排出量 14t は自然由来分を除いた排出量である。
- 図は 2019 年度の単年度における各ステージの水銀量を表したものであり、個別の水銀のライフサイクルにわたる動きを表したものではない。
- 家庭や事業所等で保有されている水銀使用製品等は、市中保有としてフロー上明記しているが、当該製品中の水銀量は参考値として扱うため、その値は示していない。
- 各プロセス内で在庫または滞留する水銀が存在するため、各段階における投入量及び排出量の収支が一致していない。

図 2　詳細版：我が国の水銀に関するマテリアルフロー（2019 年度ベース）

３．水銀マテリアルフローにおける留意点について

①「水銀マテリアルフロー」と「水銀大気排出インベントリー」

マテリアルフロー（物質フロー）とは、経済圏などのあるまとまりのあるシステム（下記概念図「System boundary」の内側）における一定期間内のモノ（物質）の流れ（フロー）を表したものである。あるシステムにおける特定の物質の環境影響を見る際、その物質の環境からの投入量（下記概念図「Input」部分）や環境への排出量（下記概念図「Output」部分）を測定し、目録にした「インベントリー」がある。これに対し、マテリアルフローは、システムへの環境からの投入量及び環境への排出量に加え、システム内の各プロセスにおける物質のフロー及びプロセス間の物質のフローを捉えることで、システム内外における物質の動きの全体像を捉えようとするものである。

我が国では、水銀の大気排出に着目した「水銀大気排出インベントリー」[8]を作成しているが、水銀マテリアルフローは当該インベントリーの情報も含め、国内の水銀フローを包括的に捉えようとしたものである。なお、本マテリアルフローにおいては、我が国の経済圏内における水銀フローを「国内水銀フロー」とした上で、国内水銀フロー、及び当該圏内への環境からの投入量・環境への排出量を推計対象とした。

国内水銀フローへの Input としては、輸入原燃料中に含まれる水銀や国内生産された原燃料中に含まれる水銀などを設定し、国内水銀フローからの Output としては、輸出される水銀、環境中へ排出・放出される水銀、最終処分（埋立）される水銀などを設定した。

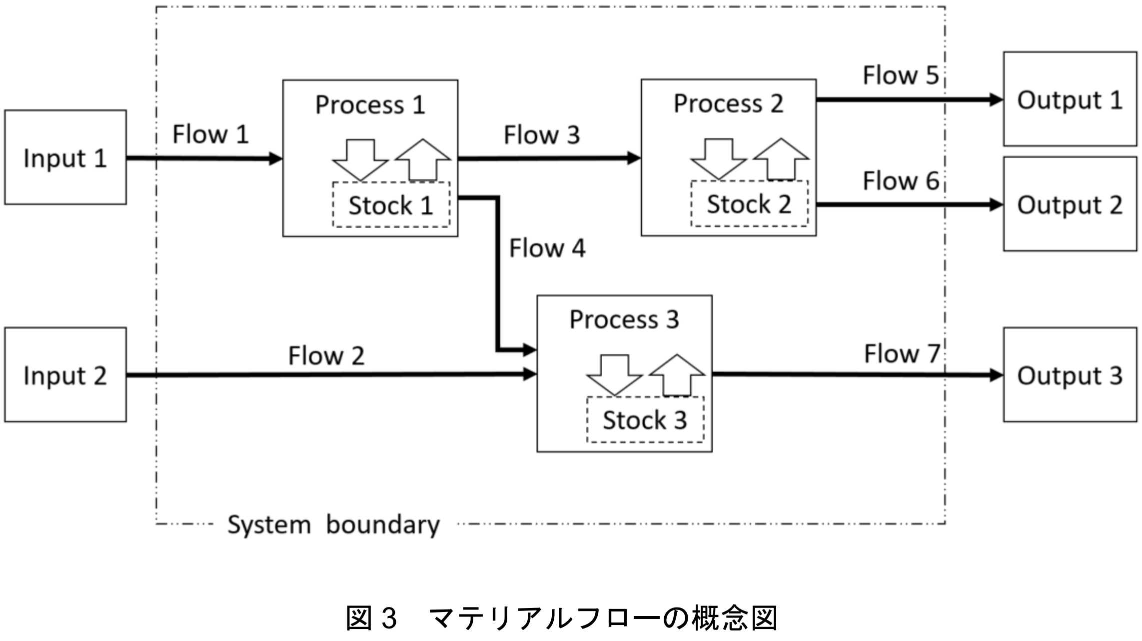


図３　マテリアルフローの概念図

---

[8] 令和 6 年 3 月現在、2010 年度、2014 年度～2020 年度の推計結果が以下の環境省ウェブサイトで公開されている他、更新結果の詳細は環境省「水銀大気排出抑制対策調査業務報告書」に掲載されている。
https://www.env.go.jp/air/suigin/invertory.html

② 水銀マテリアルフローの限界

１）本マテリアルフローは、原則として 2019 年度（2019 年 4 月～2020 年 3 月）のデータを使用している。ただし、現時点で入手可能な統計情報、文献、事業者等へのヒアリング調査等に基づき算出・推計した数値を用いて作成しており、全ての使用量、排出量、移動量等を網羅したものではない。2019 年度の数値が入手できる場合はこれを用い、入手できない場合や年度によるばらつきが大きい場合は、2019 年度に近い年度の数値や数か年の平均値等を用いて算出・推計した（詳細は別添参照）。

２）家庭や事業所等で保有されている水銀使用製品や水銀含有再生資源等は、「社会における水銀使用」の中で、（年度末・年度当初）製品の市中保有としてフロー上に示しているが、一部を除きその量を把握することは困難であるため、参考値として扱う。

３）各段階における投入量及び排出量の収支が合わない部分については、１）及び２）に述べた未把握の数値があることから生じていると考えられる。この部分については引き続き精査のための検討が必要である。

③ 数値の記載方法

マテリアルフローの数値は全て水銀としての換算値を示している。有効数字は２桁で、いずれも四捨五入により端数処理を行っている。マテリアルフローの単位は全て１年あたりの水銀量であるが、表記は「トン（t-Hg)」とした。

各表中の数字について、「ゼロ」と報告・推計された場合は「0」、「不明」と報告された場合は「不明」、当該データが報告されなかった、又は得られなかった場合は「－」とした。また、排水については、以下の表記とした。

- プロセスから排水が発生しないことが確認できた場合：「0 t-Hg（排水なし）」
- プロセスから排水が発生することが確認できたが、水銀濃度が定量下限値未満の場合：「0 t-Hg（排水あり）」又は「0 t-Hg（一部排水あり）」

④ 用語の定義

2019 年度版マテリアルフローではこれまでにはなかった以下の新しい用語を追加した。

用語	定義
社会における水銀使用	水銀使用製品の製造・利用（水銀使用製品製造、家庭・事業所での水銀使用製品利用・廃棄)、水銀の利用（計量分析及び研究・調査、航路安全確保）
計量分析	質量・体積・面積及び環境等の計量分析用途（例：製品の検査分析用、水銀を媒体とする測定用途（水銀圧入法測定装置（ポロシメーター）での使用、計測機器に封入されている水銀等の入替用等)
研究・調査	上記の「計量分析」に該当しない研究・調査用途で水銀を使用する。（例：調査船運航用、化学分析用等）
研究装置内水銀	複数年度にわたって研究装置内に充填されている水銀（例：調

用語	定義
	査船内、J-PARC 施設、放射能測定器等）
灯台（回転装置）内水銀	灯台のレンズを回転させるための水銀槽式回転装置内に充填されている水銀
水銀含有再生資源	水銀等又はこれらを含有する物のうち、水銀等の含有量に関する要件に該当し、かつ、資源回収、再生利用、回収利用、直接再利用又は代替的利用に結びつく処分作業が行われるもの（廃棄物処理法上の廃棄物並びに放射性物質及びこれによって汚染されたものを除く。）であって有用なもの。
水銀の精製・販売	精製：水銀の純度を高める 販売：他者への引渡し（卸売りを含む）
廃棄を想定した保管	ある自治体が管轄地内で発生した一般廃棄物としての水銀使用製品の中に含まれていたと想定される水銀量と同等の水銀を購入し、将来の環境上適正な処分に備えて保管しているもの。

別添

我が国の水銀に関するマテリアルフロー
（2019 年度ベース）
推計方法

目次

1. 原燃料の投入に関するフロー 1
1.1 原燃料の輸入 1
1.2 原燃料の国内生産 3

2. 原燃料の加工・工業利用に関するフロー 4
2.1 石炭火力発電所 4
2.2 産業用石炭燃焼ボイラー 10
2.3 非鉄金属製錬施設 15
2.4 セメント製造施設 20
2.5 一次製鉄施設 23
2.6 二次製鉄施設 26
2.7 石油精製施設 28
2.8 原油・天然ガス生産施設 30
2.9 石油等の燃焼施設 32
2.10 石灰製品製造施設 37
2.11 パルプ・製紙製造施設 41
2.12 カーボンブラック製造施設 43
2.13 バイオマス燃焼を用いた電力・熱供給施設 45
2.14 フェロアロイ製造施設 48

3. 水銀の回収及び精製・販売に関するフロー 52
3.1 廃棄物及び水銀含有再生資源からの水銀回収 52
3.2 水銀の精製・販売 55
3.3 水銀の輸出 56

4. 社会における水銀使用に関するフロー 57
4.1 水銀等の輸入 57
4.2 社会における水銀使用（水銀の利用） 57
4.2.1 水銀使用製品の製造 57
4.2.2 水銀の利用 67
4.3 水銀使用製品の市中保有（参考） 67
4.4 社会における水銀使用からの水銀回収量 69

5. 廃棄物処理等に関するフロー 70
5.1 廃棄物焼却等 70

5.2　最終処分（埋立） 77
5.3　その他 79

6.　環境中への水銀排出及び放出に関するフロー 80
6.1　大気への水銀排出 80
6.2　水への水銀放出 81
6.3　土壌への水銀放出 85

1.　原燃料の投入に関するフロー

1.1　原燃料の輸入

財務省貿易統計、資源エネルギー統計、経済産業省生産動態統計、日本鉱業協会及び日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、原燃料（石炭、原油、ナフサ、鉄鉱石、非鉄金属鉱石、天然ガス、石灰石、木質ペレット、パーム椰子殻（PKS）、パルプ用木材）の輸入量は表 1.1.1 のとおりである。なお、非鉄金属鉱石以外の輸入量は 2018～2020 年度において横ばい傾向であるため、マテリアルフローでは 2019 年度のデータを採用した。非鉄金属鉱石に関しては、非鉄金属製錬施設における水銀フロー（水銀回収量）との整合をとるため、2018～2020 年度の３か年平均値を採用した。

輸入原燃料中の水銀量は合計 70 t-Hg である。原燃料中の水銀量については、輸入量に水銀濃度を乗じて推計した。輸入天然ガスの水銀濃度は国内関連事業者に対する令和２年度ヒアリング調査結果（0.01 µg/Nm^3 以下）から、輸入天然ガスの密度を 0.7 kg/Nm^3 として、0.014 mg/t 以下とした。

表 1.1.1　輸入された原燃料中の水銀量（2019FY）

項目		原燃料輸入量		水銀濃度	原燃料中の水銀量	
		輸入量	単位		(kg-Hg)	(t-Hg)
石炭	無煙炭	5,413	千 t	0.0390 (g/t)	6,465	6.5
	瀝青炭	152,228				
	その他石炭	7,379				
	練炭・豆炭等	29				
	亜炭	15				
	泥炭	97				
	コークス等	600				
原油	原油（精製用）	173,212	ML	2.6 (mg/kL)	450	0.45
ナフサ		17,919	千 t	0.001 (g/t)	18	0.018
鉄鉱石（精鉱を含む）	鉄鉱（凝結させていないもの）	104,485	千 t	0.0329 (g/t)	3,872	3.9
	鉄鉱（凝結させたもの）	13,320				
	焼いた硫化鉄鉱	0.026				
非鉄金属鉱石注	銅・鉛・亜鉛精鉱＋金鉱石	551	万 t	―	―	59
天然ガス	液化天然ガス	76,498	千 t	0.014 以下 (mg/t)	1.07 以下	0.0011 以下
石灰石		551	千 t	0.022 (g/t)	12	0.012

項目	原燃料輸入量		水銀濃度	原燃料中の水銀量	
	輸入量	単位		（kg-Hg）	（t-Hg）
木質ペレット	1,733	千 t	0.044 (g/t)	76	0.076
PKS	2,795	千 t	0.0090 (g/t)	25	0.025
パルプ用木材	10,236	千 t	0.007～0.07 (g/t)	72～717	0.072～0.72
合計				―	70

注 : 非鉄金属鉱石の輸入量及び当該鉱石中の水銀量については、非鉄金属製錬施設における水銀フロー（水銀回収量）との整合をとるため、2018～2020 年度の３か年平均値を採用した。

石炭の輸入量出典 : 財務省貿易統計の数値（湿炭）から、電力調査統計の石炭消費量の乾炭 9,585 万 t : 湿炭 10,854 万 t の比率を用いて、乾炭量を算出した。

鉄鉱石、天然ガス、石灰石の輸入量出典：財務省貿易統計

原油、ナフサの輸入量出典：資源エネルギー統計

石炭の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果（乾炭ベース）

原油の水銀濃度出典：石油連盟会員企業測定データ（2009～2010 年）

ナフサの水銀濃度出典:PLATTS 社レポート"Specifications Guide; Asia Pacific & Middle East Refined Oil Products（Last update: August 2023）"

鉄鉱石の水銀濃度出典：国立環境研究所（2010）平成 21 年度環境省請負業務「平成 21 年度水銀等の残留性物質の長距離移動特性の検討に関する調査・研究業務」70 ページ、3.34に示す塊鉱石の濃度の平均値（濃度単位ppbを重量ベースとして使用）

非鉄金属鉱石の輸入量出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

非鉄金属鉱石中の水銀量出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果の投入鉱石量及び投入鉱石中の水銀量から算出

天然ガスの水銀濃度出典：国内関連事業者に対する令和２年度ヒアリング調査結果（0.01μg/Nm^3 以下）から、液化天然ガスの密度を 0.7 kg/Nm^3 として、0.014 mg/t 以下と算出した。

石灰石の水銀濃度出典 : 水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について（第一次答申）参考資料２「水銀大気排出実態調査の結果」92 ページ　https://www.env.go.jp/press/102627.html

木質ペレットの輸入量出典：財務省貿易統計（HS コード 440131000（木質ペレット））

PKS の輸入量出典 : 財務省貿易統計（HS コード 230660（パーム油かす及びパーム核油かす）及び 140490200（雁皮並びにナット（殻を含むものとし、粉砕してあるかないかを問わない）及び種）の合計）

木質ペレットの水銀濃度出典：（一社）日本木質ペレット協会が定めた木質ペレット品質規格では、到着ベースでの水分 10%以下、無水ベースでの水銀濃度 0.1mg/kg となっているが、ここでは、国内のバイオマス燃焼ボイラーに投入される木質バイオマスの水銀濃度を採用した。木質バイオマスの大気汚染防止法の届出データの燃料のうち、木くず及びリサイクル材を建築廃材廃棄物と見なし、それらの水銀濃度の平均値とその他の木質バイオマスの水銀濃度の平均値に、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会の燃料材需給動向調査（https://jwba.or.jp/project-report/fuelwood-demand-survey/）から得られた国内全体の燃料調達量中の建築廃材廃棄物の割合を用いて重みづけをし、国内のバイオマス燃焼ボイラーに投入される木質バイオマスの水銀濃度を算出した。

PKS の水銀濃度出典：日下部武敏、高岡昌輝「水銀大気排出抑制技術の動向」（2021）廃棄物資源循環学会誌

パルプ用木材の輸入量出典：経済産業省生産動態統計（紙･印刷･プラスチック製品･ゴム製品統計）の木材消費量（28,204,846m^3）に対する輸入材消費量（19,495,107m^3）の割合を日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果の木材投入量に乗じて算出

パルプ用木材の水銀濃度：UNEP ツールキット Level 2

1.2　原燃料の国内生産

経済産業省生産動態統計及び林野庁木質バイオマスエネルギー利用動向調査によれば、原燃料（石灰石、原油、天然ガス、木質バイオマス、パルプ用木材）の国内生産量は表 1.2.1 のとおりである。原燃料の国内生産量は 2018～2020 年度において横ばい傾向であるため、マテリアルフローでは 2019 年度のデータを採用した。

国内生産された原燃料中の水銀量は 3.7～4.0 t-Hg と推計されたが、マテリアルフローでは平均値の 3.8 t-Hg を使う。石灰石中の水銀量は生産量に水銀濃度を乗じて推計した。原油及び天然ガス中の水銀量は、令和３年度国内事業者に対するヒアリング調査によって得られた数値である。木質バイオマス及びパルプ用木材中の水銀量は生産量に水銀濃度を乗じて推計した。

表 1.2.1　国内生産された原燃料中の水銀量（2019FY）

項目	原燃料生産量		水銀濃度	国内生産された原燃料中の水銀量	
	生産量	単位		(kg-Hg)	(t-Hg)
石灰石	137,506	千 t	0.022 (g/t)	3,025	3.0
原油	524	ML	不明	138	0.14
天然ガス	2,466,946	千 Sm^3	不明	81	0.081
木質バイオマス	9,573	千 t	0.044 (g/t)	421	0.42
パルプ用木材	4,573	千 t	0.007～0.07 (g/t)	32～320	0.032～0.32
合計				3,697～3,985	3.7～4.0

石灰石、原油、天然ガスの生産量出典：経済産業省 生産動態統計年報（資源・窯業・建材統計編）

石灰石の水銀濃度出典：水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について（第一次答申）参考資料２「水銀大気排出実態調査の結果」92 ページ https://www.env.go.jp/press/102627.html

国内生産された原油・天然ガス中の水銀量出典：国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果。

木質バイオマスの生産量出典：国内投入量（林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査（令和元年度)」）から木質ペレットの輸入量を差し引いて推計

木質バイオマスの水銀濃度出典：（一社）日本木質ペレット協会が定めた木質ペレット品質規格では、到着ベースでの水分 10%以下、無水ベースでの水銀濃度 0.1 mg/kg となっているが、ここでは、国内のバイオマス燃焼ボイラーに投入される木質バイオマスの水銀濃度を採用した。木質バイオマスの大気汚染防止法の届出データの燃料のうち、木くず及びリサイクル材を建築廃材廃棄物と見なし、それらの水銀濃度の平均値とその他の木質バイオマスの水銀濃度の平均値に、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会の燃料材需給動向調査（https://jwba.or.jp/project-report/fuelwood-demand-survey/）から得られた国内全体の燃料調達量中の建築廃材廃棄物の割合を用いて重みづけをし、国内のバイオマス燃焼ボイラーに投入される木質バイオマスの水銀濃度を算出した。

パルプ用木材の生産量出典：国内投入量（日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果）から輸入量を差し引いて推計

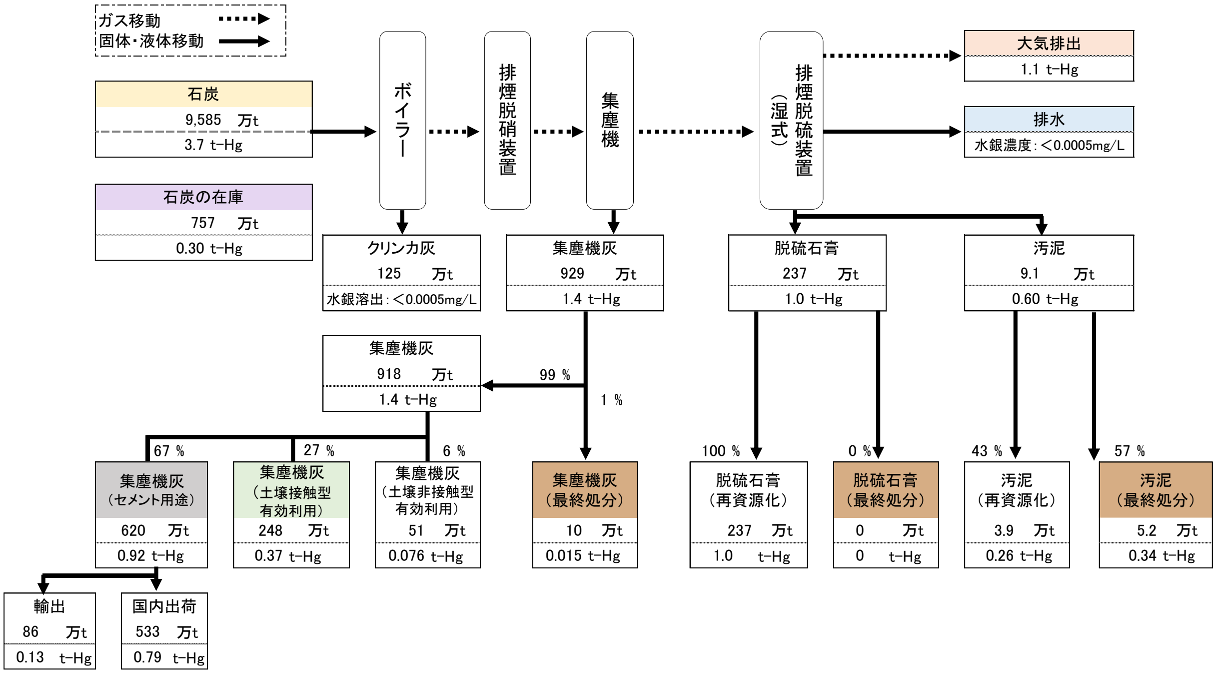
パルプ用木材の水銀濃度出典：UNEP ツールキット Level 2

2. 原燃料の加工･工業利用に関するフロー

原燃料の加工・工業利用の業種別の水銀フローを以下に示す。図中において、投入された媒体は薄黄色、投入物の在庫は薄紫色、大気に排出された媒体は薄オレンジ色、水へ放出された媒体は水色、土壌に放出された媒体は薄緑色、最終処分された媒体は茶色、セメント用途はグレー色で示している。

2.1 石炭火力発電所

石炭火力発電所の水銀フローは図 2.1.1 のとおりである。



フロー：電気事業連合会に対するヒアリング調査結果をもとに作成

フロー内数値：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、資源エネルギー庁電力調査統計のデータを用いて拡大推計。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象)」。

石炭灰の輸出量：環境省ウェブサイト 廃棄物等の輸出入の状況（２）廃棄物処理法に基づく廃棄物の輸出確認及び輸入許可（令和元年）について https://www.env.go.jp/recycle/yugai/index4.html

図 2.1.1 石炭火力発電所の水銀フロー（2019FY）

１）消費された石炭中の水銀量

資源エネルギー庁電力調査統計によれば、2019 年度の国内における火力発電用石炭消費量は表 2.1.1 のとおりである。電気事業連合会へのヒアリング調査から得られた石炭の水銀濃度（0.0390 g/t）に石炭消費量を乗じて、火力発電用に消費された石炭中の水銀量 3.7 t-Hg を推計した。

表 2.1.1 【石炭火力発電】消費された石炭中の水銀量（2019FY）

石炭消費量（万 t）	石炭の水銀濃度（g/t）	消費された石炭中の水銀量（t-Hg）
9,585	0.0390	3.7

石炭消費量出典：資源エネルギー庁電力調査統計の乾炭量

石炭の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果（乾炭ベース）

また、在庫の石炭中の水銀量は表 2.1.2 のとおりである。

表 2.1.2 【石炭火力発電】年度末の在庫石炭中の水銀量（2019FY）

石炭在庫量（万 t）	石炭の水銀濃度（g/t）	在庫石炭中水銀量（t-Hg）
757	0.0390	0.30

石炭在庫量出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果では湿炭 612.1 万 t との回答であったが、資源エネルギー庁電力調査統計の石炭消費量の乾炭：湿炭の比率を乗じて、乾炭量を推計した。なお、拡大推計にあたっては石炭消費量の比率（電気事業連合会データ：電力調査統計データ＝6,845：9,585＝100：140）を用いている。

石炭の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果（乾炭ベース）

２）再資源化又は最終処分された石炭灰中の水銀量

電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、電気事業連合会会員の石炭火力発電における石炭灰（集塵機灰、クリンカ）の発生量、再資源化量及び最終処分量は表 2.1.3、表 2.1.4 のとおりである。電力調査統計対象事業所の石炭灰の発生量は、電気事業連合会会員の石炭消費量と１）で示した電力調査統計データの石炭消費量の比率（6,845 万 t[9]：9,585 万 t＝100：140）を用いて拡大推計を行っている。

拡大推計した石炭灰発生量に、電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査で得られた水銀濃度を乗じて石炭灰に含まれる水銀量を推計したところ、集塵機灰は 1.4 t-Hg となった。クリンカは溶出試験の結果、水銀濃度が定量下限値（0.0005 mg/l）未満のため、不明とした。

表 2.1.3 【石炭火力発電】再資源化又は最終処分された集塵機灰中の水銀量（2019FY）

	集塵機灰発生・再資源化・処分量		集塵機灰の水銀濃度（mg/kg）	集塵機灰中の水銀量（t-Hg）
	電気事業連合会データ（万 t）	拡大推計（万 t）		
発生量	663	929	0.149	1.4
うち再資源化量	656	918		1.4
うち最終処分量	7.4	10		0.015

集塵機灰の発生量、再資源化量、最終処分量出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果。なお、拡大推計にあたっては石炭消費量の比率（電気事業連合会データ：電力調査統計データ＝6,845：9,585＝100：

[9] 電気事業連合会に対する令和 3 年度ヒアリング調査では湿炭 7,752 万 t との回答であったが、資源エネルギー庁電力調査統計の石炭消費量の乾炭：湿炭の比率を用いて、乾炭量を推計した。

140）を用いている。
集塵機灰の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

表 2.1.4 【石炭火力発電】クリンカ（再資源化、最終処分）中の水銀量（2019FY）

	クリンカ発生・再資源化・処分量		クリンカの水銀濃度（溶出試験結果）	クリンカ中の水銀量（t-Hg）
	電気事業連合会データ（万 t）	拡大推計（万 t）		
発生量	89	125	定量下限値未満[注]	不明
うち再資源化量	85	119		不明
うち最終処分量	4.3	6.0		不明

注：溶出試験の定量下限値は 0.0005 mg/l である。
クリンカの発生量、再資源化量、最終処分量出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果。なお、拡大推計にあたっては石炭消費量の比率（電気事業連合会データ：電力調査統計データ＝6,845 : 9,585＝100 : 140）を用いている。
クリンカの水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」は、「電気事業」及び「一般産業（製造業等）」からの石炭灰の発生量及びその利用状況を取りまとめている。同報告書によれば、電気事業から発生した石炭灰の再資源化量とその用途の内訳は表 2.1.5 のとおりである（同報告書に基づき、再資源化量の単位は千 t としている）。再資源化された石炭灰のうち、土壌への混合又は土壌に直接敷きつめる形での利用（網掛した用途。マテリアルフローでは「土壌接触型有効利用」として整理）に伴い移行する水銀量を表 2.1.6 のとおり求めた。セメント製造施設で原料として利用される集塵機灰については、2.4 で別途水銀量を推計しているため、「セメント分野」のうち「コンクリート混和材」を除いた「セメント原材料」と「セメント混合材」を「セメント用途」とし、土壌接触型有効利用及びセメント用途を除く項目は「土壌非接触型有効利用」として整理している。各再資源化用途の構成比はそれぞれ、「セメント用途」67.5%、「土壌接触型有効利用」27.0%、「土壌非接触型有効利用」5.6%であった。

表 2.1.6 の再資源化された集塵機灰中の水銀量は、表 2.1.3 で拡大推計した集塵機灰の再資源化量 918 万 t に各再資源化用途の構成比を乗じて再資源化量を求め、これに水銀濃度を乗じて算出した。なお、再資源化の用途ごとに集塵機灰及びクリンカ灰の再資源化割合が異なるため、「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」では集塵機灰及びクリンカ灰の区別はなされていない。表 2.1.5 における構成比は集塵機灰のみを対象としたものではないため、表 2.1.6 において各再資源化用途へ配分されている水銀量は過小又は過大の可能性がある。ただし、再資源化される集塵機灰中の水銀量の合計値 1.4 t-Hg は構成比の誤差によって変わることはない。

表 2.1.5　電気事業から発生する石炭灰の用途別再資源化量及び構成比（2019FY）

分野	用途[注1]	再資源化量（千 t）	構成比（%）
セメント分野	セメント原材料	5,607	66.69
	セメント混合材	66	0.79
	コンクリート混和材	97	1.15
	計	5,770	68.63
土木分野	地盤改良材	49	0.58
	土木工事用	259	3.08
	電力工事用	82	0.98
	道路路盤材	259	3.08
	アスファルト・フィラー材	3	0.04
	炭坑充填材	276	3.28
	計	928	11.04
建築分野	建材ボード	236	2.81
	人工軽量骨材	84	1.00
	コンクリート２次製品	38	0.45
	計	358	4.26
農林・水産分野	肥料（含：融雪剤）	27	0.32
	漁礁	0	0
	土壌改良剤	83	0.99
	計	110	1.31
その他	下水汚水処理剤	0	0
	製鉄用	12	0.14
	その他[注2]	1,229	14.62
	計	1,241	14.76
合計		8,407	100

注１：網掛けした用途（土壌への混合又は土壌に直接敷きつめる形での利用）は「土壌接触型有効利用」として整理する。土壌接触型有効利用を除く項目は「土壌非接触型有効利用」として整理するが、セメント製造施設で原料として利用される「セメント原材料」と「セメント混合材」は「セメント用途」とし、土壌非接触型有効利用には含めない。なお、「コンクリート混和材」は、セメント製造施設における使用ではないため、「土壌非接触型有効利用」として整理する。

注２：表中の「その他」分野のその他は、ほぼ全量が「土地造成用」（海面埋め立て等）であるため、「土壌接触型有効利用」として整理する。

注３：再資源化された石炭灰について、「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」では集塵機灰とクリンカ灰の区分はなされていない。

出典：「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」（令和３年３月、石炭エネルギーセンター）
https://www.jcoal.or.jp/ashdb/upload/R01_ashstatistics.pdf

表 2.1.6 【石炭火力発電】再資源化された集塵機灰中の水銀量（2019FY）

再資源化用途	構成比（%）	集塵機灰再資源化量（万 t）	集塵機灰の水銀濃度（mg/kg）	集塵機灰中水銀量（t-Hg）
セメント用途	67.5	620	0.149	0.92
土壌接触型有効利用	27.0	248		0.37
土壌非接触型有効利用	5.6	51		0.076
合計	100	918		1.4

注：「石炭灰全国実態調査報告書」では集塵機灰とクリンカ灰の区分がされておらず、各再資源化用途の構成比における集塵機灰及びクリンカ灰の内訳は不明であるため、各再資源化用途に分配されている水銀量は過小・過大推計の可能性がある。ただし、合計値 1.4 t-Hg は、構成比の誤差によって変わることはない。

再資源化用途別の構成比出典：「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」（令和３年３月、石炭エネルギーセンター）https://www.jcoal.or.jp/ashdb/upload/R01_ashstatistics.pdf

集塵機灰の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

３）再資源化又は最終処分された脱硫石膏中の水銀量

電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、電気事業連合会会員による石炭火力発電からの脱硫石膏の発生量、再資源化量及び最終処分量は表 2.1.7 のとおりである。なお、２）で示した電気事業連合会データと電力調査統計データの石炭消費量の比率（100：140）を用いて、電力調査統計対象事業所から発生する脱硫石膏量の拡大推計を行った。

脱硫石膏中の水銀量は、電気事業連合会のヒアリング調査で得られた水銀濃度（0.428 mg/kg）に、拡大推計した発生量、再資源化量、最終処分量を乗じて推計した。

表 2.1.7 【石炭火力発電】再資源化又は最終処分された脱硫石膏中の水銀量（2019FY）

	脱硫石膏発生・再資源化・処分量		脱硫石膏の水銀濃度（mg/kg）	脱硫石膏中の水銀量（t-Hg）
	電気事業連合会データ（万 t）	拡大推計（万 t）		
発生量	169	237	0.428	1.0
うち再資源化量	169	237		1.0
うち最終処分量	0	0		0

脱硫石膏の発生量、再資源化量、最終処分量出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果。なお、拡大推計にあたっては石炭消費量の比率（電気事業連合会データ：電力調査統計データ＝6,845：9,585＝100：140）を用いている。

脱硫石膏の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

４）再資源化又は最終処分された汚泥中の水銀量

電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、電気事業連合会会員の石炭火力発電からの汚泥の発生量、再資源化量及び最終処分量は表 2.1.8 のとおりである。なお、２）で示した電気事業連合会データと電力調査統計データの石炭消費量の比率を用いて、電力調査統計対象事業所から発生する汚泥量の拡大推計を行った。

汚泥中の水銀量は、電気事業連合会のヒアリング調査で得られた水銀濃度（6.60 mg/kg）に、拡大推計した発生量、再資源化量、最終処分量を乗じて推計した。

表 2.1.8 【石炭火力発電】再資源化又は最終処分された汚泥中の水銀量（2019FY）

	汚泥の発生・再資源化・処分量		汚泥の水銀濃度（mg/kg）	汚泥中の水銀量（t-Hg）
	電気事業連合会データ（万 t）	拡大推計（万 t）		
発生量	6.5	9.1	6.60	0.60
うち再資源化量	2.8	3.9		0.26
うち最終処分量	3.7	5.2		0.34

汚泥の発生量、再資源化量、最終処分量出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果。なお、拡大推計にあたっては石炭消費量の比率（電気事業連合会データ：電力調査統計データ＝6,845 : 9,585＝100 : 140）を用いている。
汚泥の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

５）輸出された石炭灰中の水銀量

環境省ウェブサイト（廃棄物等の輸出入の状況（２）廃棄物処理法に基づく廃棄物の輸出確認及び輸入許可（令和元年）について）によると、2019 年度に輸出された石炭灰量は 1,028 千 t である。なお、この量は石炭灰の発生元である「石炭火力発電所」と「産業用石炭燃焼ボイラー」の区別がされていないため、「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」に示される石炭灰（セメント用途）の発生量（石炭火力発電 6,196 千 t、産業用石炭燃焼ボイラー1,200 千 t）の比から、石炭火力発電から排出された石炭灰の輸出量を 861 千 t と算出し、当該輸出量に石炭灰の水銀濃度を乗じて、輸出された石炭灰中の水銀量を 0.13 t-Hg と推計した。

表 2.1.9 【石炭火力発電】石炭灰の輸出量中の水銀量（2019FY）

石炭灰輸出量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	輸出石炭灰中の水銀量（t-Hg）
861	0.149	0.13

石炭灰の輸出量出典：環境省ウェブサイト 廃棄物等の輸出入の状況（２）廃棄物処理法に基づく廃棄物の輸出確認及び輸入許可（令和元年）について https://www.env.go.jp/recycle/yugai/index4.html に示される輸出量に、石炭火力発電と産業用石炭ボイラーの石炭灰発生量の比を用いて推計
石炭灰の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和 3 年度ヒアリング調査結果

６）水銀大気排出量

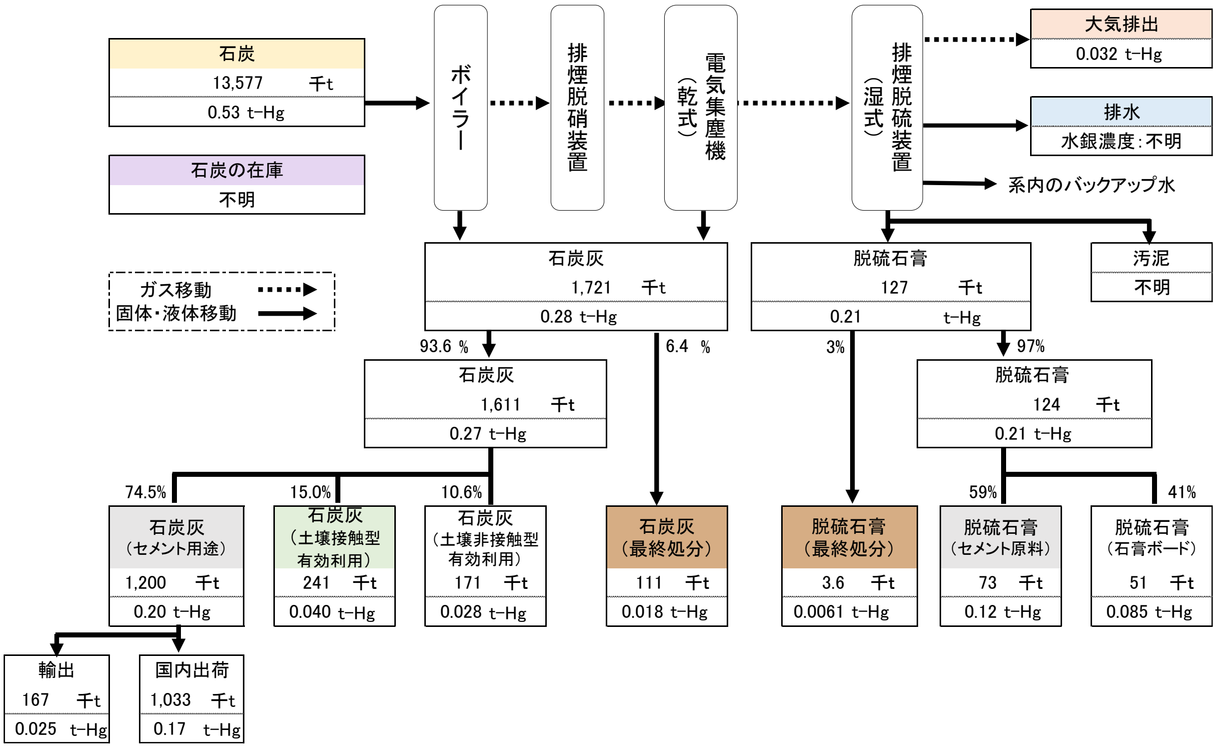
石炭火力発電所からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」（令和３年度作成。詳細は環境省「令和３年度水銀大気排出抑制対策調査業務報告書」参照。以下、省略）において、水銀排出施設の実測データに基づき 1.1 t-Hg と推計されている。

７）水への水銀放出量

電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、石炭火力発電所からの排水中の水銀量は、大半が定量下限値未満であるが、排水量が不明のため、「0（排水あり）」とした。

2.2　産業用石炭燃焼ボイラー

産業用石炭燃焼ボイラーの水銀フローは図 2.2.1 のとおりである。



フロー：日本ボイラ協会に対するヒアリング調査結果をもとに作成

フロー内数値：資源エネルギー庁の総合エネルギー統計「エネルギーバランス表」及び「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」（令和３年３月、石炭エネルギーセンター）を用いて数値を推計。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.2.1　産業用石炭燃焼ボイラーの水銀フロー（2019FY）

１）排出物中の水銀量

消費された石炭中の水銀量のうち、大気排出されなかった量は全て排出物（石炭灰、脱硫石膏）へ移行すると仮定して、産業用石炭燃焼ボイラーからの排出物に含まれる水銀量を算出した。

表 2.2.1　【産業用石炭燃焼ボイラー】排出物中の水銀量（2019FY）

石炭消費量（千 t）	石炭の水銀濃度（g/t）	消費された石炭中水銀量（t-Hg）	大気排出量（t-Hg）	排出物中水銀量（t-Hg）
13,577	0.0390	0.53	0.032	0.50

石炭消費量出典：資源エネルギー庁の総合エネルギー統計「エネルギーバランス表」の自家用発電・自家用蒸気発生・地域熱供給の石炭エネルギー転換量を産業用石炭燃焼ボイラーの石炭消費量（湿炭）とし、資源エネルギー庁電力調査統計の石炭消費量の湿炭：乾炭の比率を乗じて産業用石炭燃焼ボイラーの石炭消費量（乾炭）を推計した。

石炭の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

大気排出量出典：水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）の推計結果

また、排出物中の水銀量を石炭灰、脱硫石膏に配分すると、表 2.2.2 のようになる。電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づく排出物の水銀濃度比率（石炭灰：脱硫石膏＝１：３）に、「平成 25 年度 水銀廃棄物の環境上適正な管理に関する検討報告書」に基づく発生量比率（石炭灰：脱硫石膏＝４：１）を乗じ、水銀移行量比率４：３を算出した。これに、表 2.2.1 で求めた排出物中の水銀量 0.50 t-Hg を乗じて、石炭灰、脱硫石膏中の水銀量を算出した。

表 2.2.2 【産業用石炭燃焼ボイラー】石炭灰・脱硫石膏中の水銀量

	水銀濃度注1（mg/kg）	発生量比率注2	水銀移行量比率注3	水銀量（t-Hg）
石炭灰	0.149	4	4	0.28
脱硫石膏	0.428	1	3	0.21

注１：排出物の水銀濃度は、電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果。石炭灰については、集塵機灰の濃度を準用した。
注２：排出物の発生量比率は、「平成 25 年度 水銀廃棄物の環境上適正な管理に関する検討報告書」（平成 26 年 3 月、環境省）によれば、石炭灰：脱硫石膏＝４：１である。
注３：水銀移行量の比率は、水銀濃度比率（１：３）×発生量比率（４：１）＝４：３

２）再資源化又は最終処分された石炭灰中の水銀量

「一般産業」からの石炭灰の発生量、再資源化量及び最終処分量は、「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」で把握されている。「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において把握されている産業用石炭ボイラーの石炭消費量及び「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」において把握されている「一般産業（製造業等）」（電気事業以外で、自家発電用の産業用石炭燃焼ボイラーを使用している事業者）の石炭消費量の比率を用いて、産業用石炭燃焼ボイラーからの石炭灰発生量を推計した。また、当該石炭灰発生量に、「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」に基づく石炭灰の再資源化率（93.6%）・最終処分率（6.4%）を乗じて、石炭灰の再資源化量と最終処分量を推計した。産業用石炭燃焼ボイラーから発生する石炭灰の発生量、再資源化量及び最終処分量は表 2.2.3 のとおりである。

表 2.2.3 【産業用石炭燃焼ボイラー】石炭灰の発生量、再資源化量、最終処分量（2019FY）

	石炭消費量（千 t）	石炭灰発生量（千 t）	石炭灰再資源化量（千 t）	石炭灰最終処分量（千 t）
産業用石炭燃焼ボイラー	13,577	1,721	1,611	111

産業用石炭燃焼ボイラーの数値：「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」（令和 3 年 2 月、石炭エネルギーセンター）https://www.jcoal.or.jp/ashdb/upload/R01_ashstatistics.pdf の石炭消費量、及び「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」で把握されている石炭消費量の比率に基づき、産業用石炭燃焼ボイラーからの石炭灰の発生量を推計。再資源化量及び最終処分量は、石炭灰発生量に再資源化率 93.6%、最終処分率 6.4%（「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」出典）を乗じて推計。

また、「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」によれば、「一般産業」から発生した石

炭灰の再資源化量の用途別内訳は表 2.2.4 のとおりである。同報告書によると、「セメント用途」74.5%、「土壌接触型有効利用」14.9%、「土壌非接触型有効利用」10.6%であった。

表 2.2.5 の石炭灰再資源化量は、表 2.2.3 で推計した産業用石炭燃焼ボイラーから発生した石炭灰の再資源化量 1,611 千 t に、各再資源化用途の構成比を乗じて算出した。また、再資源化された石炭灰中の水銀量は、表 2.2.2 で推計した石炭灰中の水銀量 0.28 t-Hg に再資源化率（93.6%）を乗じ、さらに表 2.2.5 に示す各再資源化用途の構成比を乗じて算出した。

表 2.2.4　一般産業から発生した石炭灰の用途別再資源化量（2019FY）

分野	用途注	利用量（千 t）	構成比（%）
セメント分野	セメント原材料	2,570	72.19
	セメント混合材	81	2.28
	コンクリート混和材	5	0.14
	計	2,656	74.61
土木分野	地盤改良材	271	7.61
	土木工事用	28	0.79
	電力工事用	0	0
	道路路盤材	171	4.80
	アスファルト・フィラー材	0	0
	炭坑充填材	10	0.28
	計	480	13.48
建築分野	建材ボード	269	7.56
	人工軽量骨材	0	0
	コンクリート２次製品	1	0.03
	計	270	7.58
農林・水産分野	肥料（含：融雪剤）	3	0.08
	漁礁	0	0
	土壌改良剤	49	1.38
	計	52	1.46
その他	下水汚水処理剤	0	0
	製鉄用	25	0.70
	その他	77	2.16
	計	102	2.87
合計		3,560	100

注：網掛けした用途（土壌への混合又は土壌に直接敷きつめる形での利用）は「土壌接触型有効利用」として整理する。土壌接触型有効利用を除く項目は「土壌非接触型有効利用」として整理するが、セメント製造施設で原料として利用される「セメント原材料」と「セメント混合材」は「セメント用途 」とし、土壌非接触型有効利用には含めない。なお、「コンクリート混和材」は、セメント製造施設における使用ではないため、「土壌非接触型有効利用」として整理する。

出典：「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」（令和 3 年 3 月、石炭エネルギーセンター）
https://www.jcoal.or.jp/ashdb/upload/R01_ashstatistics.pdf

表 2.2.5 【産業用石炭燃焼ボイラー】再資源化された石炭灰中の水銀量（2019FY）

再資源化用途	構成比 (%)	石炭灰再資源化量 （千 t）	石炭灰中水銀量	
			(kg-Hg)	(t-Hg)
セメント用途	74.5	1,200	198	0.20
土壌接触型有効利用	14.9	241	40	0.040
土壌非接触型有効利用	10.6	171	28	0.028
合計	100	1,611	266	0.27

注：石炭灰再資源化量は、四捨五入の関係で和が一致していない。
再資源化用途別の構成比出典：「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」（令和 3 年 3 月、石炭エネルギーセンター）https://www.jcoal.or.jp/ashdb/upload/R01_ashstatistics.pdf

３）再資源化又は最終処分された脱硫石膏中の水銀量

「一般産業」からの脱硫石膏の発生量、再資源化量及び最終処分量についても、石炭灰と同様に「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」で把握されている。「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」における産業用石炭燃焼ボイラーの石炭消費量及び「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」において把握されている「一般産業」の石炭消費量の比率を用いて、産業用石炭燃焼ボイラーからの脱硫石膏発生量を推計した。また、当該脱硫石膏発生量に、「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」に基づく脱硫石膏の再資源化率（97%）・最終処分率（3%）を乗じて、脱硫石膏の再資源化量と最終処分量を推計した。産業用石炭燃焼ボイラーからの脱硫石膏の発生量、再資源化量及び最終処分量は表 2.2.6 のとおりである。

表 2.2.6 【産業用石炭燃焼ボイラー】脱硫石膏の発生量、再資源化量、最終処分量（2019FY）

	石炭消費量 （千 t）	脱硫石膏発生量 （千 t）	脱硫石膏再資源化量 （千 t）	脱硫石膏最終処分量 （千 t）
産業用石炭燃焼ボイラー	13,577	127	124	3.6

出典：「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」（令和 3 年 3 月、石炭エネルギーセンター）
https://www.jcoal.or.jp/ashdb/upload/R01_ashstatistics.pdf の「一般産業」の石炭消費量、及び「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」の産業用石炭燃焼ボイラーの石炭消費量の比率に基づき、産業用石炭燃焼ボイラーからの脱硫石膏の発生量を推計。再資源化量、最終処分量は脱硫石膏発生量に、再資源化率 97%、最終処分率 3%（「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」出典）を乗じて推計。

また同報告書によれば、再資源化された脱硫石膏のうち 59%はセメント原料として、41%は石膏ボードとして利用された。再資源化又は最終処分された脱硫石膏中の水銀量は、表 2.2.2 で推計した脱硫石膏中の水銀量 0.21 t-Hg に再資源化率（97%）・最終処分率（3%）及び再資源化用途別の構成比（セメント原料 59%、石膏ボード 41%）を乗じ、表 2.2.7 のとおり算出した。

表 2.2.7 【産業用石炭燃焼ボイラー】再資源化及び最終処分された脱硫石膏中の水銀量（2019FY）

		発生量（千 t）	脱硫石膏中水銀量（kg-Hg）	（t-Hg）
再資源化	セメント原料	73（59%）	122	0.12
	石膏ボード	51（41%）	85	0.085
	計	124	207	0.21
最終処分		3.6	6.1	0.0061
	計	127	213	0.21

再資源化用途別の構成比出典：「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」（令和 3 年 3 月、石炭エネルギーセンター）https://www.jcoal.or.jp/ashdb/upload/R01_ashstatistics.pdf

４）輸出された石炭灰中の水銀量

環境省ウェブサイト（廃棄物等の輸出入の状況（２）廃棄物処理法に基づく廃棄物の輸出確認及び輸入許可（令和元年）について）によると、2019 年度に輸出された石炭灰量は 1,028 千 t である。なお、この量は石炭灰の発生元である「石炭火力発電所」と「産業用石炭燃焼ボイラー」の区別がされていないため、「石炭灰全国実態調査報告書（令和元年度実績）」に示される石炭灰（セメント用途）の発生量（石炭火力発電 6,196 千 t、産業用石炭燃焼ボイラー1,200 千 t）の比から、産業用石炭燃焼ボイラーから排出された石炭灰の輸出量を 167 千 t と算出し、当該輸出量に石炭灰の水銀濃度を乗じて輸出された石炭灰中の水銀量を 0.025 t-Hg と推計した。

表 2.2.8 【産業用石炭燃焼ボイラー】石炭灰の輸出量中の水銀量（2019FY）

石炭灰輸出量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	輸出石炭灰中の水銀量（t-Hg）
167	0.149	0.025

石炭灰の輸出量出典：環境省ウェブサイト 廃棄物等の輸出入の状況（２）廃棄物処理法に基づく廃棄物の輸出確認及び輸入許可（令和元年）について https://www.env.go.jp/recycle/yugai/index4.html に示される石炭灰輸出量を踏まえ、石炭火力発電所と産業用石炭燃焼ボイラーの石炭灰発生量の比から算出
石炭灰の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和 3 年度ヒアリング調査結果

５）水銀大気排出量

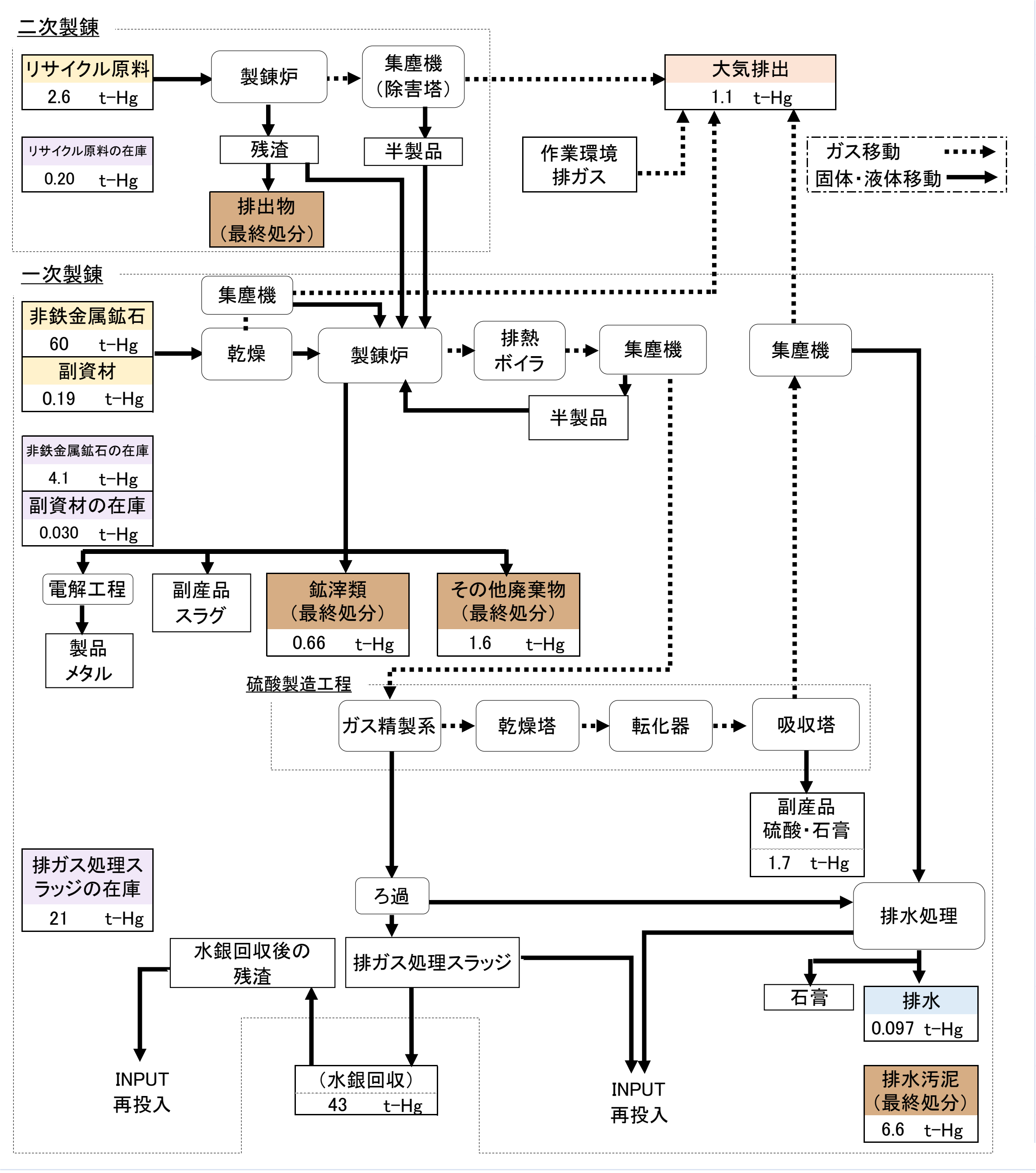
産業用石炭燃焼ボイラーからの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、水銀排出施設の実測データに基づき 0.032 t-Hg と推計されている。

６）水への水銀放出量

日本ボイラ協会に対する令和２年度ヒアリング調査結果によれば、産業用石炭燃焼ボイラーからの排水中の水銀の調査を実施した事例がないため、「不明（排水あり）」とした。

2.3　非鉄金属製錬施設

非鉄金属製錬施設の水銀フローは図 2.3.1 のとおりである。非鉄金属製錬工程で生じる排ガス処理スラッジは、発生量が少ない場合は２年以上保管してから、まとめて水銀回収処理のために排出される等、発生年度と回収年度がずれることがある。排ガス処理スラッジからの水銀回収量は年度によるばらつきが大きいことから、非鉄金属製錬施設における全ての数値に関して 2018～2020 年度の３か年平均値を採用した。なお、日本鉱業協会から提供のあった銅、鉛及び亜鉛の一次製錬施設からの生産量は全国製品製造量と等しいことから、日本鉱業協会のヒアリング調査結果から得られた値を全国の値として扱っている。また、二次製錬施設のうち日本鉱業協会会員分は日本鉱業協会に対するヒアリング調査結果の中に含まれている。一方、二次製錬施設のうち日本鉱業協会非会員分については十分に把握できていないため、推計値は参考値として扱う。



フロー：日本鉱業協会に対するヒアリング調査結果をもとに作成
フロー内数値：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。フロー内の「排水汚泥（最終処分）」「鉱滓類（最終処分）」「その他廃棄物（最終処分）」及び「排水」には非鉄金属一次及び二次製錬施設からの排出物を含む。

図 2.3.1　非鉄金属製錬施設の水銀フロー（2019FY）

１）非鉄金属鉱石・原料等中の水銀量

日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、非鉄金属製錬工程に投入された非鉄金属鉱石・原料等中の水銀量及び在庫の非鉄金属鉱石・原料等中の水銀量は以下のとおりである。マテリアルフローでは、2018～2020 年度の３か年平均値を採用した。

表 2.3.1　【非鉄金属製錬】投入された原料等中の水銀量

投入された原料等	投入された原料等中の水銀量（t-Hg）			
	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
非鉄金属鉱石	59	59	61	60
リサイクル原料	2.0	2.6	3.4	2.6
副資材	0.20	0.22	0.14	0.19

注：「投入された原料」は実際に利用された量である。日本鉱業協会によれば、各製錬所で原料鉱石を１年に数～10 鉱種ほど購入しており、鉱種ごとに水銀含有量のばらつきが多少あるため、鉱種ごとの分析値の平均値等に鉱石投入量を乗じ、水銀含有量が算出されている。
出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

表 2.3.2　【非鉄金属製錬】年度末の在庫原料等中の水銀量

原料等	在庫原料等中の水銀量（t-Hg）			
	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
非鉄金属鉱石	4.1	4.2	4.0	4.1
リサイクル原料	0.17	0.17	0.27	0.20
副資材	0.020	0.030	0.040	0.030

出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

表 2.3.3　【非鉄金属製錬】非鉄金属鉱石等の輸入量（参考）

	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
非鉄金属鉱石の輸入量（万 t）	563	539	553	551

出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

２）排出物等中の水銀量

日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、非鉄金属製錬工程からの排出

物等（排ガス処理スラッジを除く）中の水銀量は表 2.3.4 のとおりである。排出物等の水銀濃度の実測値に発生量を乗じて、水銀量が算出されている。マテリアルフローでは、2018～2020 年度の３か年平均値を採用した。

表 2.3.4 【非鉄金属製錬】排出物等中の水銀量

排出物等	排出物等中の水銀量（t-Hg）			
	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
排水処理汚泥	7.5	7.0	5.4	6.6
鉱滓類	0.29	0.72	0.97	0.66
その他廃棄物[注 1]	0.31	4.0	0.40	1.6

注１：一部の事業者では、その他廃棄物の量に下記４）の排ガス処理スラッジの処分量も含まれている。
注２：排出物等には非鉄金属一次及び二次製錬施設からの排出物を含む。
出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

３）副産品中の水銀量

日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、非鉄金属製錬工程からの副産品（硫酸・石膏）中の水銀量は表 2.3.5 のとおりである。副産品の水銀濃度の実測値に産出量を乗じて、水銀量が算出されている。マテリアルフローでは、2018～2020 年度の３か年平均値を採用した。非鉄金属製錬施設で生じた脱硫石膏は、一部がセメント製造の仕上げ工程において活用されているが、その割合は把握されていないため、セメント製造施設に投入された脱硫石膏中の水銀量は、2019 年度における非鉄金属製錬工程からの副産品（硫酸・石膏）への水銀移行量 1.8 t を最大値とみなし、1.8 t-Hg 未満とした。（セメント製造施設の詳細については表 2.4.3 を参照）

表 2.3.5 【非鉄金属製錬】副産品中の水銀量

副産品	副産品中の水銀量[注]（t-Hg）			
	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
硫酸・石膏	2.2	1.8	1.3	1.7

注：一部の事業者では、水銀濃度の実測値が定量下限値未満の場合は、定量下限値の 1/2 の値を採用している。
出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

４）排ガス処理スラッジからの水銀回収量

非鉄金属製錬工程で発生する排ガス処理スラッジは、処理事業者に委託され、水銀が回収されている。日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、2019 年度、処理事業者に委託された排ガス処理スラッジ中の水銀量は 36 t-Hg であった。排ガス処理スラッジの発生量は年度によるばらつきが大きいことを踏まえ、2018～2020 年度の３か年平均値を算出すると 43 t-Hg（日本鉱業協会の会員分のみ）であった。処理委託される量にも年度によるばらつきが大きいことを踏まえ、全体のマテリアルフロー（図 1、図 2）では、処理事業者側のデータである水銀回収量 31 t-Hg を採用した。（水銀回収量の詳細については、3.1 を参照）

５）排ガス処理スラッジ（在庫）中の水銀量

日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、水銀回収処理前の排ガス処理スラッジの在庫量は以下のとおりである。これに日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づいて推計した処理委託したスラッジの水銀濃度（３年平均で 0.052 t-Hg/t）を乗じて水銀量を算出した。マテリアルフローでは、2018～2020 年度の３か年平均値を採用した。

表 2.3.6 【非鉄金属製錬】排ガス処理スラッジの在庫中の水銀量

	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
排ガス処理スラッジの年度末在庫量（t）	426.2	409.0	355.0	396.7
排ガス処理スラッジ在庫中の水銀量（t-Hg）	22	21	18	21

年度末在庫量出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果
在庫中の水銀量出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき、処理委託したスラッジの水銀濃度（３年平均で 0.052 t-Hg/t）を推計し、これに年度末在庫量を乗じて水銀量を算出した。

６）水銀大気排出量

非鉄金属製錬施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、水銀排出施設の実測データ等に基づき 1.1 t-Hg（一次 0.10 t-Hg、二次 0.97 t-Hg）と推計されている[10]。

７）水への水銀放出量

日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、非鉄金属製錬工程からの排水中の水銀量は表 2.3.7 のとおりである。排水の水銀濃度の実測値に排水量を乗じて、水銀量が算出されている。マテリアルフローでは、2018～2020 年度の３か年平均値を採用した。

表 2.3.7 【非鉄金属製錬】排水中の水銀量

排出物等	排出物等中の水銀量（t-Hg）			
	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
排水[注]	0.13	0.080	0.080	0.097

注１：一部の事業者では、実測値が定量下限値未満の場合、定量下限値の 1/2 の値を採用している。
注２：排水には非鉄金属一次及び二次製錬施設からの排水を含む。
出典：日本鉱業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

８）非会員のリサイクル原料中の水銀量（参考）

日本鉱業協会非会員の非鉄金属製錬工程に投入されたリサイクル原料中の水銀量は、会員の投入リサイクル原料中水銀量に、大気汚染防止法に基づく測定結果届出データの非鉄金属二次製錬施設の排出ガス流量（令和元年度実績）の会員：非会員の比率を乗じて、非会員分のリサイクル原

[10] 報告書では 0.63 t-Hg であったが、令和５年６月に数値が修正された。

料中の水銀量を推計した。年度末在庫のリサイクル原料中の水銀量も同様に推計した。その結果、2019 年度に投入されたリサイクル原料中の水銀量（非会員分）は 4.3 t-Hg、年度末在庫のリサイクル原料中の水銀量（非会員分）は 0.33 t-Hg と推計された。ただし、推計方法に不確実性を含むため、８）は参考値として扱う。

９）非会員の排出物及び排水中の水銀量（参考）

日本鉱業協会非会員の非鉄金属製錬施設からの排出物及び排水中の水銀量については、大気に排出されなかった投入リサイクル原料中の水銀はすべて排出物及び排水に移行すると仮定し、非会員の排出物及び排水中の水銀量を表 2.3.8 のとおり 3.7 t-Hg と推計した。ただし、推計方法に不確実性を含むため、９）は参考値として扱う。

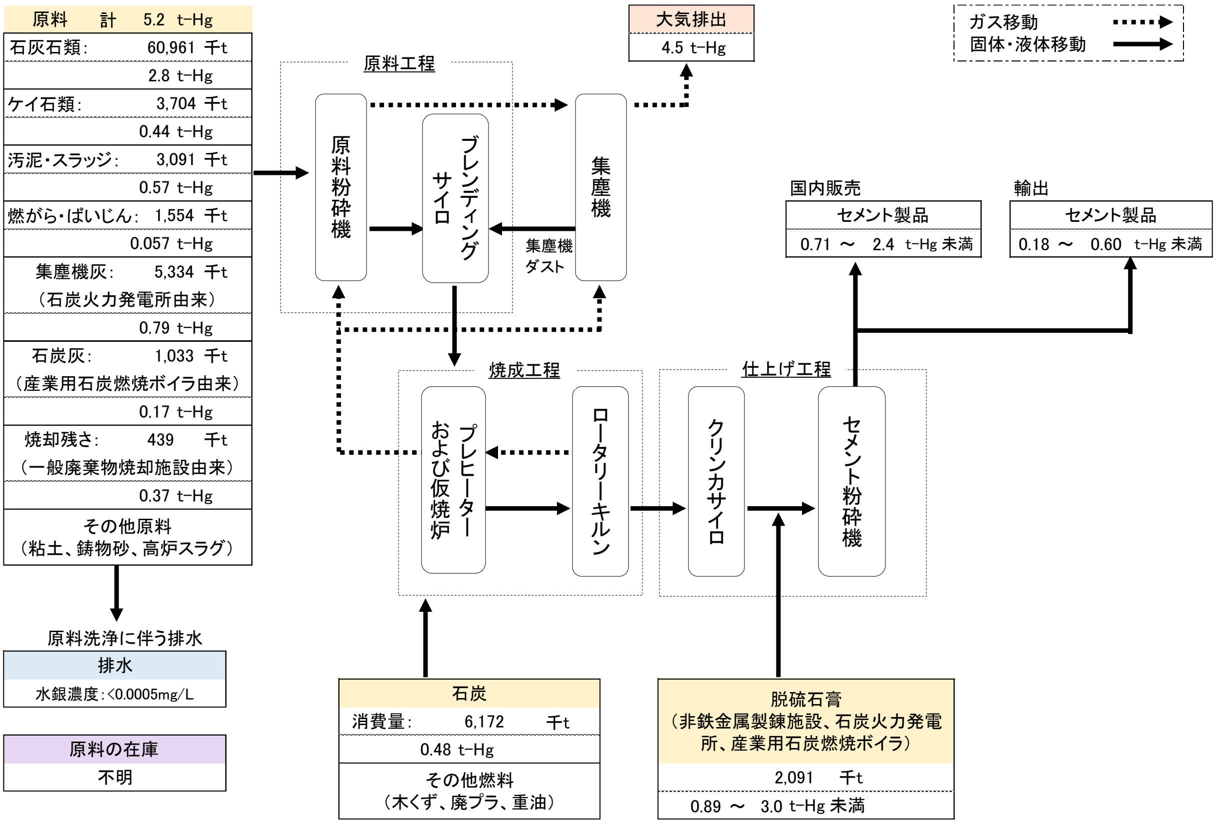
表 2.3.8　【非鉄金属製錬】水銀大気排出量及び排出物及び排水中の水銀量（非会員）（2019FY）

	(a) 投入リサイクル原料中水銀量 (t-Hg)	(b) 水銀大気排出量 (t-Hg)	排出物及び排水中の水銀量((a)-(b)) (t-Hg)
非会員	4.3	0.60	3.7

水銀大気排出量出典：水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）による非鉄金属二次製錬施設からの水銀大気排出量を、日本鉱業協会の会員と非会員の当該施設からの排出ガス流量（令和元年度実績）で按分して推計。

2.4　セメント製造施設

セメント製造施設の水銀フローは図 2.4.1 のとおりである。



フロー：セメント協会に対するヒアリング調査結果をもとに作成
フロー内数値：セメント協会に対する平成 30 年度及び令和３年度ヒアリング調査結果に基づく推計値及び他業種の水銀フロー推計結果。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.4.1　セメント製造施設の水銀フロー（2019FY）

１）原料・再資源化物中の水銀量

セメント協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果、及びその他業種の水銀フローの推計結果によれば、セメント製造の原料工程における原料・再資源化物の投入量は表 2.4.1 のとおりである。これらの投入量にセメント協会及び「2 原燃料の加工・工業利用に関するフロー」における業種へのヒアリング調査、既存文献から得られた各投入物の水銀濃度を乗じて、水銀量を推計した。

表 2.4.1　【セメント製造】投入された原料・再資源化物中の水銀量（2019FY）

投入物	排出源	投入量 （千 t）	水銀濃度 （mg/kg）	水銀量 （t-Hg）
石灰石類	—	60,961	0.046	2.8
ケイ石類	—	3,704	0.119	0.44
汚泥・スラッジ	—	3,091	0.183	0.57

投入物	排出源	投入量 （千 t）	水銀濃度 （mg/kg）	水銀量 （t-Hg）
燃えがら・ばいじん	―	1,554	0.037	0.057
集塵機灰	石炭火力発電所	5,334	0.149	0.79
石炭灰	産業用石炭燃焼ボイラー	1,033	－	0.17
焼却残さ	一廃焼却施設	439	0.03/5.4	0.37
合計				5.2

注：水銀量の合計値は、四捨五入の関係で和が一致していない。

石灰石類、ケイ石類、汚泥・スラッジ、燃えがら・ばいじんの投入量出典：セメント協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

集塵機灰、石炭灰、焼却残さの投入量出典：「2. 原燃料の加工・工業利用に関するフロー」における業種の水銀フローの推計結果

石灰石類、ケイ石類、汚泥・スラッジ、燃えがら・ばいじんの水銀濃度出典：セメント協会に対する平成 30 年度ヒアリング調査結果

集塵機灰の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

石炭灰の水銀量出典：「2.2 産業用石炭燃焼ボイラー」における推計結果

焼却残さの水銀濃度及び水銀量出典：焼却灰 0.03 mg/kg、飛灰 5.4 mg/kg（「平成 23 年度廃棄物処理施設等からの水銀等排出状況調査業務報告書」（平成 24 年 3 月，東和テクノロジー）焼却灰と飛灰の内訳は把握されていないが、「水銀廃棄物の環境上適正な管理に関する検討報告書」（平成 26 年 3 月、環境省）の内容を踏まえ、焼却灰 85%、飛灰 15%の組成と仮定して推計を行った。

２）焼成工程で消費された石炭中の水銀量

セメント製造の焼成工程で消費された石炭中の水銀量は、セメント協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によって得られた焼成工程における石炭消費量に、平成 30 年度ヒアリング調査結果によって得られた水銀濃度を乗じて、表 2.4.2 のとおり推計した。

表 2.4.2 【セメント製造】焼成工程で消費された石炭中の水銀量（2019FY）

石炭消費量 （千 t）	水銀濃度 （mg/kg）	消費された石炭中の水銀量 （t-Hg）
6,172	0.077	0.48

石炭消費量及び水銀濃度出典：セメント協会に対する平成 30 年度ヒアリング調査結果

３）仕上げ工程において投入された脱硫石膏中の水銀量

「2 原燃料の加工・工業利用に関するフロー」における業種の水銀フローの推計結果によれば、セメント製造の仕上げ工程における脱硫石膏の投入量は表 2.4.3 のとおりである。なお、非鉄金属製錬施設及び石炭火力発電所から発生した脱硫石膏の投入量に含まれる水銀量は、その内訳が把握されていないため、非鉄金属製錬工程の副産品（硫酸・石膏）への水銀移行量 1.8 t、石炭火力発電由来の再資源化された脱硫石膏への水銀移行量 1.0 t をそれぞれ最大値とみなし、1.8 t-Hg 未満、1.0 t-Hg 未満とした。さらに、産業用石炭燃焼ボイラーから発生した脱硫石膏 0.12 t-Hg を加え、投入された脱硫石膏中の水銀量を 3.0 t-Hg 未満とした。セメント協会に対するヒアリング調査結果で得られた脱硫石膏量 2,091 t に石炭火力発電所から発生した脱硫石膏汚泥の水銀濃度 0.428 mg/kg を乗じて算出した結果は 0.89 t であった。そのため、セメント製造施設に投入された

脱硫石膏中の水銀量を 0.89～3.0 t-Hg 未満と推計した。

表 2.4.3　【セメント製造】投入された脱硫石膏中の水銀量（2019FY）

投入物	発生源	投入量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
脱硫石膏	非鉄金属製錬施設	不明	不明	1.8 未満
	石炭火力発電所	2,365 未満	0.428	1.0 未満
	産業用石炭燃焼ボイラー	73	―	0.12
合計		2,091		0.89～3.0 未満

注：水銀量の合計は四捨五入の関係で和が一致していない。
脱硫石膏の投入量合計出典：セメント協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果
上記以外出典：「2. 原燃料の加工・工業利用に関するフロー」における業種の水銀フローの推計結果

４）製品中の水銀量

セメントハンドブック（2022 年度版）によると、2019 年度の国内販売量及び輸出量は表 2.4.4 のとおりである。セメント製造施設の水銀フローによると、仕上げ工程では、脱硫石膏を投入した後はセメント製品以外に排出経路がないため、脱硫石膏中の水銀 0.89～3.0 t-Hg 未満は製品に移行すると考えられる。よって、販売量と輸出量の比を乗じて、国内販売された製品中の水銀量は 0.71～2.4 t-Hg 未満及び輸出された製品中の水銀量は 0.18~0.60 t-Hg 未満と推計した。

表 2.4.4　【セメント製造】製品中の水銀量（2019FY）

	製品量（千 t）	水銀量最小値（t-Hg）	水銀量最大値（t-Hg）
国内販売	40,948	0.71	2.4
輸出	10,532	0.18	0.60
合計	51,480	0.89	3.0

国内販売量及び輸出量出典：「セメントハンドブック（2022 年度版）」（令和４年６月、一般社団法人セメント協会）
https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jj3h_06.pdf

５）水銀大気排出量

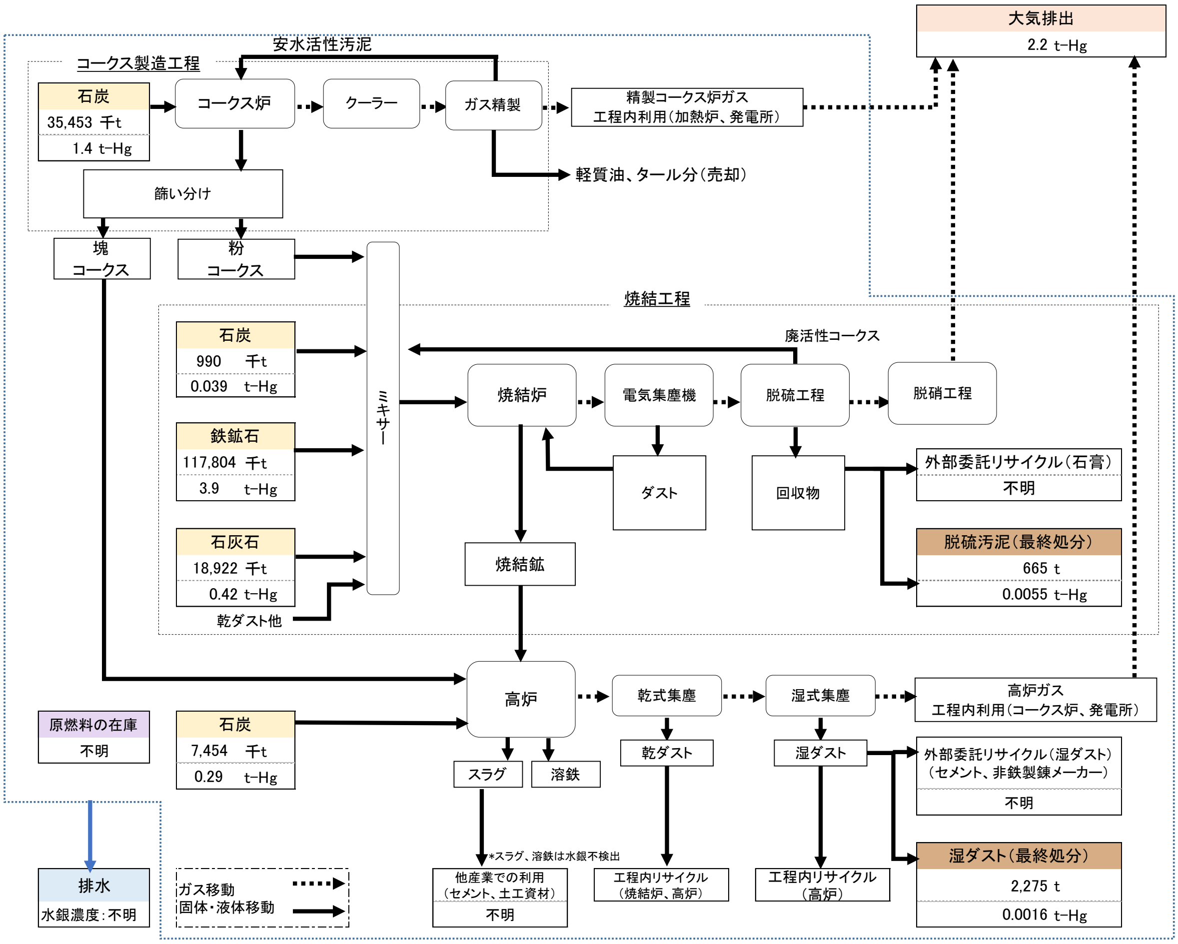
セメント製造施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、水銀排出施設の実測データに基づき 4.5 t-Hg と推計されている。

６）水への水銀放出量

セメント協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、セメント製造施設からの排水中の水銀量は、「一部の工場で排水がある（排水量不明）が、全て定量下限値未満であることを確認している」ため、「0（一部排水あり）」とした。

2.5　一次製鉄施設

一次製鉄施設の水銀フローは図 2.5.1 のとおりである。



フロー：日本鉄鋼連盟に対するヒアリング調査結果をもとに作成
フロー内最終処分量：日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果
フロー内水銀量：日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果、資源エネルギー庁の総合エネルギー統計「エネルギーバランス表」及び排出物の水銀濃度（「鉄鋼業における水銀排出挙動」（高岡昌輝・大下和徹：2007 年））に基づく推計値。なお、排出物の水銀濃度に関するデータのサンプル数は限定的（n=1 又は n=3）であることに留意する必要がある。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.5.1　一次製鉄施設の水銀フロー（2019FY）

１）コークス炉へ投入された原燃料中の水銀量

2019 年度におけるコークス炉への石炭投入量、及び石炭投入量中の水銀量は表 2.5.1 のとおりである。日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査で得られた石炭投入量に、電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査で得られた水銀濃度（0.0390 g/t）を乗じ、投入された石炭中の水銀量を算出した。なお、一次製鉄施設における石炭投入量及び投入された石炭中水銀量は、焼結炉への石炭投入量が不明であるため、コークス炉への石炭投入量及び投入された石炭中水銀量を最小値として扱う。

表 2.5.1　【一次製鉄】コークス炉へ投入された石炭中の水銀量（2019FY）

石炭投入量（千 t）	石炭の水銀濃度（g/t）	投入された石炭中水銀量（t-Hg）
35,453	0.0390	1.4

石炭投入量出典：日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果より、湿炭 40,149 t（石油等消費動態統計調査）との回答であったが、資源エネルギー庁電力調査統計の石炭消費量の乾炭：湿炭の比率を乗じて、乾炭量を推計した。

石炭の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

２）焼結炉へ投入された原燃料中の水銀量

2019 年度における焼結炉への石炭、鉄鉱石、及び石灰石の投入量、及び投入量中の水銀量は表 2.5.2 のとおりである。石炭投入量は、資源エネルギー庁の総合エネルギー統計「エネルギーバランス表」の鉄鋼・非鉄・金属製品製造業の焼結鉱の石炭エネルギー転換量を一次製鉄施設の焼結炉への石炭投入量として水銀量を推計した。鉄鉱石投入量は、輸入された鉄鉱石の全量が一次製鉄の焼結炉へ投入されると仮定し、水銀量を推計した。また、石灰石については石灰石鉱業協会の鉄鋼区分に関する統計値は全て一次製鉄施設への投入量として推計した。

表 2.5.2　【一次製鉄】焼結炉へ投入された原燃料中の水銀量（2019FY）

投入原燃料	投入量（千 t）	水銀濃度（g/t）	投入された原燃料中水銀量（t-Hg）
石炭	990	0.0390	0.039
鉄鉱石	117,804	0.0329	3.9
石灰石	18,922 注	0.022	0.42

注：石灰石鉱業協会「石灰石の生産・出荷推移」における「鉄鋼」区分を参照しており、一次製鉄・二次製鉄の区分はないが、二次製鉄には生石灰が投入されることから、石灰石は全て一次製鉄に投入されるとした。

石炭の投入量出典：資源エネルギー庁の総合エネルギー統計「エネルギーバランス表」の鉄鋼・非鉄・金属製品製造業の焼結鉱の石炭エネルギー転換量を一次製鉄施設の焼結炉への石炭消費量（湿炭）とし、資源エネルギー電力調査の石炭消費量の湿炭：乾炭の比率を乗じて一次製鉄施設の焼結炉への石炭消費量（乾炭）を推計した。

鉄鉱石の投入量出典：日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果（「財務省統計調査」の輸入量に同じ）

石灰石の投入量出典：石灰石鉱業協会「石灰石の生産・出荷推移」（2021 年 6 月 11 日）
https://www.limestone.gr.jp/doc/toukei/pdf/toukei2021.pdf

石炭の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

鉄鉱石の水銀濃度出典：国立環境研究所（2010）「平成 21 年度環境省請負業務　平成 21 年度水銀等の残留性物質の長距離移動特性の検討に関する調査・研究業務」70 ページ、表 3.34に示す塊鉱石の濃度の平均値（濃度単位ppbを重量ベースとして使用）

石灰石の水銀濃度出典：水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について（第一次答申）参考資料２「水銀大気排出実態調査の結果」92 ページ　https://www.env.go.jp/press/102627.html

３）高炉へ投入された原燃料中の水銀量

2019 年における高炉への石炭の投入量、及び投入量中の水銀量は表 2.5.3 のとおりである。

表 2.5.3　【一次製鉄】高炉へ投入された原燃料中の水銀量（2019FY）

投入原燃料	投入量（千 t）	水銀濃度（g/t）	投入された原燃料中水銀量（t-Hg）
石炭	7,454	0.0390	0.29

石炭の投入量出典：資源エネルギー庁の総合エネルギー統計「エネルギーバランス表」の鉄鋼・非鉄・金属製品製造業の高炉製銑の石炭エネルギー転換量を一次製鉄施設の高炉への石炭消費量（湿炭）とし、資源エネルギー電力調査の石炭消費量の湿炭：乾炭の比率を乗じて一次製鉄施設の高炉への石炭消費量（乾炭）を推計した。
石炭の水銀濃度出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

４）最終処分された排出物中の水銀量

日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査から得られた一次製鉄施設からの排出物の最終処分量に、文献から得られた排出物の水銀濃度を乗じ、排出物中の水銀量を表 2.5.4 のとおり算出した。ただし、本研究におけるデータのサンプル数は限定的（n=1 又は n=3）であることに留意する必要がある。

表 2.5.4　【一次製鉄】最終処分された排出物中の水銀量（2019FY）

排出物	最終処分量注（t）	排出物の水銀濃度（g/t）	排出物中の水銀量（t-Hg）
脱硫汚泥	665	8.340	0.0055
湿ダスト	2,275	0.716	0.0016

注：最終処分先は、どちらも管理型処分場である。
最終処分量出典：日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果
排出物の水銀濃度出典：「鉄鋼業における水銀排出挙動」（高岡昌輝・大下和徹：2007 年）。データのサンプル数は限定的（n=1 又は n=3）であることに留意する必要がある。

５）水銀大気排出量

一次製鉄施設からの水銀大気排出量については、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、表 2.5.5 のとおり推計されている。

表 2.5.5　一次製鉄施設からの水銀大気排出量（2019FY）

算定対象	水銀大気排出量（t-Hg）
焼結炉（ペレット焼成炉含む）	2.1
高炉副生ガス	0.12
コークス炉副生ガス	0.022
合計	2.2

※焼結炉からの大気排出量は、要排出抑制施設の設置者の自主的取組における水銀濃度測定結果に基づいて、排出ガス処理設備の種類別に排出原単位を算出し、活動量を乗じて推計。
※高炉副生ガス及びコークス炉副生ガス由来の大気排出量は、「Mercury emission and behavior in primary ferrous metal production」（福田尚倫他：2011）の排出原単位に、銑鉄及びコークスの年間生産量を乗じて推計。

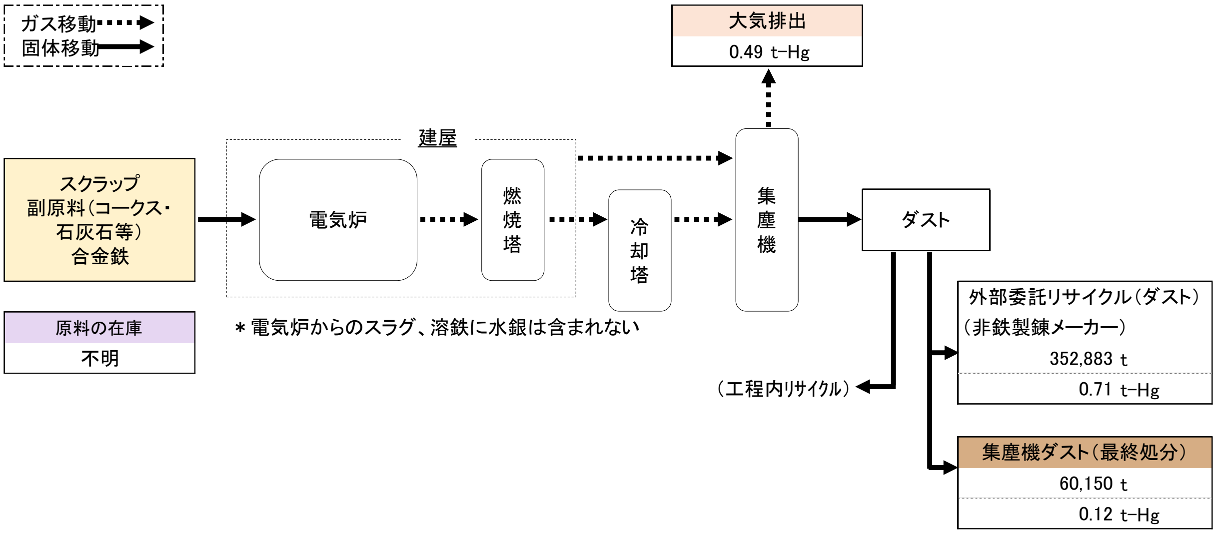
「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」より引用

６）水への水銀放出量

日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、「一次製鉄施設からの排水中の水銀量については、水銀量についての情報を有していないが、水質汚濁防止法の排水基準に基づき管理している」ことから、「不明（排水あり）」とした。

2.6　二次製鉄施設

二次製鉄施設の水銀フローは図 2.6.1 のとおりである。



フロー：日本鉄鋼連盟に対するヒアリング調査結果をもとに作成

フロー内最終処分量：日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果

フロー内水銀量：日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果、既存文献、及び排出物の水銀濃度（日本鉄鋼連盟に対する平成 25 年度ヒアリング調査結果で得られた同連盟の自主調査結果）に基づく推計値。なお、水銀濃度に係る自主調査は、一部のメーカーにて実施されたものであり、水銀濃度のデータのサンプル数は限定的（n=19）であることに留意する必要がある。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.6.1　二次製鉄施設の水銀フロー（2019FY）

１）再資源化及び最終処分された排出物中の水銀量

二次製鉄施設からの排出物（集塵機ダスト）の再資源化量、及び再資源化量中の水銀量は、国内の研究結果[11]に基づき「電炉ダストは粗鋼生産量１　t につき 15 kg 程度発生する」という想定で、粗鋼（電炉鋼）生産量に 0.015 を乗じて集塵機ダスト発生量を推計し、文献から得られた水銀濃度を乗じ、再資源化される集塵機ダスト中の水銀量を表 2.6.1 のように算出した。二次製鉄施設からの排出物の最終処分量、及び最終処分された排出物中の水銀量は、日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査で得られた集塵機ダストの最終処分量に、文献から得られた水銀濃度を乗じ、最終処分される集塵機ダスト中の水銀量を算出した。ただし、排出物の水銀濃度の出典文献におけるデータのサンプル数は限定的（n=19）であることに留意する必要がある。

[11] 長坂徹也　2013～2015 年科学研究費助成事業研究成果報告書「電炉におけるダストメイキングテクノロジーの創成」
https://kaken.nii.ac.jp/file/KAKENHI-PROJECT-25249105/25249105seika.pdf

表 2.6.1　【二次製鉄】二次製鉄施設からの排出物（集塵機ダスト）の水銀量（2019FY）

	発生量	排出物の水銀濃度 (g/t)	排出物中の水銀量 (t-Hg)
粗鋼（電炉鋼）生産量（千 t）	23,526		
集塵機ダスト（t）	352,883	2.0	0.71
うち再資源化量（t）	292,733		0.59
うち最終処分量（t）	60,150		0.12

粗鋼（電炉鋼）生産量出典：日本鉄鋼連盟統計 https://www.jisf.or.jp/data/seisan/documents/2021FY.xls
集塵機ダストの発生量出典：粗鋼（電炉鋼）生産量に 0.015 を乗じて推計
集塵機ダストの最終処分量出典：日本鉄鋼連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果
注：最終処分先は管理型処分場である。
排出物の水銀濃度：排出物の水銀濃度は、日本鉄鋼連盟に対する平成 25 年度ヒアリング調査結果で得られた同連盟の自主調査結果を用いた。ただし、同調査は一部のメーカーにて実施されたものであり、サンプル数は限定的（n=19）であることに留意する必要がある。

２）水銀大気排出量

二次製鉄施設からの水銀大気排出量については、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、表 2.6.2 のとおり推計されている。

表 2.6.2　二次製鉄施設からの水銀大気排出量（2019FY）

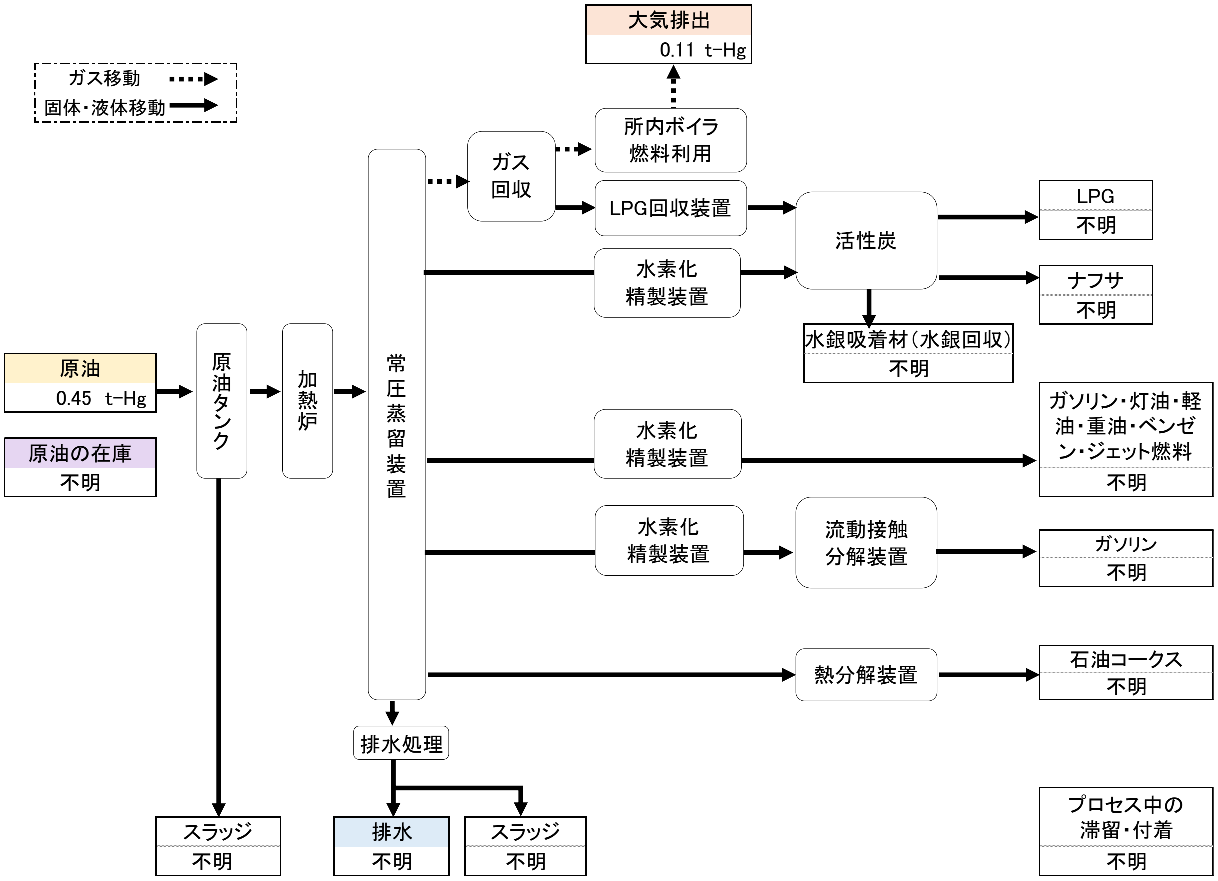
算定対象	水銀大気排出量　(t-Hg)
製鋼用電気炉	0.49

※製鋼用電気炉の大気排出量については、要排出抑制施設の設置者の自主的取組における水銀濃度測定結果に基づいて、炉の種類別・排出ガス処理設備の種類別に排出源単位を算出し、活動量を乗じて推計した。

「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」より引用

2.7　石油精製施設

石油精製施設の水銀フローは図 2.7.1 のとおりである。



フロー：平成 23 年度、令和３年度石油連盟に対するヒアリング調査結果及び「製油所の高度化を図る重金属除去」（幾島、他. 2020）をもとに作成

フロー内数値：令和３年度石油連盟に対するヒアリング調査結果に基づく推計値。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.7.1　石油精製施設の水銀フロー（2019FY）

１）投入原油中の水銀量

石油連盟に対する令和３年度ヒアリング調査に基づき、2019 年度における石油精製工程に投入された原油に含まれる水銀量を表 2.7.1 のように推計した。

表 2.7.1　【石油精製】投入原油中の水銀量（2019FY）

投入原料	投入量（kL）	水銀濃度（mg/kL）	投入原油中水銀量（t-Hg）
原油（精製済）	173,701,069	2.6	0.45

投入量出典：資源・エネルギー統計年報（石油）の原油処理量（潤滑油業者・その他業者を除いた値）

水銀濃度出典：石油連盟会員企業測定データ（2009～2010 年）

２）製品中及び廃棄物中の水銀量

石油連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、主要石油製品、廃棄物及びその他

プロセス中の滞留・付着物等の水銀量は不明であることを確認している。

表 2.7.2 【石油精製】環境媒体及び製品等に移行する水銀量（2019FY）

	移行水銀量（t-Hg）
大気	0.11
水	不明
廃棄物	不明
製品	不明
合計	0.45

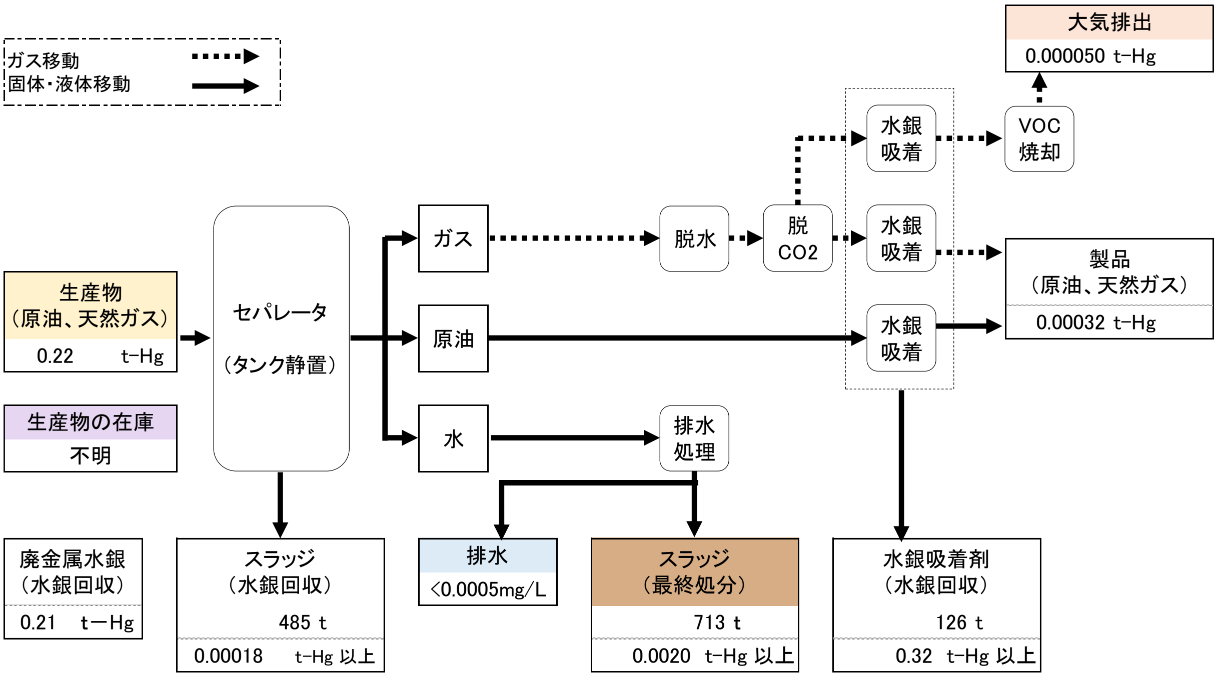
大気への水銀排出量出典：「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」の推計結果
合計値出典：石油連盟に対する令和３年度ヒアリング調査結果より、2019 年度における石油精製工程に投入された原油量に水銀濃度を乗じて算出

３）水銀大気排出量

石油精製施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において 0.11 t-Hg と推計されている。

2.8　原油・天然ガス生産施設

原油・天然ガス生産施設の水銀フローは図 2.8.1 のとおりである。なお、本図は原油・天然ガス生産設備のフローの一例であり、必ずしも全ての施設が同様の設備とは限らない。



フロー：石油鉱業連盟に対するヒアリング調査結果をもとに作成
フロー内数値：国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.8.1　原油・天然ガス生産施設の水銀フロー（2019FY）

１）生産物中の水銀量

国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、2019 年度において生産された原油・天然ガス中の水銀量は 0.22 t-Hg である。

２）排出物中の水銀量

国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、原油・天然ガス生産施設からの排出物の発生量及び水銀含有量は表 2.8.1 のとおりである。

表 2.8.1　【原油・天然ガス生産】発生した排出物中の水銀量（2019FY）

排出物	発生量 (t)	排出物の水銀濃度 (g/t)	排出物中の水銀量 (t-Hg)	処理方法
セパレータタンクスラッジ	485	不明	0.00018 以上	水銀回収
水銀吸着剤	126	不明	0.32 以上	水銀回収
廃金属水銀	0.21		0.21	水銀回収
排水処理スラッジ	713	不明	0.0020 以上	最終処分

注：水銀吸着塔の稼働期間は１年以上ある。
出典：国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果

３）製品中の水銀量

国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、原油・天然ガスの製品中の水銀量は表 2.8.2 のとおりである。

表 2.8.2 【原油・天然ガス生産】製品中の水銀量（2019FY）

製品	製品中水銀量（t-Hg）
原油	0.00022
天然ガス	0.00010
合計	0.00032

出典：国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果

４）水銀大気排出量

原油･天然ガス生産施設からの水銀大気排出量は､我が国の｢水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、国内に原油・ガス生産施設を有する３事業者に対する 2013 年度のヒアリング調査から 50 g-Hg（0.000050 t-Hg）であり、2019 年度も同値と推計されている。

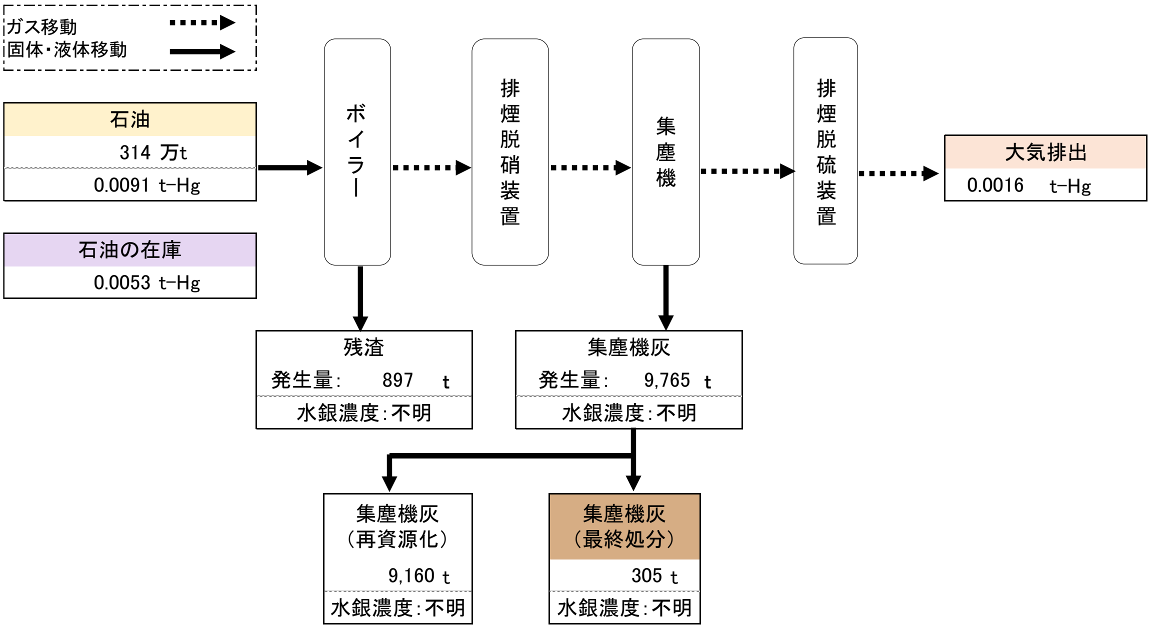
５）水への水銀放出量

国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、原油・天然ガス生産施設からの排水中の水銀量は、定量下限値未満であるが、排水量不明のため、「0（排水あり）」とした。

2.9　石油等の燃焼施設

（１）　石油火力発電所

石油火力発電所の水銀フローは図 2.9.1 のとおりである。



フロー：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに作成

フロー内数値：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、資源エネルギー庁電力調査統計のデータを用いて拡大推計。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.9.1　石油火力発電所の水銀フロー（2019FY）

１）投入された石油中の水銀量

電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査によって得られた、2019 年度における会員企業の石油火力発電所に投入された石油量を、会員企業の発電量と全国の発電量の比で拡大推計し、水銀大気排出インベントリーで用いられた石油の水銀濃度を乗じて、投入された石油に含まれる水銀量を表 2.9.1 のとおり推計した。

表 2.9.1　【石油火力発電】投入石油中の水銀量（2019FY）

投入原料	投入量（万 t）	水銀濃度（mg/t）	投入石油中水銀量（t-Hg）
石油	314	2.89	0.0091

投入量出典：石油投入量は、令和３年度電気事業連合会に対するヒアリング調査結果 187.3 万 t に、国内で石油火力発電を行っている 32 社の発電量と電気事業連合会会員企業の 11 社の発電量の比率（140 億 kWh : 84 億 kWh ＝168 : 100）（出典：資源エネルギー庁電力調査統計）を乗じて算出。

水銀濃度出典：「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」

２）再資源化又は最終処分された集塵機灰中の水銀量

電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、石油火力発電施設からの集塵機灰の発生量及び水銀含有量は表 2.9.2 のとおりである。水銀濃度が不明のため、水銀量は推計できなかった。

表 2.9.2　【石油火力発電】再資源化又は最終処分された集塵機灰中の水銀量（2019FY）

	集塵機灰発生・再資源化・処分量		集塵機灰の水銀濃度（mg/kg）	集塵機灰中の水銀量（t-Hg）
	電気事業連合会データ（t）	拡大推計（t）		
発生量	5,822	9,765	不明	不明
うち再資源化量	5,461	9,160		不明
うち最終処分量	182	305		不明

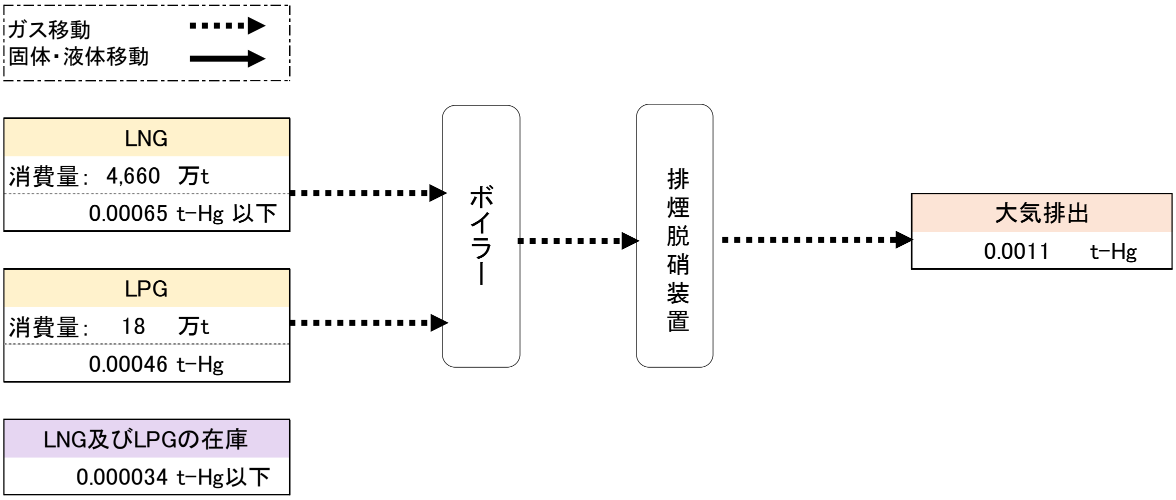
集塵機灰の発生量、再資源化量、処分量出典：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果。なお、拡大推計にあたっては発電量の比率（国内で石油火力発電を行っている 32 社の発電量と電気事業連合会会員企業の 11 社の発電量の比率（140 億 kWh：84 億 kWh＝168：100）（出典：資源エネルギー庁電力調査統計））を用いている。

３）水銀大気排出量

石油火力発電所からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において 0.0016 t-Hg と推計されている。

（２） LNG 火力発電所

LNG 火力発電所の水銀フローは図 2.9.2 のとおりである。



フロー：電気事業連合会に対するヒアリング調査結果をもとに作成

フロー内数値：電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、資源エネルギー庁電力調査統計のデータを用いて拡大推計。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.9.2 LNG 火力発電所の水銀フロー（2019FY）

１）投入された LNG 中の水銀量

電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査により得られた、2019 年度における LNG 火力発電所に投入された LNG 量を、会員企業の発電量と全国の発電量の比に基づき全国拡大推計し、水銀濃度を乗じて、投入 LNG 中の水銀量を表 2.9.3 のとおり 0.00065 t-Hg 以下と推計した。なお、電気事業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査によれば、LPG 投入量は 0 であるが、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」に基づく LPG 投入量を用いて、LPG 発電からの水銀大気排出量を推計しており、排出低減効率 0 のため、LPG 分の水銀投入量を追加した。

表 2.9.3 【LNG 火力発電】投入 LNG 中の水銀量（2019FY）

投入原料	投入量 （万 t）	水銀濃度 （mg/t）	投入 LNG 中水銀量 （t-Hg）
LNG	4,660	0.014 以下	0.00065 以下
LPG	18	2.5	0.00046

投入量出典：LNG 投入量は、令和３年度電気事業連合会に対するヒアリング調査結果 4,242.7 万 t に、LNG 火力発電を行っている 38 社の発電量と電気事業連合会会員企業の 11 社の発電量の比率（3,535 億 kWh : 3,218 億 kWh ＝110 : 100）（出典：資源エネルギー庁電力調査統計）を乗じて算出。LPG 投入量は資源エネルギー庁「電力調査統計」より。

LNG の水銀濃度出典：国内関連事業者に対する令和２年度ヒアリング調査結果（0.01 μg/Nm^3 以下）から、LNG の密度を 0.7 kg/Nm^3 として算出。

LPG の水銀濃度出典：水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）

２）水銀大気排出量

LNG 火力発電所からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において 0.0011 t-Hg と推計されている。

（３） 産業用ボイラー（石油及びガス）

１）投入された石油及びガス中の水銀量

産業用ボイラーへ投入された石油及びガス中の水銀量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、表 2.9.4 のとおり推計されている。

表 2.9.4 【産業用ボイラー（石油及びガス）】投入石油及びガス中の水銀量（2019FY）

施設の種類	燃料	活動量	水銀含有量	水銀量（t-Hg）
産業用ボイラー（石油系）	重油	2,854 ML/年	1 mg/t	0.0044
	原油	3 ML/年	2.6 mg/kL	
	ナフサ	3 ML/年	1 mg/t	
	灯油	74 ML/年	1 mg/t	
	軽油	0.7 ML/年	1 mg/t	
産業用ボイラー（ガス系）	LNG	597 千 t/年	0.014 mg/t	0.00074
	LPG	271 千 t/年	2.5 mg/t	
	天然ガス	384 MNm^3/年	0.01 μg/Nm^3	
	都市ガス	2,759 MNm^3/年	0.01 μg/Nm^3	
投入された水銀量合計				0.0051

注：密度は重油 0.88、ナフサ 0.6、灯油 0.8、軽油 0.8 として推計している。

２）公共用水域への水銀放出量及び排出物中の水銀量

産業用ボイラー（石油及びガス）からの公共用水域への水銀放出量及び排出物中の水銀量については、大気排出されなかった投入燃料中の水銀は公共用水域に放出されるか排出物に移行すると仮定し、公共用水域への放出及び排出物中の水銀量を表 2.9.5 のとおり推計した。

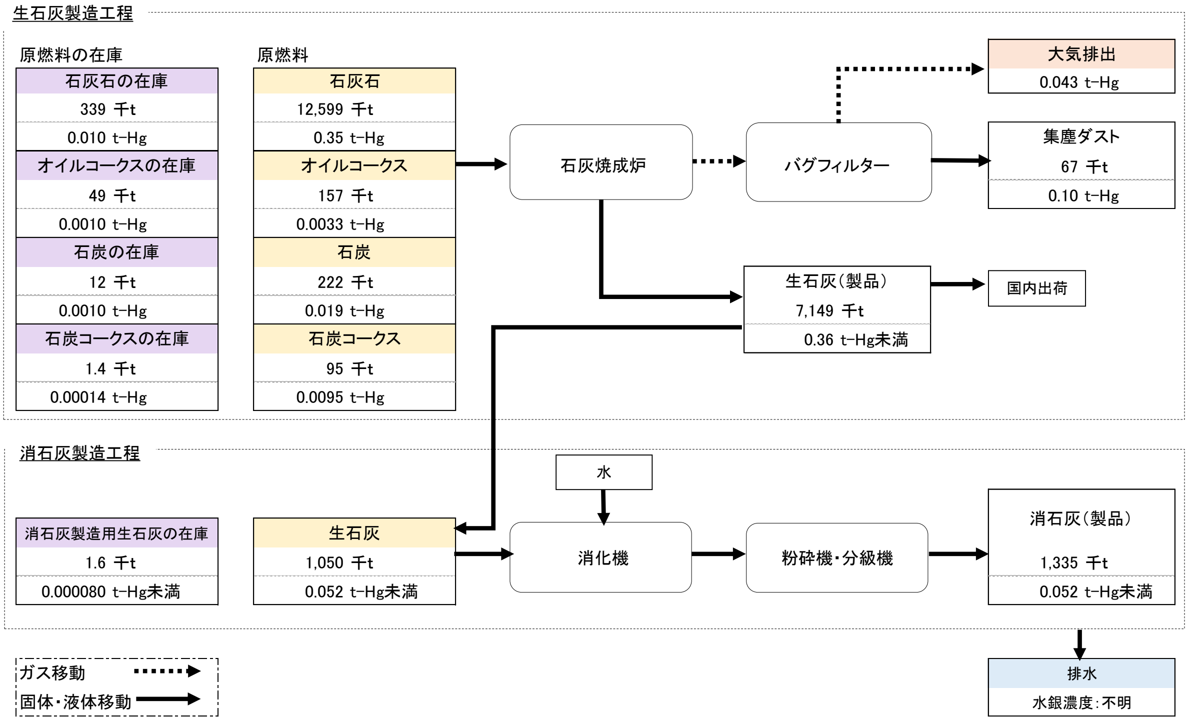
表 2.9.5 【産業用ボイラー（石油及びガス）】水銀大気排出量、公共用水域への放出量及び排出物中の水銀量（2019FY）

投入燃料	（a）投入燃料中水銀量（t-Hg）	（b）水銀大気排出量（t-Hg）	公共用水域への放出量及び排出物中の水銀量（（a）-（b））（t-Hg）
石油	0.0044	0.0022	0.0022
ガス	0.00074	0.00074	0
合計	0.0051	0.0029	0.0022

投入燃料中水銀量出典：表 2.9.4 に示される水銀量
水銀大気排出量出典：水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）の推計結果

2.10 石灰製品製造施設

石灰製品製造施設の水銀フローは図 2.10.1 のとおりである。



フロー：日本石灰協会に対する令和２年度ヒアリング調査結果をもとに作成

フロー内数値：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づく全国拡大推計値。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.10.1　石灰製品製造施設の水銀フロー（2019FY）

（１）生石灰製造

１）原燃料中の水銀量

日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の生石灰生産量に対する国内全体の生産量[12]の比を乗じて原燃料の投入量を拡大推計し、ヒアリング調査結果及び既存文献で得られた各原燃料の水銀濃度を乗じて、2019 年度における生石灰製造工程に投入された原料中の水銀量及び年度末在庫の原料中の水銀量を表 2.10.1 及び表 2.10.2 のように推計した。

表 2.10.1　【生石灰製造】投入された原燃料中の水銀量（2019FY）

原燃料	投入量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
石灰石	12,599	0.028	0.35
オイルコークス	157	0.021	0.0033
石炭（乾炭）	222	0.084	0.019

[12] 経済産業省生産動態統計年報　化学工業統計編における「生石灰生産量」

原燃料	投入量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
石炭コークス	95	0.10	0.0095
合計			0.38

原燃料の投入量出典：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の製品生産量に対する国内全体の製品生産量（経済産業省生産動態統計年報（化学工業統計編）の比を乗じて拡大推計した結果。なお、一部の事業者の石炭投入量が湿炭であったため、資源エネルギー庁電力調査統計の石炭消費量の湿炭：乾炭の比率を乗じて石炭投入量（乾炭）を換算している。なお、石炭には微粉炭も含む。

水銀濃度出典：石灰石、オイルコークス、石炭は日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果。石炭コークスは、水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について（第一次答申）参考資料２「水銀大気排出実態調査の結果」29 ページ https://www.env.go.jp/press/102627.html　ただし、コークス中水銀含有量データについては、非鉄金属製造に用いられるコークスであるため、石灰製品製造に用いられるコークスと性状が異なる可能性がある。

表 2.10.2　【生石灰製造】年度末在庫の原料中の水銀量（2019FY）

原燃料	在庫量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
石灰石	339	0.028	0.010
オイルコークス	49	0.021	0.0010
石炭（乾炭）	12	0.084	0.0010
石炭コークス	1.4	0.10	0.00014
合計			0.012

年度末在庫量出典：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の製品生産量に対する国内全体の製品生産量（経済産業省生産動態統計年報（化学工業統計編））の比を乗じて拡大推計した結果。なお、一部の事業者の石炭投入量が湿炭であったため、資源エネルギー庁電力調査統計の石炭消費量の湿炭：乾炭の比率を乗じて石炭投入量（乾炭）を換算している。なお、石炭には微粉炭も含む。

水銀濃度出典：石灰石、オイルコークス、石炭は日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果。石炭コークスは、水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について（第一次答申）参考資料２「水銀大気排出実態調査の結果」29 ページ https://www.env.go.jp/press/102627.html　ただし、コークス中水銀含有量データについては、非鉄金属製造に用いられるコークスであるため、石灰製品製造に用いられるコークスと性状が異なる可能性がある。

２）生石灰製品中の水銀量

国内全体の生石灰生産量に、日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査で得られた生石灰の水銀濃度を乗じて、2019 年度における生石灰製品中の水銀量を表 2.10.3 のように推計した。

表 2.10.3　【生石灰製造】生石灰製品中の水銀量（2019FY）

製品	生産量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
生石灰	7,149	0.05 未満	0.36 未満

生石灰生産量出典：経済産業省生産動態統計（化学工業統計編）

水銀濃度出典：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果

３）排出物中の水銀量

日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の生石灰生産量に対する国内全体の生産量の比を乗じて排出物の排出量を拡大推計し、ヒアリング調査で得られた集塵機ダストの水銀濃度を乗じて、2019 年度における集塵機ダスト中の水銀量を表 2.10.4 のように推計した。

表 2.10.4 【生石灰製造】排出物中の水銀量（2019FY）

排出物	排出量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
集塵機ダスト （バグフィルター由来）	67	1.56	0.10

排出量出典：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の製品生産量に対する、国内全体の製品生産量（経済産業省生産動態統計年報（化学工業統計編））の比を乗じて拡大推計した結果

水銀濃度出典：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果

４）水銀大気排出量

石灰製造施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、石灰製品用途への石灰石出荷量（10,075 千 t）に 2019 年度に国内２施設で実施した水銀大気排出実測調査を踏まえて得られた総括排出係数を乗じて、0.043 t-Hg と推計されている。

（２）消石灰製造

１）投入された生石灰中の水銀量

日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の消石灰生産量に対する国内全体の生産量[13]の比を乗じて生石灰の投入量及び年度末在庫量を拡大推計し、ヒアリング調査で得られた生石灰の水銀濃度を乗じて、2019 年度における消石灰製造工程に投入された生石灰中の水銀量及び在庫の生石灰中の水銀量を表 2.10.5 及び表 2.10.6 のように推計した。

表 2.10.5 【消石灰製造】消石灰製造工程に投入された中の水銀量（2019FY）

	投入量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
生石灰	1,050	0.05 未満	0.052 未満

原料の投入量出典：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の製品生産量に対する国内全体の製品生産量（経済産業省生産動態統計年報（化学工業統計編））の比を乗じて拡大推計した結果。

水銀濃度出典：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果

[13] 経済産業省生産動態統計年報　化学工業統計編における「消石灰生産量」

表 2.10.6　【消石灰製造】消石灰製造工程投入用生石灰の年度末在庫中の水銀量（2019FY）

	在庫量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
生石灰	1.6	0.05 未満	0.000080 未満

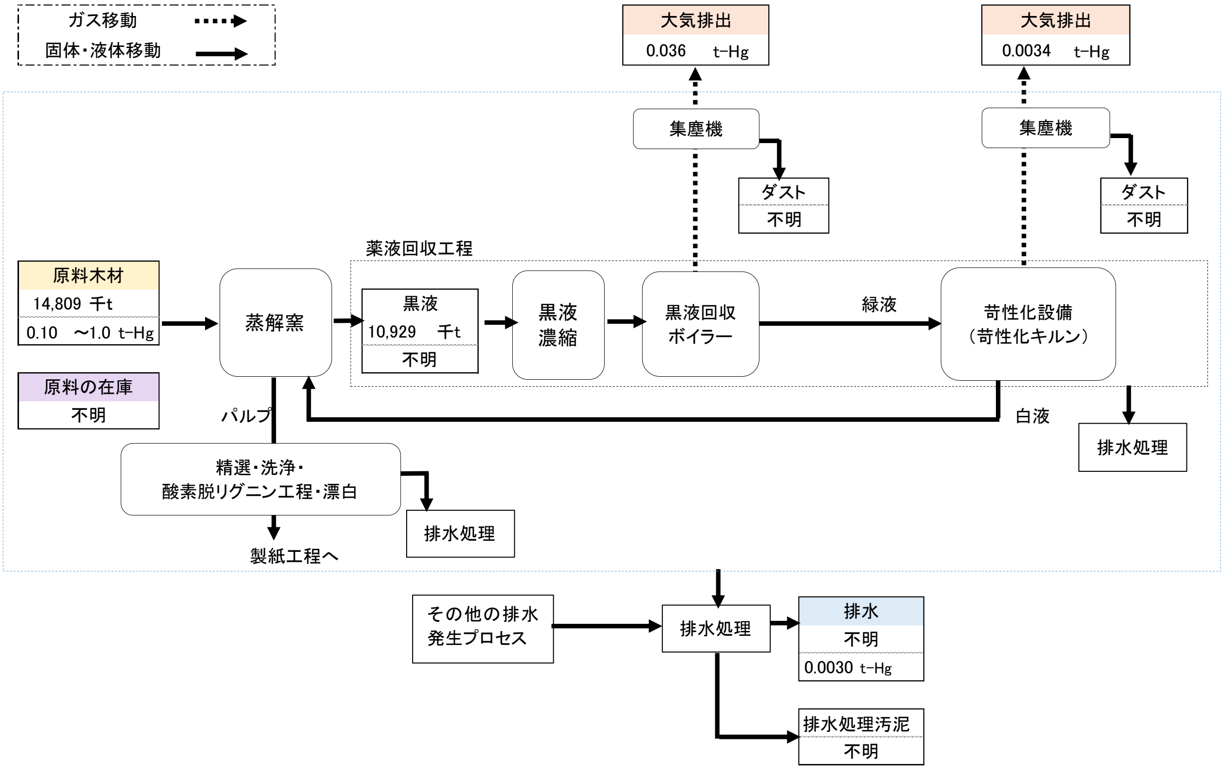
年度末在庫量出典：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の製品生産量に対する国内全体の製品生産量（経済産業省生産動態統計年報（化学工業統計編））の比を乗じて拡大推計した結果。
水銀濃度出典：日本石灰協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果

２）消石灰製品中の水銀量

経済産業省生産動態統計年報（化学工業統計編）によると、2019 年度における消石灰製品の生産量は 1,335 千トンである。消石灰製造工程に投入されるのは、生石灰と水のみであり、インプットされた生石灰中の水銀量はすべて製品に移行することが推定されるため、マテリアルフローでは 0.052t-Hg 未満とする。

2.11　パルプ・製紙製造施設

パルプ・製紙製造施設の水銀フローは図 2.11.1 のとおりである。



フロー：日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査をもとに作成

フロー内数値：日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果及び UNEP ツールキットに示される原料木材中水銀濃度を踏まえた推計値。排水中水銀量は 2019 年度の PRTR データ。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.11.1　パルプ・製紙製造施設の水銀フロー（2019FY）

１）投入された原料木材中の水銀量

日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、2019 年度におけるパルプ・製紙製造工程に投入された原料木材量は表 2.11.1 のとおりである。UNEP ツールキット（Version1.7）のレポート[14]では、パルプ・製紙製造における原料木材の水銀濃度として 0.007～0.07 g/t が示されている。原料木材投入量にこの水銀濃度を乗じて、投入された原料木材中に含まれる水銀量を 0.10～1.0 t-Hg と推計した。

表 2.11.1　【パルプ・製紙製造】投入された原料木材中の水銀量（2019FY）

投入量（千 BDt）	水銀濃度（g/t）	投入された原料木材中の水銀量（t-Hg）
14,809	0.007~0.070	0.10～1.0

投入量出典：日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

[14] UNEP Mercury Inventory Toolkit Level 2　（Version 1.7）
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30684/HgTlktRef.pdf?sequence=1&isAllowed=y

水銀濃度出典：UNEP ツールキット（Version1.7）のレポート
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30684/HgTlktRef.pdf?sequence=1&isAllowed=y

２）黒液中の水銀量

日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、薬液回収工程の黒液回収ボイラーに投入される黒液量は表 2.11.2 のとおりである。水銀濃度が不明のため、水銀量は推計できなかった。

表 2.11.2 【パルプ・製紙製造】投入された黒液中の水銀量（2019FY）

投入量（千 BDt）	水銀濃度（mg/kg）	黒液中の水銀量（t-Hg）
10,929	不明	不明

投入量出典：日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

３）水銀大気排出量

パルプ・製紙製造施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において 0.040 t-Hg と推計されている。

４）公共用水域への水銀放出量

2019 年度の PRTR データによれば、「パルプ・紙・紙加工品製造業」から報告された水銀及びその化合物の公共用水域への届出排出量は、3 kg-Hg （＝0.0030 t-Hg）であった。

５）排出物中の水銀量（参考）

投入された原料木材中の水銀量のうち、大気排出及び水放出されなかった量は全て排出物（ダスト、排水処理汚泥）へ移行すると仮定して、パルプ・製紙製造施設からの排出物に含まれる水銀量を算出した。

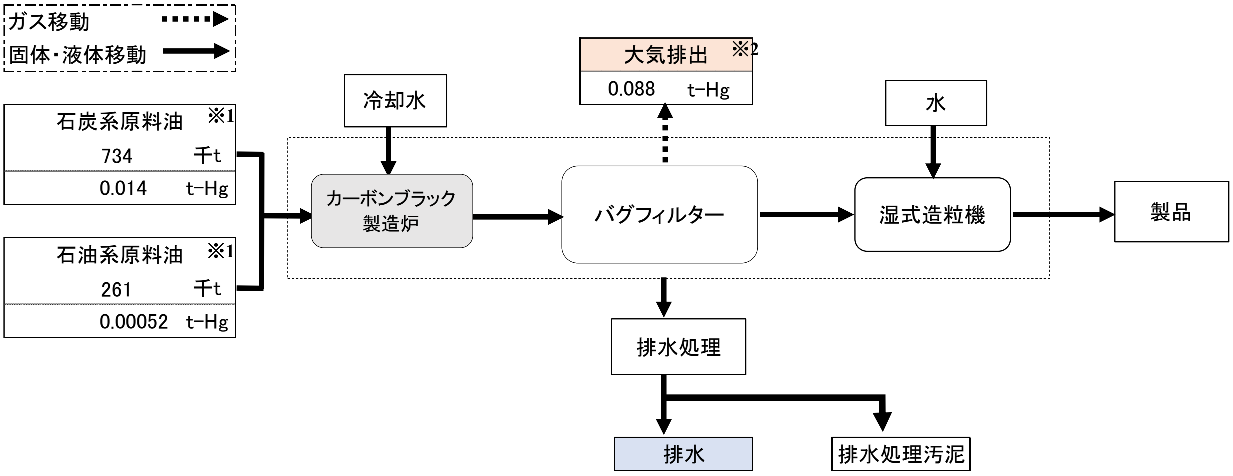
表 2.11.3 【パルプ・製紙製造】排出物中の水銀量（2019FY）（参考）

投入された原料木材中の水銀量注（t-Hg）	大気排出量（t-Hg）	水放出量（t-Hg）	排出物中の水銀量（t-Hg）
0.10～1.0	0.040	0.0030	0.061～0.99

注：排出物中の水銀量の推計には有効数字３桁以上の数値を使用している。
投入された原料木材中の水銀量出典：日本製紙連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果に UNEP ツールキット（Version1.7）のパルプ・製紙製造における原料木材の水銀濃度を乗じて算出
大気排出量出典：水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）
水放出量出典：2019 年度の PRTR データ

2.12 カーボンブラック製造施設

カーボンブラック製造施設の水銀フローは図 2.12.1 のとおりである。



フロー：カーボンブラック協会に対する令和３年度ヒアリング調査をもとに作成

※1 カーボンブラック協会及び会員企業に対する令和４年度及び令和５年度ヒアリング調査結果及び環境省令和４年度実測調査結果に基づく推計値。

※2 「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。2019 年（暦年）のカーボンブラック生産量（587,423t）に米国の総括排出係数（0.15g/t）[15]を乗じて推計。なお、カーボンブラック製造炉に投入される水銀量と大気へ排出される水銀量に乖離が見られることから、大気排出量の精緻化について実測調査等により検討を行う。

図 2.12.1 カーボンブラック製造施設の水銀フロー（2019FY）

１）カーボンブラック製造炉へ投入された原料油中の水銀量

令和４年度及び令和５年度カーボンブラック協会及び会員企業に対するヒアリング調査結果（原料油使用量、使用比率、歩留まり、国内生産量のシェア）から推計した原料油投入量に、環境省令和４年度実測調査で得られた水銀濃度を乗じて 2019 年度におけるカーボンブラック製造炉へ投入された原料油中の水銀量を表 2.12.1 のように推計した。

表 2.12.1 【カーボンブラック製造】炉へ投入された原料油中の水銀量（2019FY）

原料油	投入量 （千 t）	水銀濃度 (mg/kg)	投入油中水銀量 (t-Hg)
石炭系原料油	734	0.020	0.014
石油系原料油	261	0.0020	0.00052
		合計	0.015

原料油投入量の出典：環境省令和４年度及び令和５年度カーボンブラック協会及び会員企業に対するヒアリング調査結果（原料油使用量、使用比率、歩留まり、国内生産量シェア）から原料油投入量を推計。

原料油の水銀濃度出典：環境省令和４年度実測調査結果

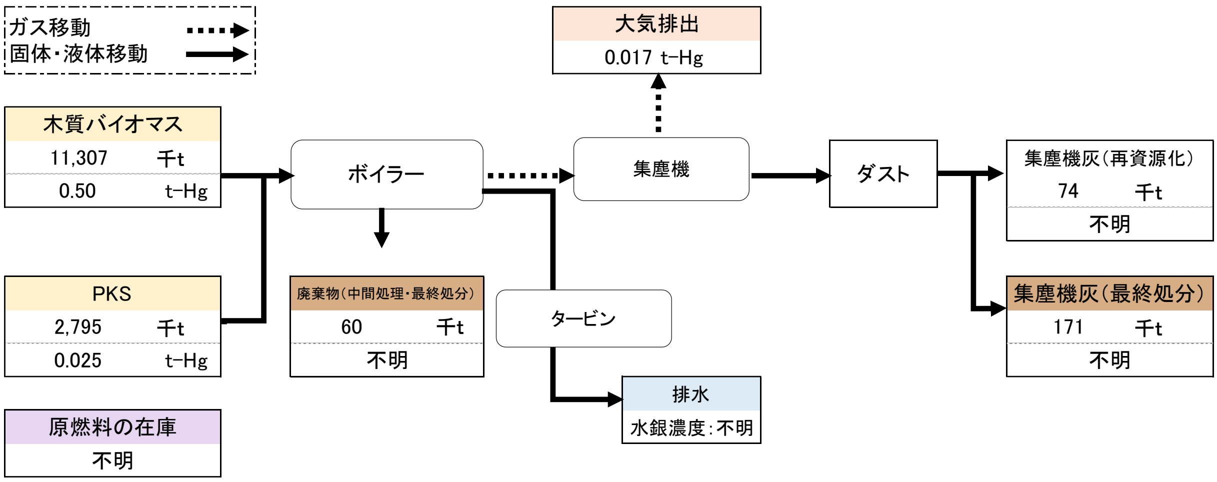
[15] US-EPA, Locating and Estimating Air Emission from Sources of Mercury and Mercury Compounds, EPA 454/R-97-012, 1993.

２）水銀大気排出量

カーボンブラック製造施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において 0.088 t-Hg と推計されている。なお、この大気排出量は、2019 年（暦年）のカーボンブラック生産量（587,423t）に米国の総括排出係数（0.15g/t）を乗じて推計されていることに注意が必要である。

2.13 バイオマス燃焼を用いた電力・熱供給施設

バイオマス燃焼を用いた電力・熱供給施設の水銀フローは図 2.13.1 のとおりである。



フロー：平成 30 年度水銀大気排出抑制対策調査業務におけるヒアリング調査及び国内事業者に対する令和 3 年度ヒアリング調査をもとに作成

フロー内数値：国内事業者に対する令和 3 年度ヒアリング調査結果、林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査（令和元年）」及び既存文献に基づく推計値。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.13.1 バイオマス燃焼を用いた電力・熱供給施設の水銀フロー（2019FY）

1）投入物中の水銀量

林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査（令和元年）」によれば、2019 年におけるバイオマス燃焼を用いた電力・熱供給工程に投入された木質バイオマス量は表 2.13.1 のとおりである。また、貿易統計によれば、PKS（パーム油かす及びパーム核油かす、雁皮並びにナット（殻を含むものとし、粉砕してあるか否かを問わない）及び種[16]）の輸入量は 2,795 千 t であり、輸入された PKS の全量がバイオマス燃焼を用いた電力・熱供給施設へ投入されると仮定した。木質バイオマスの大気汚染防止法の届出データの燃料のうち、木くず及びリサイクル材を建築廃材廃棄物とみなし、それらの水銀濃度の平均値とその他の木質バイオマスの水銀濃度の平均値に、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会の燃料材需給動向調査から得られた国内全体の燃料調達量中の建築廃材廃棄物の割合を用いて重みづけをし、国内のバイオマス燃焼ボイラーに投入される木質バイオマスの水銀濃度 0.044 g/t を算出した。また、日下部ら（2021）[17]によると、PKS の水銀濃度平均値として 0.0090 g/t が示されている。投入量にこれらの水銀濃度を乗じて、投入された木質バイオマス中に含まれる水銀量を 0.50 t-Hg、PKS 中に含まれる水銀量を 0.025 t-Hg と推計した。

[16] 関税品目コード 2306.60.000 及び 1404.90.200

[17] 日下部武敏、高岡昌輝「水銀大気排出抑制技術の動向」（2021）廃棄物資源循環学会誌

表 2.13.1 【バイオマス発電・熱】投入された木質バイオマス及び PKS 中の水銀量（2019FY）

投入物	投入量（千 t）	水銀濃度（g/t）	投入されたバイオマス中の水銀量（t-Hg）
木質バイオマス	11,307	0.044	0.50
PKS	2,795	0.0090	0.025

木質バイオマスの投入量出典：林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査（令和元年)」から、事業所内で利用した木質バイオマスの合計値（木材チップ、木質ペレット、まき、木粉（おが粉)、その他）を使用。ここには PKS は含まれていない。

PKS の投入量出典 : 財務省　貿易統計（HS コード 230660000（パーム油かす及びパーム核油かす)）及び 140490200（雁皮並びにナット（殻を含むものとし、粉砕してあるかないかを問わない）及び種）

木質バイオマスの水銀濃度出典：木質バイオマスの大気汚染防止法の届出データの燃料のうち、木くず及びリサイクル材を建築廃材廃棄物と見なし、それらの水銀濃度の平均値とその他の木質バイオマスの水銀濃度の平均値に、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会の燃料材需給動向調査（https://jwba.or.jp/project-report/fuelwood-demand-survey/）から得られた国内全体の燃料調達量中の建築廃材廃棄物の割合を用いて重みづけをし、国内のバイオマス燃焼ボイラーに投入される木質バイオマスの水銀濃度を算出した。

PKS の水銀濃度出典：日下部武敏、高岡昌輝「水銀大気排出抑制技術の動向」（2021）廃棄物資源循環学会誌

２）燃え殻中の水銀量

国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の木質バイオマス及び PKS 投入量に対する国内全体の木質バイオマス及び PKS 投入量の比率を乗じて拡大推計した結果、2019 年度におけるバイオマス燃焼を用いた電力・熱供給事業者から発生する燃え殻の発生量は表 2.13.2 のとおりである。

表 2.13.2 【バイオマス発電・熱】燃え殻中の水銀量（2019FY）

	発生量（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）	処理方法
燃え殻	60	不明	不明	中間処理・最終処分

燃え殻の発生量出典：国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の木質バイオマス及び PKS 投入量に対する国内全体の木質バイオマス及び PKS 投入量の比率を乗じて拡大推計した結果

３）再資源化又は最終処分された集塵機灰中の水銀量

国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の木質バイオマス及び PKS 投入量に対する国内全体の木質バイオマス及び PKS 投入量の比率を乗じて拡大推計した結果、2019 年度におけるバイオマス燃焼を用いた電力・熱供給事業者から発生する集塵機灰の発生量、再資源化量、最終処分量は表 2.13.3 のとおりである。

表 2.13.3 【バイオマス発電・熱】再資源化又は最終処分された集塵機灰中の水銀量（2019FY）

	集塵機灰（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
発生量	245	不明	不明

		集塵機灰（千 t）	水銀濃度（mg/kg）	水銀量（t-Hg）
	うち再資源化量	74		不明
	うち最終処分量	171		不明

集塵機灰の発生量、再資源化量、最終処分量出典 : 国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果をもとに、ヒアリング調査対象者の木質バイオマス及び PKS 投入量に対する国内全体の木質バイオマス及び PKS 投入量の比率を乗じて拡大推計した結果

４）水銀大気排出量

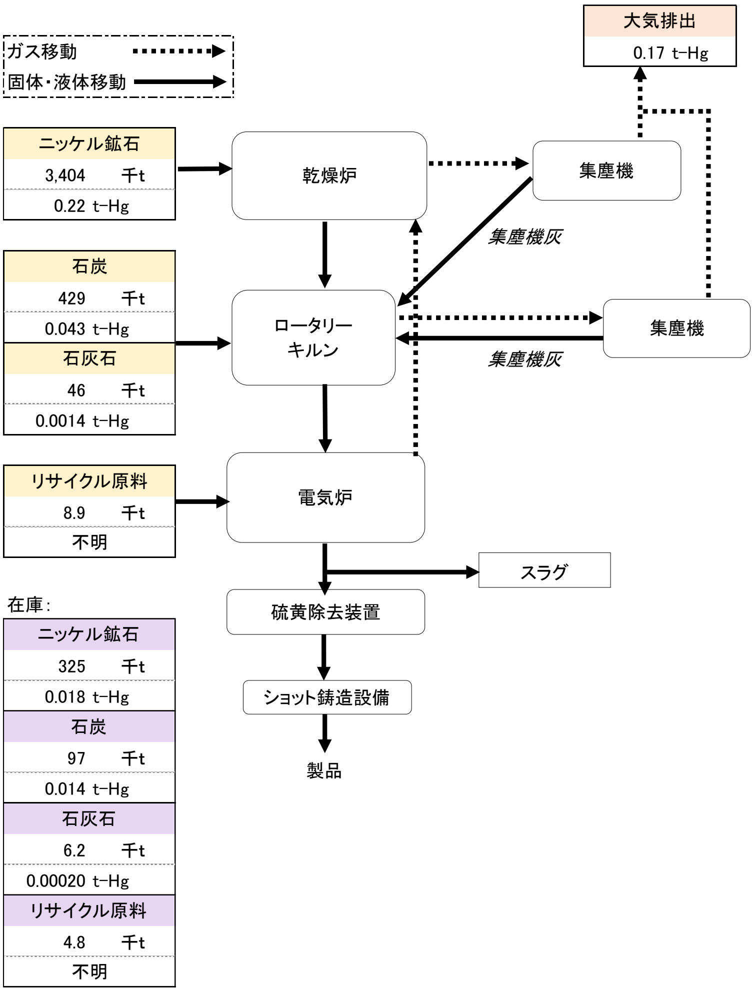
バイオマス燃焼を用いた電力・熱供給施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において 0.017 t-Hg と推計されている。ただし、PKS 分は考慮されていないことに留意が必要である。この推計は、年間のバイオマス燃料使用量に排出係数を乗じることで算出されており、バイオマス燃料使用量は林野庁作成の「木質バイオマスエネルギー利用動向調査（令和元年）」から事業所内で利用した木質バイオマス（木材チップ、木質ペレット、まき、木粉（おが粉）、その他）の合計値[18]を、排出係数は 2018 年度に環境省が国内のバイオマス燃焼施設 2 施設で実施した水銀大気排出実測調査を踏まえて得られたものを用いている。

[18] マテリアルフローとの整合を取るため、2020 年度からはバイオマス燃料使用量として木質バイオマス使用量だけでなく PKS 使用量として財務省貿易統計（HS コード 230660000（パーム油かす及びパーム核油かす））及び 140490200（雁皮並びにナット（殻を含むものとし、粉砕してあるかないかを問わない）及び種）も合算している。

2.14 フェロアロイ製造施設

（１） フェロニッケル製造施設

フェロニッケル製造施設の水銀フローは図 2.14.1 のとおりである。



フロー：日本鉱業協会に対するヒアリング調査結果をもとに作成

フロー内数値：日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.14.1 フェロニッケル製造施設の水銀フロー（一例）（2019FY）

１）原料中の水銀量

日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、2019 年度におけるフェロニッケル製造工程に投入された原料中の水銀量及び在庫の原料中の水銀量は表 2.14.1 及び表 2.14.2 のとおりである。

表 2.14.1 【フェロニッケル製造】投入された原料中の水銀量（2019FY）

投入された原料	投入量（千 t）	水銀濃度（g/t）	水銀量（t-Hg）
ニッケル鉱石	3,404	0.064	0.22
石炭	429	0.099	0.043

投入された原料	投入量（千 t）	水銀濃度（g/t）	水銀量（t-Hg）
石灰石	46	0.032	0.0014
リサイクル原料	8.9	不明	不明
合計			0.26

原料投入量出典：日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果

ニッケル鉱石の水銀濃度出典：日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき個別に推計した原料中水銀量の合計を原料投入量の合計で割り戻して算出

石炭の水銀濃度出典：日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき個別に推計した原料中水銀量（水銀濃度が不明な場合は電気事業連合会に対するヒアリング調査結果で把握した石炭の水銀濃度を使用）の合計を原料投入量の合計で割り戻して算出。なお、一部の事業者の石炭投入量が湿炭であったため、資源エネルギー庁電力調査統計の石炭消費量の湿炭：乾炭の比率を乗じて石炭投入量（乾炭）に換算している。

石灰石の水銀濃度出典：日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき個別に推計した原料中水銀量（水銀濃度が不明な場合は「水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について（第一次答申）」の石灰石の水銀濃度を使用）の合計を原料投入量の合計で割り戻して算出

表 2.14.2　【フェロニッケル製造】年度末在庫の原料中の水銀量（2019FY）

原料	在庫量（千 t）	水銀濃度（g/t）	水銀量（t-Hg）
ニッケル鉱石	325	0.056	0.018
石炭	97	0.15	0.014
石灰石	6.2	0.032	0.00020
リサイクル原料	4.8	不明	不明
合計	434		0.033

年度末在庫量出典：日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果

ニッケル鉱石中水銀濃度出典：日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき個別に推計した原料在庫中水銀量の合計を原料在庫量の合計で割り戻して算出

石炭の水銀濃度出典：日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき個別に推計した原料在庫中水銀量（水銀濃度が不明な場合は電気事業連合会に対するヒアリング調査結果で把握した石炭の水銀濃度を使用）の合計を原料在庫量の合計で割り戻して算出。なお、一部の事業者の石炭在庫量が湿炭であったため、資源エネルギー庁電力調査統計の石炭消費量の湿炭：乾炭の比率を乗じて石炭在庫量（乾炭）に換算している。

石灰石の水銀濃度出典：日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき個別に推計した原料在庫中水銀量（水銀濃度が不明な場合は「水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について（第一次答申）」の石灰石の水銀濃度を使用）の合計を原料在庫量の合計で割り戻して算出

２）水銀大気排出量

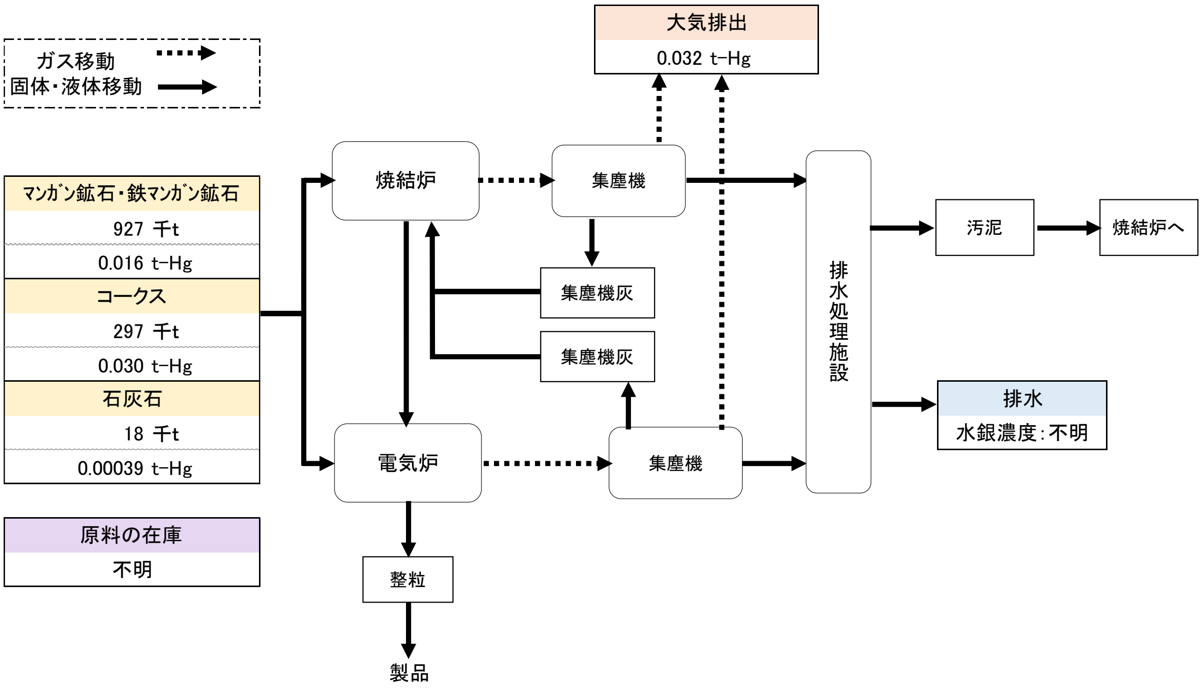
フェロニッケル製造施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、水銀大気排出実測調査（2018 年度及び 2019 年度）結果に基づき算出した排出係数に、全国製品製造量（329 千 t）を乗じ、0.17 t-Hg と推計されている。

３）水への水銀放出量

日本鉱業協会会員企業に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、フェロニッケル製造施設からの排水中の水銀量は、「定量下限値未満であることを確認している」が、排水量不明のため、「0（排水あり）」とした。

（２） フェロマンガン製造施設

フェロマンガン製造施設の水銀フローは図 2.14.2 のとおりである。



廃棄物：全量リサイクルのため、固形廃棄物は系外に出ない。

フロー：令和元年度水銀大気排出抑制対策調査業務報告書及び令和３年度日本フェロアロイ協会に対するヒアリング調査結果をもとに作成

フロー内数値：日本フェロアロイ協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果及び既存文献に基づく推計値。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 2.14.2　フェロマンガン製造施設の水銀フロー（2019FY）

１）投入された原燃料中の水銀量

日本フェロアロイ協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき、2019 年度におけるフェロマンガン製造工程に投入された原燃料に含まれる水銀量を表 2.14.3 のように推計した。

表 2.14.3　【フェロマンガン製造】投入された原燃料に含まれる水銀量（2019FY）

投入原燃料	投入量（千 t）	水銀濃度（g/t）	水銀量（t-Hg）
マンガン鉱石・鉄マンガン鉱石	927	0.017	0.016
コークス	297	0.10	0.030
石灰石	18	0.022	0.00039

原燃料の投入量出典：日本フェロアロイ協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

マンガン鉱石・鉄マンガン鉱石の水銀濃度出典：令和元年度水銀大気排出抑制対策調査業務報告書

コークスの水銀濃度及び石灰石の水銀濃度出典：水銀に関する水俣条約を踏まえた水銀大気排出対策の実施について（第一次答申）参考資料２「水銀大気排出実態調査の結果」29 ページ https://www.env.go.jp/press/102627.html　ただし、コークス中水銀含有量データについては、非鉄金属製造に用いられるコークスであるため、フェロマンガン製造に用いられるコークスと性状が異なる可能性がある。

２）水銀大気排出量

フェロマンガン製造施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、水銀大気排出実測調査（2018 年度及び 2019 年度）結果に基づく排出係数に、全国製品製造量（463 千 t）を乗じ、0.032 t- Hg と推計されている。

３）水への水銀放出量

日本フェロアロイ協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、フェロマンガン製造施設からの排水中の水銀量は、「排水：2019 年度の排水量は年間 2,480,000m^3 である。排水の水銀濃度についてはデータなし」のため、「不明（排水あり）」とした。

3.　水銀の回収及び精製・販売に関するフロー

3.1　廃棄物及び水銀含有再生資源からの水銀回収

廃棄物及び水銀含有再生資源からの水銀回収量は、水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査結果によれば表 3.1.1 のとおりである。廃棄物及び水銀含有再生資源からの水銀回収量は、計 58,694 kg-Hg（≒59 t-Hg）である。

表 3.1.1　廃棄物及び水銀含有再生資源からの水銀回収量（2019FY）

種類		水銀回収量（kg-Hg）	備考
(1) 廃製品	産業廃棄物	3,860	
	一般廃棄物	877	
（2）廃金属水銀		11,995 （輸入廃棄物分：268）	
（3）汚泥・廃液		10,524 （輸入廃棄物分：4,544）	
（4）非鉄金属製錬スラッジ		31,157	３か年平均値 （2018FY～2020FY）
（5）その他	歯科用アマルガム	280	廃棄物及び水銀含有再生資源
	酸化銀電池	1	水銀含有再生資源
合計（kg-Hg）		58,694 （輸入廃棄物分：4,812）	
合計（t-Hg）		59 （輸入廃棄物分：4.8）	

注：水銀回収量の一部は、中間処理量の割合で推計している。

（１）　廃製品（産業廃棄物及び一般廃棄物）

水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査結果によれば、水銀回収を目的とした廃製品の処理量及び水銀回収量は表 3.1.2 のとおりである。廃製品からの水銀回収量は合計で 4,737 kg-Hg　（≒4.7 t-Hg）である。

表 3.1.2　廃製品の処理量及び水銀回収量（2019FY）

水銀使用製品	産業廃棄物		一般廃棄物	
	中間処理量（kg）	水銀回収量（kg-Hg）	中間処理量（kg）	水銀回収量（kg-Hg）
乾電池	2,036,606	40	13,527,345	270
ボタン型電池	64,795	65	499	0.5
蛍光ランプ（破砕分含む）	4,814,248	190	4,725,779	180

水銀使用製品	産業廃棄物		一般廃棄物	
	中間処理量（kg）	水銀回収量（kg-Hg）	中間処理量（kg）	水銀回収量（kg-Hg）
バックライト（冷陰極蛍光ランプ及び外部電極蛍光ランプ）	102,460	3	0	0
HID ランプ（水銀灯）	77,710	3	16	0
ランプ（各種混合）	175,885	20	323,222	36
医療用水銀体温計・工業用水銀温度計[19]	5,730	570	1,195	97
医療用水銀血圧計	20,702	1,020	5,906	290
スイッチ・リレー、マノメーター[20]	8,857	800	0	0
その他（整流器、水銀含有器具類）	22,657	1,150	39	3
合計（kg 表示）	7,329,650	3,860	18,584,001	877
合計（t 表示）	7,330	3.9	18,584	0.88

注：水銀回収処理には、焙焼、加熱処理、蒸留、金属水銀の抜き取り等を含む。
出典：水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査（一部、中間処理量の割合で水銀回収量を推計）

（２） 廃金属水銀

水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査結果によれば、廃金属水銀からの水銀回収量と、排出元の内訳は表 3.1.3 のとおりである。

表 3.1.3　廃金属水銀からの水銀回収量（2019FY）

種類	廃金属水銀の排出元	水銀回収量（kg-Hg）
廃金属水銀	企業	8,388
	大学・学校	979
	灯台	372
	病院	229
	廃棄物焼却施設	1,188
	その他	571

[19] ガラスの棒温度計の他、水銀充満式温度計、アスマン式乾湿計を含む。

[20] 水銀気圧計を含む。

種類	廃金属水銀の排出元	水銀回収量（kg-Hg）
	輸入廃棄物	268
合計（kg 表示）		11,995
合計（t 表示）		12

出典：水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査

（３） 汚泥・廃液

水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査結果によれば、廃製品以外の産業廃棄物では、汚泥・廃液について水銀回収処理が実施されている。汚泥・廃液の処理量及び水銀回収量は表 3.1.4 のとおりである。

表 3.1.4　汚泥・廃液の処理量及び水銀回収量（2019FY）

種類	処理量（t）	水銀回収量（t-Hg）
汚泥・廃液	2,900	11
（汚泥・廃液のうち輸入廃棄物）	（891）	（4.5）

出典：水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査

（４） 非鉄金属製錬スラッジ

非鉄金属製錬スラッジ（水銀含有再生資源）からの水銀回収量については、水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査結果（水銀回収側）及び日本鉱業協会（スラッジ排出側）のデータが表 3.1.5 のとおり把握されている。水銀回収量の年度によるばらつき等を考慮し、マテリアルフローでは水銀回収側の３か年平均値の 31 t-Hg を採用する。

表 3.1.5　非鉄金属製錬スラッジからの水銀回収量

出典	水銀回収量（t-Hg）注 1			
	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均値
水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査（水銀回収側。日本鉱業協会の会員分のみ）注 2	33	12	48	31
日本鉱業協会注 3（スラッジ排出側。日本鉱業協会の会員分のみ）	42	36	51	43

注１：排出側と回収側の水銀回収量の齟齬に関しては、排出される時期と処理される時期のずれや、処理量・水銀回収量の計上時期のずれが考えられる。

注２：2018～2020 年度において、日本鉱業協会非会員企業からの処理委託は無かった。

注３：日本鉱業協会の提供データは、非鉄金属製錬会社の事業所から処理委託された量に含まれる水銀量の推計値である。

（５） その他

１）歯科用アマルガム

水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査結果によれば、歯科用アマルガ

ムの処理量及び水銀回収量は表 3.1.6 のとおりである。なお、歯科用アマルガムには産業廃棄物として処理される量と、有価物（委託製錬）として処理される量の２種類が存在するが、どちらも全て水銀回収がなされている。

表 3.1.6　歯科用アマルガムの処理量及び水銀回収量（2019FY）

種類	区分	処理量	水銀回収量	
		（kg）	（kg-Hg）	（t-Hg）
歯科用アマルガム	産業廃棄物	268	130	0.13
	有価物（委託製錬）	221	150	0.15
合計		489	280	0.28

出典：水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査

２）酸化銀電池

水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査結果によれば、有価物（委託製錬）として処理される酸化銀電池の処理量及び水銀回収量は表 3.1.7 のとおりである。産業廃棄物としての酸化銀電池の処理量及び水銀回収量は表 3.1.2 の「ボタン電池」に含まれている。

表 3.1.7　有価物としての酸化銀電池の処理量及び水銀回収量（2019FY）

種類	区分	処理量	水銀回収量	
		（kg）	（kg-Hg）	（t-Hg）
酸化銀電池	有価物（委託製錬）	827	1	0.001

出典：水銀回収事業者に対する令和３年度及び４年度ヒアリング調査

3.2　水銀の精製・販売

平成 29 年（2017 年）8 月に水銀汚染防止法に基づく「水銀等[21]の貯蔵に関する報告」（以下、「水銀等の貯蔵に関する報告」という。）」が開始された。ただし、貯蔵した水銀等の最大量が 30 kg 以上である事業者の報告データのため、報告に基づく在庫量や移動量の推計値は最小値とみなした。2019 年度を対象とした報告によると、廃棄物及び水銀含有再生資源から回収されて国内市場へ出荷された水銀は 6.8 t-Hg 以上であった。国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によると、無機薬品（銀朱硫化水銀及び水銀化合物）の国内製造に用いられた水銀量は 0.69 t-Hg 以上であった。これらを踏まえ、水銀回収プロセスから水銀の精製・販売プロセスに移動した水銀量を 7.5 t-Hg 以上と推計した。また、水銀汚染防止法に基づく「水銀等の貯蔵に関する報告」によると、水銀使用製品製造、無機顔料製造、計量分析及び研究・調査等のために出荷された水銀量は 7.1 t-Hg 以上であった。上記の無機薬品製造量がそのまま販売されたと仮定し、水銀の精製・販売

[21] 当該報告制度における報告対象物質は、水銀、塩化第一水銀、酸化第二水銀、硫酸第二水銀、硝酸第二水銀及び硝酸第二水銀水和物、硫化水銀並びにそれらの混合物で濃度 95%以上のもの、辰砂である。本章においては水銀の報告値のみを推計に用いている。

プロセスから社会における水銀使用プロセスに移動した水銀量を 7.8 t-Hg 以上と推計した。なお、研究調査及び計量分析等で使用した水銀含有再生資源の委託を受けて精製し、排出元に戻した水銀量は 2.5 t-Hg 以上であった。

3.3　水銀の輸出

財務省貿易統計によれば、2018～2020 年度の水銀の輸出量は表 3.3.1 のとおりである。輸出量は年度によるばらつきが大きいことを考慮し、マテリアルフローでは３か年平均値を採用する。

表 3.3.1　水銀の輸出量（2018～2020FY）

項目	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
水銀の輸出量（kg-Hg）	39,075	24,974	22,091	28,713

出典：財務省 貿易統計

4.　社会における水銀使用に関するフロー

4.1　水銀等の輸入

（１）　水銀の輸入

財務省貿易統計によれば、2018～2020 年度の水銀の輸入量は表 4.1.1 のとおりである。水銀化合物については同統計において化合物の種別の輸入量内訳が把握されていないため、マテリアルフローには含めていない。輸入量は年度によるばらつきが大きいことを考慮し、マテリアルフローでは３か年平均値を採用する。

表 4.1.1　水銀の輸入量（2018～2020FY）

項目	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
水銀の輸入量（kg-Hg）	0	8	2,348	785

出典：財務省 貿易統計

（２）　水銀合金の輸入

日本照明工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、ランプの製造に使用される水銀合金の輸入量（2018～2020 年度、水銀相当量）は表 4.1.2 のとおりである。マテリアルフローでは 2019 年度の実績値である 145 kg-Hg（≒0.15 t-Hg）を採用する。

表 4.1.2　水銀合金の輸入量（水銀相当量）（2018～2020FY）

項目	2018 年度	2019 年度	2020 年度	３か年平均
水銀合金の輸入量（kg-Hg）（水銀相当量）	170	145	282	199

出典：日本照明工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

4.2　社会における水銀使用（水銀の利用）

水銀使用製品の製造・利用（製品製造、製品利用、製品廃棄）、（製品以外の）水銀の利用（計量分析、研究・調査、航路安全確保）を、「社会における水銀使用」として位置づけた。なお、水銀使用製品の廃棄は「3. 水銀の回収及び精製・販売に関するフロー」で詳述する。

4.2.1　水銀使用製品の製造

水銀使用製品の製造・輸入事業者及び事業者団体に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき把握・推計された、水銀使用製品の製造に用いた水銀量（以下、「製造製品中水銀量」と同じとみなす。）、及び輸出入された水銀使用製品に含まれる水銀量は表 4.2.1 のとおりである。国内製造された水銀使用製品中水銀量は 3.5 t-Hg、輸入製品中水銀量は 0.12 t-Hg、輸出製品中水銀量は 0.80 t-Hg である。なお、表中の数値はヒアリング調査結果に基づき把握・推計された量を示したものであり、必ずしも市場全体の量を反映したものではない。

表 4.2.1　国内製造・輸出入された水銀使用製品に含まれる水銀量（2019FY）

品目		製造 (t-Hg)	期間注1	輸入 (t-Hg)	輸出 (t-Hg)	期間注1
ボタン電池	アルカリボタン	0	2019CY	不明	0	2019CY
	酸化銀	0.060	2019CY	0	0.059	2019CY
	空気亜鉛	0.010	2019CY	0	0.0070	2019CY
乾電池（水銀使用）		0	2019CY	不明	0	2019CY
スイッチ・リレー		0.29	2019FY	不明	0.11	2019FY
ランプ	蛍光ランプ注2	0.44	2019FY	0.069	0.0033	2019FY
	HID ランプ	0.22	2019FY	0.049	0.11	2019FY
工業用計測器	ガラス製水銀温度計	0.071	2019FY	0.0033	0	2019FY
	真空計	0.015	2019FY	不明	不明	2019FY
医療用計測器	水銀体温計	0	2019FY	0	0	2019FY
	水銀血圧計	1.7	2019CY	0	0.51	2019CY
歯科用水銀		0	2019FY	0	0	2019FY
医薬品	チメロサール含有ワクチン	0.00034	2019FY	0	0	2019FY
	マーキュロクロム関連製品	0	2019FY	0	0	2019FY
無機薬品	銀朱硫化水銀	0.68	2019FY	不明	0	
	水銀化合物	0.015	2019FY	不明	0	
合計		3.5		0.12	0.80	

注１：データの期間は、2019 年度は「2019FY」、2019 暦年は「2019CY」としている。
注２：蛍光ランプには、冷陰極蛍光ランプ（バックライト）も含む。
注３：表中の数値は水銀使用製品の製造・輸出入事業者及び事業者団体に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき把握・推計された量を示したものであり、必ずしも市場全体の量を反映したものではない。
出典：水銀使用製品の製造・輸入事業者団体、及び個別事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果及び調査結果に基づく推計値

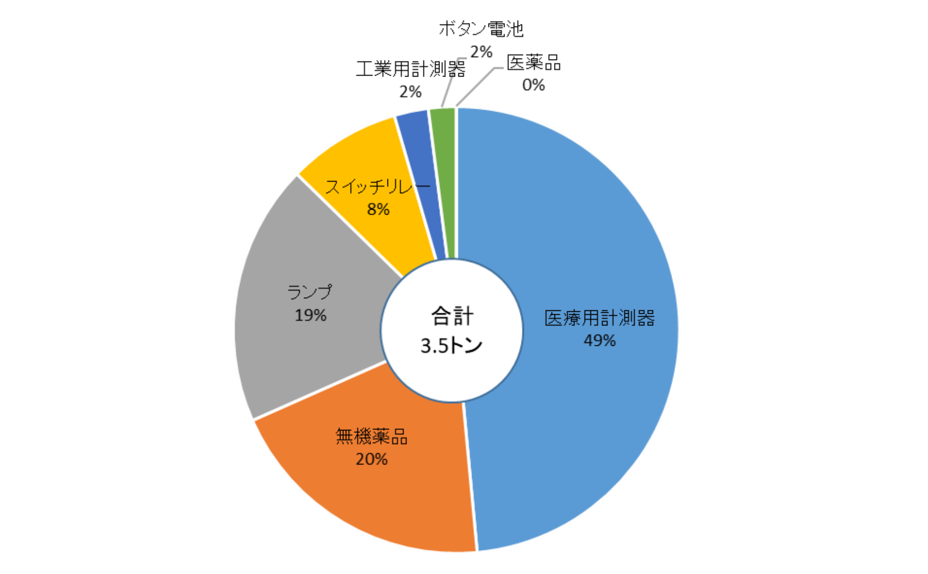
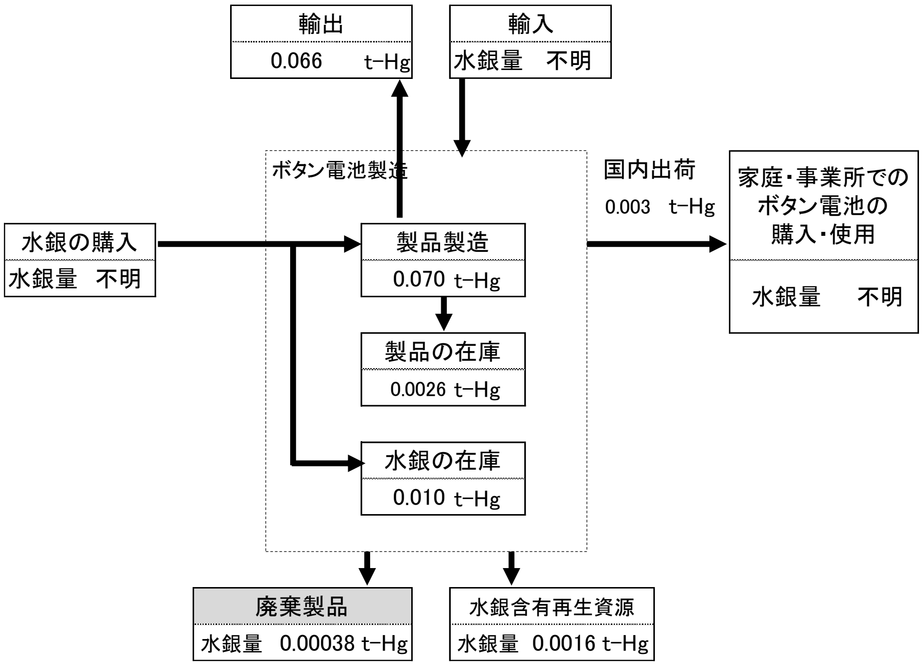


図 4.2.1　水銀使用製品の製造に用いられた水銀量の内訳（2019FY）

（1） ボタン電池

ボタン電池製造における水銀フローは図 4.2.2 のとおりである。



注）排ガス及び排水が発生するプロセスは存在しない。
フロー内数値：電池工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果。なお、廃棄製品及び水銀含有再生資源中の水銀量は、製造工程から発生する値である。

図 4.2.2 ボタン電池製造の水銀フロー（2019CY）

電池工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、電池工業会会員企業によるボタン電池の国内製造に用いられた水銀量（製造製品中水銀量）、及び輸出入されたボタン電池中の水銀量は表 4.2.2 のとおりである。なお、アルカリボタン電池については、電池工業会会員企業による輸入電池単体中水銀量が 0 t-Hg であることがヒアリング調査により把握されているが、電池工業会の会員以外による海外メーカーの電池単体の輸入、及び製品に組み込まれて輸入されるもの等も相当数あると考えられ、その実態も含めた全体の数値は不明である。したがって、輸入アルカリボタン電池中の水銀量は表 4.2.1 において「不明」とした。

表 4.2.2 国内製造・輸出入ボタン電池中の水銀量（2019CY、電池工業会の会員分のみ）

品目	製造製品中水銀量（t-Hg）	輸入製品中水銀量（t-Hg）	輸出製品中水銀量（t-Hg）
アルカリボタン電池	0	0	0
酸化銀電池	0.060	0	0.059
空気亜鉛電池	0.010	0	0.0070
合計	0.070	0	0.066

出典：電池工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

国内出荷されたボタン電池中の水銀量（国内出荷製品中水銀量）及びボタン電池の年度末在庫に含まれる水銀量（年度末在庫製品中水銀量）は表 4.2.3 のとおりである。

表 4.2.3　国内出荷・年度末在庫ボタン電池中の水銀量
（2019CY、電池工業会会員分のみ）

品目	国内出荷製品中水銀量（t-Hg）	年度末在庫製品中水銀量（t-Hg）
アルカリボタン電池	0	0
酸化銀電池	0	0.0024
空気亜鉛電池	0.003	0.0002
合計	0.003	0.0026

出典：電池工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

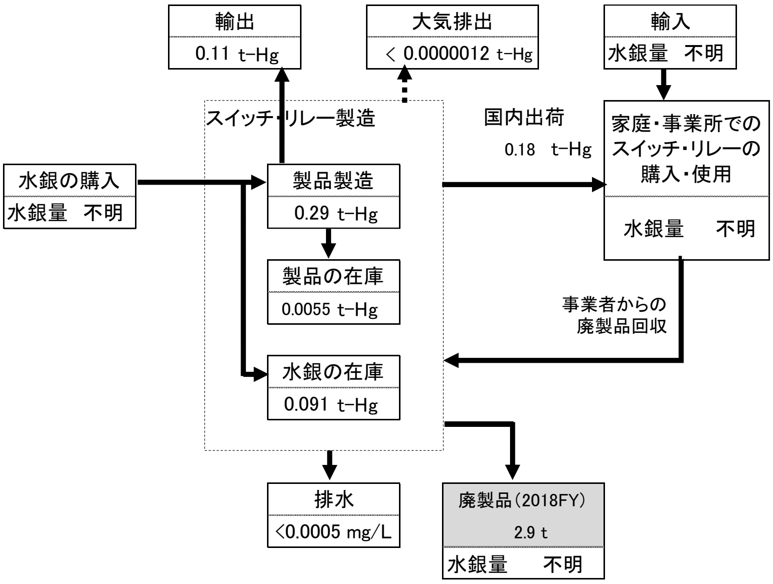
また、電池工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、2019 年度の電池工業会会員企業によるボタン電池の国内製造に使用される金属水銀の年度末在庫量は 0.010 t-Hg であった。

（２） 乾電池

国内で生産される乾電池は完全に無水銀化されているため、乾電池の国内製造に用いられた水銀量、及び輸出された乾電池中の水銀量は 0 である。水銀を含む乾電池の輸入についてはデータが無いため「不明」とした。製品に組み込まれて輸入される乾電池のうち、水銀を含むものが存在することが令和元年度 水銀使用製品の流通実態調査（環境省）によって把握されているが、その流通量は把握されていないため表 4.2.1 では「不明」とした。

（３） スイッチ・リレー

スイッチ・リレー製造における水銀フローは図 4.2.3 のとおりである。



フロー内数値：スイッチ・リレー製造事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果及び水銀大気排出インベントリー（2019 年度）。

図 4.2.3 スイッチ・リレー製造の水銀フロー（2019FY）

製造事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき、スイッチ・リレーの国内製造量及び輸出入量に製品あたりの水銀含有量を乗じ、水銀を含むスイッチ・リレーの国内製造に用いられた水銀量(製造製品中水銀量)、及び輸出された製品中の水銀量を表 4.2.4 のように推計した。輸入については、組込製品の製造用途で輸入される単体製品があるほか、製品に組み込まれた状態で輸入されるものが存在する可能性があるが、その流通量は把握されていないため表 4.2.1 では「不明」とした。

表 4.2.4　国内製造・輸出スイッチ・リレー中の水銀量（2019FY）

品目	製造		輸出	
	製品製造量（個）	製品中水銀量（t-Hg）	製品輸出量（個）	製品中水銀量（t-Hg）
過電流保護スイッチ注１	9,354	0.14	1,946	0.029
感震器注２	482,721	0.14	267,457	0.080
合計		0.29		0.11

注１：過電流保護スイッチの製品あたりの水銀含有量は 15 g-Hg/個
注２：感震器の製品あたりの水銀含有量は 0.3 g-Hg/個
製造製品中水銀量の合計は四捨五入の関係で和が一致していない。
出典：スイッチ・リレー製造事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果

国内出荷されたスイッチ・リレー中の水銀量（国内出荷製品中水銀量）及び年度末在庫製品中水銀量は表 4.2.5 のとおりである。

表 4.2.5　国内出荷・年度末在庫スイッチ・リレー中の水銀量（2019FY）

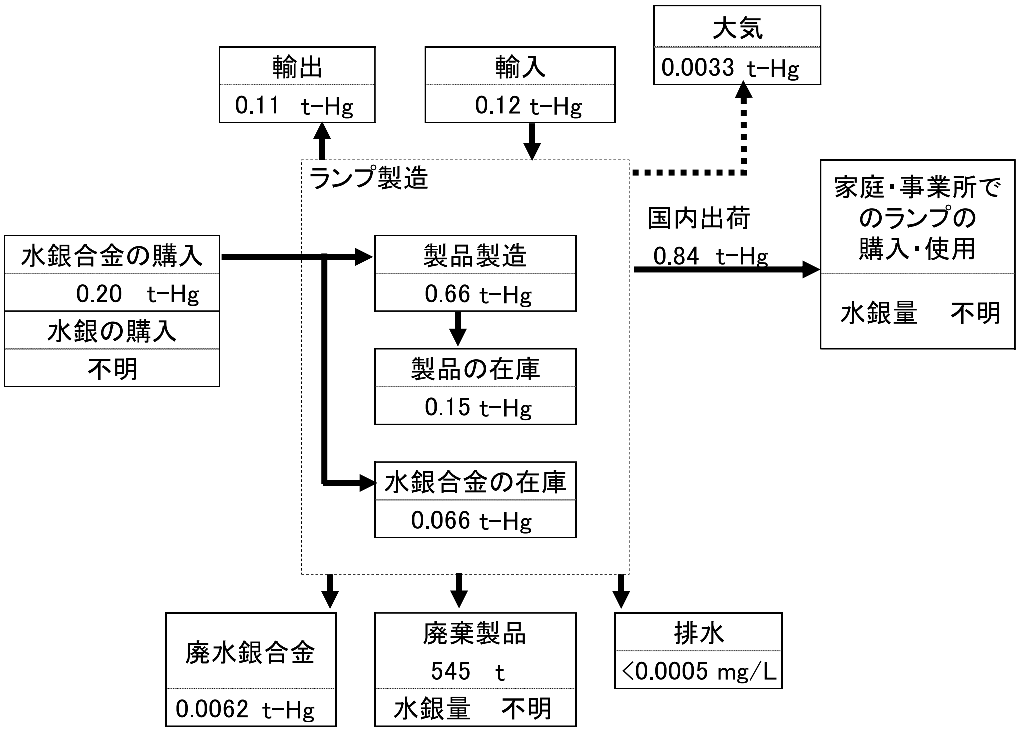
品目	国内出荷		年度末在庫	
	製品出荷量（個）	製品中水銀量（t-Hg）	製品在庫量（個）	製品中水銀量（t-Hg）
過電流保護スイッチ	7,277	0.11	134	0.0020
感震器	230,539	0.069	11,773	0.0035
合計		0.18		0.0055

出典：スイッチ・リレー製造事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果

また、スイッチ・リレー製造事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、スイッチ・リレーの国内製造に使用される金属水銀の 2019 年度末在庫量は 0.091 t-Hg であった。

（４） ランプ

ランプの製造における水銀フローは図 4.2.4 のとおりである。



フロー内数値：日本照明工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果及び水銀大気排出インベントリー（2019年度）。

図 4.2.4 ランプの製造の水銀フロー（2019FY）

日本照明工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、ランプの国内製造に用いられた水銀量（製造製品中水銀量）は表 4.2.6、輸出入されたランプ中の水銀量は表 4.2.7 のとおりである。

表 4.2.6 国内製造ランプ中の水銀量（2019FY）

品目	平均水銀含有量 （mg-Hg/個）	製品製造量 （千個）	製造製品中水銀量 （t-Hg）
蛍光ランプ[注]	4.9	90,150	0.44
HID ランプ	63.1	3,417	0.22
合計			0.66

注：蛍光ランプには、冷陰極蛍光ランプ（バックライト）も含む。
製品製造量及び平均水銀含有量出典：日本照明工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

表 4.2.7 輸出入ランプ中の水銀量（2019FY）

品目	輸入		輸出	
	製品輸入量 （千個）	製品中水銀量 （t-Hg）	製品輸出量 （千個）	製品中水銀量 （t-Hg）
蛍光ランプ	13,957	0.069	681	0.003
HID ランプ	781	0.049	1,722	0.11

品目	輸入		輸出	
	製品輸入量（千個）	製品中水銀量（t-Hg）	製品輸出量（千個）	製品中水銀量（t-Hg）
合計		0.12		0.11

輸出入量出典：日本照明工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果
製品中水銀量：輸出入量に表 4.2.6 に示す平均水銀含有量を乗じて推計

同様に、国内出荷されたランプ中の水銀量（国内出荷製品中水銀量）及びランプの年度末在庫に含まれる水銀量（年度末在庫製品中水銀量）は表 4.2.8 のとおりである。

表 4.2.8　国内出荷・年度末在庫ランプ中の水銀量（2019FY）

品目	国内出荷		在庫	
	製品出荷量（千個）	製品中水銀量（t-Hg）	製品在庫量（千個）	製品中水銀量（t-Hg）
蛍光ランプ	99,070	0.49	18,126	0.089
HID ランプ	5,665	0.36	989	0.062
合計		0.84		0.15

製品出荷・在庫量出典：日本照明工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果
製品中水銀量：出荷・在庫量に表 4.2.6 に示す平均水銀含有量を乗じて推計

また、日本照明工業会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、2019 年度のランプの国内製造に使用される水銀合金の年度末在庫量は 0.066 t-Hg であった。

（５） 工業用計測器

複数の事業者団体に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき、製品製造・輸出入量に製品中水銀量を乗じて、水銀を含む工業用計測器の国内製造に用いられた水銀量（製造製品中水銀量）を表 4.2.9 のように、輸出入された製品中の水銀量を表 4.2.10 のように推計した。なお、日本気象測器工業会に対する平成 28 年度ヒアリング調査において、フォルタン水銀気圧計を製造している会員企業は 2016 年 10 月時点でいないことが確認されたため、2019 年度の推計対象からは外した。

表 4.2.9　国内製造工業用計測器中の水銀量（2019FY）

品目	平均水銀含有量（g-Hg/個）	製品製造量（個）	製造製品中水銀量（t-Hg）
ガラス製水銀温度計注１	3.7	19,244	0.071
マクラウド真空計	135	26	0.0035
U 字型真空計注２	50	227	0.011
合計			0.086

注１：ガラス製水銀温度計には、ガラス製水銀温度計を内包する浮ひょうの製造も含む。
注２：U 字型真空計の水銀含有量は機種によって異なる。2019 年度の販売は最も小さい機種（平均水銀含有量 50g-Hg/個）のみのため、2019 年度の U 字型真空計の平均水銀含有量は 50g-Hg/個とした。

注３：合計値は、四捨五入の関係で和が一致していない。
平均水銀含有量、製品製造量出典：次に掲げる事業者団体に対する令和３年度ヒアリング調査結果
日本硝子計量器工業協同組合：ガラス製水銀温度計
日本科学機器協会：真空計

表 4.2.10　輸出入工業用計測器中の水銀量（2019FY）

品目	輸入		輸出	
	製品輸入量（個）	製品中水銀量（t-Hg）	製品輸出量（個）	製品中水銀量（t-Hg）
ガラス製水銀温度計[注]	901	0.0033	0	0
真空計	0	0	0	0
合計		0.0033		0

注：浮ひょうは輸出入されていないため、ガラス製水銀温度計のみの数値。
製品輸出入量出典：次に掲げる事業者団体に対する令和３年度ヒアリング調査結果
日本硝子計量器工業協同組合：ガラス製水銀温度計
日本科学機器協会：真空計
製品中水銀量：製品輸入量に表 4.2.9 に示す平均水銀含有量を乗じて推計

また、日本硝子計量器工業協同組合に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、ガラス製水銀温度計及び浮ひょうの製造プロセスからの水銀を含む廃棄物の排出について、「廃水銀は２～３年ごとに組合事業所から回収し、産廃処理業者に委託処理をしている。」とのことであったため、2020 年度の廃棄物の排出量（廃水銀 207 kg 及び廃製品 302 kg）を３年分と想定して３で除した排出量に水銀含有量を乗じ、2019 年度の廃棄物の排出量を 0.081 t と推計した。

表 4.2.11　ガラス製水銀温度計製造プロセスからの廃棄量（2019FY）

品目	排出量（kg）	水銀含有量（g-Hg/kg）	水銀量 (t-Hg)
廃水銀	69	-	0.069
廃製品（ガラス製水銀温度計）	101	120	0.012
合計			0.081

排出量及び水銀含有量出典：日本硝子計量器工業協同組合に対する令和３年度ヒアリング調査結果

（６） 医療用計測器

日本医療機器産業連合会及び国内製造・輸入事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果から得られた医療用計測機器の水銀含有量に、薬事工業生産動態統計（2019 年）に示される製品製造及び輸出入量を乗じて、製造製品中水銀量（国内製造に用いられた水銀量）（表 4.2.12 参照）及び輸出入製品中水銀量（表 4.2.13 参照）を推計した。平成 25 年度日本硝子計量器工業協同組合に対するヒアリングによれば、水銀体温計の国内製造は行われていないことから、2019 年度における水銀体温計の国内製造量及び輸出量は 0 とした。

表 4.2.12　国内製造医療用計測器中の水銀量（2019CY）

品目	平均水銀含有量（g-Hg/個）	製品製造量（個）	製造製品中水銀量（t-Hg）
水銀血圧計	41	40,875	1.7
水銀体温計	1.2	0	0
合計			1.7

水銀血圧計の平均水銀含有量出典：日本医療機器産業連合会に対する令和３年度ヒアリング調査結果
水銀血圧計の製造量出典：薬事工業生産動態統計（2019 年）
水銀体温計の平均水銀含有量出典：国内製造輸入事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果

表 4.2.13　輸出入医療用計測器中の水銀量（2019CY）

品目	輸入		輸出	
	製品輸入量（個）	製品中水銀量（t-Hg）	製品輸出量（個）	製品中水銀量（t-Hg）
水銀血圧計	0	0	12,316	0.51
水銀体温計	0	0	0	0
合計		0		0.51

水銀血圧計の輸出入量出典：薬事工業生産動態統計（2019 年）
水銀体温計の輸入量出典：日本硝子計量器工業協同組合に対する令和３年度ヒアリング調査結果
水銀体温計の輸出量出典：水銀体温計は国内製造が行われていないことから、2019 年度における水銀体温計の輸出量は 0 とした。
製品中水銀量：表 4.2.12 に示す平均水銀含有量に輸出量を乗じて推計

また、表 4.2.12 に示す水銀含有量に、薬事工業生産動態統計（2019 年）に示される水銀血圧計の年末在庫量を乗じて、年末在庫量中の水銀量を推計した結果、0.056 t-Hg であった。

（７） 歯科用水銀

日本歯科材料工業協同組合に対する平成 25 年度ヒアリング調査結果によれば、歯科用水銀の製造及び輸入は 2014 年 2 月の時点で廃止されているため、2019 年度における歯科用水銀の国内製造量及び輸出入量は 0 とした。

（８） 医薬品

１）チメロサール含有ワクチン

日本ワクチン産業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、チメロサールを含むワクチンの国内製造に用いられた水銀量（製造製品中水銀量）、及び輸出入されたワクチン中水銀量は表 4.2.14 のとおりである。

表 4.2.14　チメロサール含有ワクチン中の水銀量（2019FY）

品目	製造製品中水銀量（g-Hg）	輸入製品中水銀量[注]（g-Hg）	輸出製品中水銀量（g-Hg）
チメロサール含有ワクチン	345	0	0

出典：日本ワクチン産業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

また、日本ワクチン産業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果に基づき、2019 年度における廃棄物の排出量に 1 kg あたりの水銀量を乗じて、排出された廃棄物中の水銀量を表 4.2.15 のように推計した。

表 4.2.15　廃原料及び廃製品等中の水銀量（2019FY）

品目	排出量（kg）	1 kg あたりの水銀量（g）	廃原料及び廃製品中水銀量（g-Hg）
チメロサール含有ワクチン	8.737	495.5～980	4,329～8,562
チメロサール含有ワクチン	19,352.6	0.0002～0.025	3.9～484
チメロサール含有廃液	344.2	0.0080	2.8
プロセス廃液	15,900	0.0002～0.0005	3.2～8.0
合計			4,339～9,057

排出量と 1 kg あたりの水銀量出典：日本ワクチン産業協会に対する令和３年度ヒアリング調査結果

２）マーキュロクロム関連製品

国内事業者に対する平成 30 年度ヒアリング調査結果によれば、マーキュロクロム関連製品（絆創膏）は、2016 年 8 月をもって既に製品の製造を廃止し、2017 年 12 月にメルブロミン（原液）の在庫を処理したことを確認済であるため、2019 年度におけるマーキュロクロム関連製品の国内製造量及び輸出入量は 0 とした。

（９） 無機薬品

１）銀朱硫化水銀

国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、銀朱硫化水銀（顔料）の国内製造に用いられた水銀量は表 4.2.16 のとおりで、輸出量は 0 である。銀朱硫化水銀の輸入については実態不明のため、表 4.2.1 では「不明」とした。

表 4.2.16　銀朱硫化水銀の製造に用いられた水銀量（2019FY）

品目	水銀使用量（kg-Hg）	水銀使用量（t-Hg）
銀朱硫化水銀（顔料）	676	0.68

出典：銀朱硫化水銀製造事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果

２）水銀化合物

国内事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、水銀化合物の国内製造に用いられた水銀量は表 4.2.17 のとおりで、輸出量は 0 である。水銀化合物の輸入については化合物ごとの輸入量が把握できないため、表 4.2.1 では「不明」とした。

表 4.2.17　水銀化合物の製造に用いられた水銀量（2019FY）

品目	水銀使用量	
	（kg-Hg）	（t-Hg）
水銀化合物[注]	15	0.015

注：水銀化合物の内訳は、硫化水銀（Ⅱ）、酢酸水銀（Ⅱ）、硝酸水銀（Ⅰ）等である。このうち、水銀化合物としての硫化水銀は試薬向けに製造されているものを計上している。
出典：水銀化合物製造事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果

4.2.2　水銀の利用

水銀等の貯蔵に関する報告では、貯蔵の目的別（計量分析、研究・調査、廃棄を想定した保管）の水銀貯蔵量、購入量、使用量、廃棄量等のデータが得られることから、これらを活用して、計量分析及び調査研究、航路安全確保、廃棄を想定した保管に関する水銀のフローを推計した。ただし、貯蔵した水銀等の最大量が 30kg 以上である事業者の報告データのため、報告に基づく在庫量や移動量の推計値は最小値とみなした。

（１） 計量分析及び研究・調査

2019 年度を対象とした水銀等の貯蔵に関する報告によると、計量分析（質量・体積・面積及び環境等の計量分析用途（例：製品の検査分析用、水銀を媒体とする測定用途（水銀圧入法測定装置（ポロシメーター）での使用、計測機器に封入されている水銀等の入替用等））及び研究・調査用途（例：調査船運航用、化学分析用等）での、水銀の年度当初在庫量は 2.1 t-Hg 以上、購入量は 3.3 t-Hg 以上、使用量は 3.2 t-Hg 以上、廃棄量は 0.0015 t-Hg 以上、及び年度末在庫量は 2.2 t-Hg 以上であった。水銀等の貯蔵に関する報告では把握できない研究装置等の内部に保有している水銀（使用中水銀）については、研究・調査を行っている主体機関に対する令和３年度ヒアリング調査を実施した結果、20.52 t-Hg を保有していることがわかった。

（２） 航路安全確保（灯台）

水銀等の貯蔵に関する報告では把握できない水銀 30kg 未満の貯蔵量も含めて、灯台のレンズを回転させる水銀槽式回転装置への補充等に用いる水銀について、海上保安庁に対する令和３年度ヒアリング調査を実施した。その結果、2019 年度末において水銀を使用する灯台数は 50、灯台（回転装置）内水銀量は 3.9 t-Hg、廃棄量は 0.48 t-Hg、及び在庫量は 3.3 t-Hg であった。

4.3　水銀使用製品の市中保有（参考）

蛍光ランプ、HID ランプ及び酸化銀電池については、ワイブル累計分布関数を用い、2019 年度

末までに出荷された製品の販売量[22]のうち、まだ寿命がきていないと想定される製品量に各年の製品中の水銀含有量[23]を乗じて、水銀使用製品の市中保有量中の水銀量を推計した。製品寿命は、家庭用蛍光ランプ 5.9 年、事業所用蛍光ランプ 3.6 年、一般照明用の HID ランプ 3 年、特殊用途の HID ランプ 3 年、自動車用の HID ランプ 6 年、酸化銀電池 2 年としている。

空気亜鉛電池については、寿命を２週間[24]とし、全ての電池が２週間で入れ替わるとすると、年間 26 回（52 週÷２週）買い替えが行われ、年度末時点では、年間出荷量の 26 分の１が使用されていることになる。したがって、2019 年度の空気亜鉛電池の国内出荷量中の水銀量（0.003 t-Hg）[25]を 26 で割り戻した 0.00012 t-Hg を、2019 年末時点での補聴器中で使用されている空気亜鉛電池中の水銀量として推計した。

水銀体温計、水銀温度計及び水銀血圧計については、既存の水銀製品の退蔵量調査の結果を参照して退蔵品を市中保有量として推計した。一般家庭における退蔵されている水銀体温計、水銀温度計及び水銀血圧計中の水銀量の推計値は、環境省「令和３年度水銀使用製品廃棄物の退蔵量に関する調査」の結果とした。病院、診療所、教育機関及び行政機関において退蔵されている水銀体温計、水銀温度計及び水銀血圧計中の水銀量は、2015 年度の退蔵量調査結果[26]から、2016 年度～2019 年度の 4 年分の回収量合計値[27]を差し引いた量（水銀体温計 1.4 t-Hg、水銀温度計 1.6 t-Hg、水銀血圧計 18 t-Hg）を 2019 年度末における市中保有量として推計した。

水銀使用製品の市中保有量中の水銀量の推計結果は以下のとおりである。2019 年度のマテリアルフローでは、表 4.3.1 を参考値として扱う。

表 4.3.1　水銀使用製品の市中保有量中の水銀量の推計値（2019FY）（参考）

項目		水銀量（t-Hg）
蛍光ランプ	家庭	3.1
	事業所	1.2
HID ランプ	一般照明用	0.76
	特殊用途	0.51
	自動車用	2.0
酸化銀電池	家庭及び事業所	0.00021
空気亜鉛電池		0.00012
水銀体温計	家庭	21.1

22　製品の出荷量データは経済産業省生産動態統計（機械統計）
https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/nenpo_2007-2020.html を参照した。

23　蛍光ランプ及び HID ランプは一般社団法人日本照明工業会へのヒアリング調査結果、酸化銀電池は一般社団法人電池工業会へのヒアリング調査結果

24　https://hochouki.soudan-anshin.com/cont/battery-replacement/

25　一般社団法人電池工業会へのヒアリング調査結果

26　新潟県「水銀含有製品の保有量等に関する実態調査報告書」（平成 28 年３月　新潟県県民生活・環境部廃棄物対策課）

27　環境省「令和３年度水銀血圧計等回収促進業務報告書（㈱リーテム）」

項目		水銀量（t-Hg）
	病院、診療所、教育機関、行政機関	1.4
水銀温度計	家庭	27.3
	病院、診療所、教育機関、行政機関	1.6
水銀血圧計	家庭	66.4
	病院、診療所、教育機関、行政機関	19
合計		144

4.4　社会における水銀使用からの水銀回収量

社会における水銀利用からの水銀回収量 16 t の内訳は、3.1 に基づき、以下のとおりである。

表 4.4.1　社会における水銀使用からの水銀回収量（2019FY）

種類		水銀回収量（t-Hg）
廃製品	産業廃棄物	3.9
	一般廃棄物	0.88
廃金属水銀	企業	8.4
	大学・学校	0.98
	灯台	0.37
	病院	0.23
	その他	0.57
その他	歯科用アマルガム	0.28
	酸化銀電池	0.0010
合計		16

注：合計値は、四捨五入の関係で表中の値の合算値とは異なる。

出典：水銀回収事業者に対する令和３年度ヒアリング調査

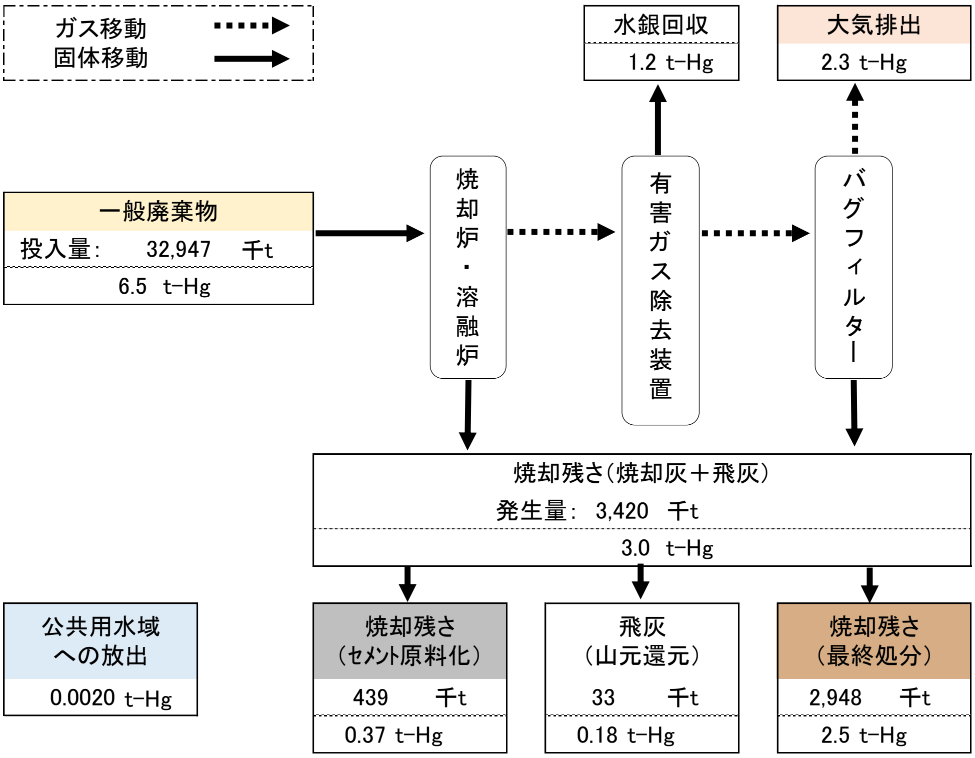
5. 廃棄物処理等に関するフロー

5.1 廃棄物焼却等

廃棄物焼却等の水銀フローを以下に示す。図中において、投入された媒体は薄黄色、大気に排出された媒体は薄オレンジ色、水へ放出された媒体は水色、土壌に放出された媒体は薄緑色、最終処分された媒体は茶色、セメント用途はグレー色で示している。

（１）一般廃棄物焼却施設

一般廃棄物焼却施設の水銀フローは図 5.1.1 のとおりである。



フロー：一般廃棄物処理事業者に対するヒアリング調査結果をもとに作成
フロー内数値：一般廃棄物処理実態調査結果（令和元年度実績）に基づく推計結果、水銀回収事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果。公共用水域への放出中の水銀量は 2019 年度の PRTR データ。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 5.1.1 一般廃棄物焼却施設の水銀フロー（2019FY）

１）投入された一般廃棄物中の水銀量

一般廃棄物焼却施設に投入された一般廃棄物中の水銀量は、全て排出物中の水銀量へ移行すると仮定して、排出物（焼却残さ＋飛灰）、水銀回収、大気排出、公共用水域への放出）の水銀量の合計値 6.5 t とした。

２）再資源化又は最終処分された焼却残さ中の水銀量

一般廃棄物焼却施設で発生する焼却残さの水銀濃度は表 5.1.1 のとおりである。

表 5.1.1 【一般廃棄物焼却】焼却残さ（焼却灰、飛灰）の水銀濃度

媒体	水銀濃度（g/t）
焼却灰	0.03
飛灰	5.4
焼却残さ（焼却灰 85%、飛灰 15%）注	0.84

注：一般廃棄物焼却施設の焼却残さに関して、焼却灰と飛灰の内訳は把握されていないが、「水銀廃棄物の環境上適正な管理に関する検討報告書」（平成 26 年 3 月、環境省）の内容を踏まえ、焼却灰 85%、飛灰 15%の組成と仮定して推計を行った。

焼却灰、飛灰の水銀濃度出典：「平成 23 年度廃棄物処理施設等からの水銀等排出状況調査業務報告書」（平成 24 年 3 月、環境省）

環境省「一般廃棄物処理実態調査結果」によれば、一般廃棄物焼却施設で発生する焼却残さの再資源化量、最終処分量は表 5.1.2 のとおりである。これに表 5.1.1 の水銀濃度を乗じて、焼却残さ中の水銀量を推計した。

表 5.1.2 【一般廃棄物焼却】再資源化又は最終処分された焼却残さ中の水銀量（2019FY）

媒体	用途	残さの再資源化・処分量（t）	残さ中の水銀量（t-Hg）
焼却残さ	セメント原料化	438,869	0.37
	最終処分	2,948,006	2.5
飛灰	山元還元注1	33,243	0.18
合計		3,420,118	3.0

注１：飛灰の山元還元とは、非鉄金属回収のために非鉄金属製錬に投入されることを指す。

注２：残さ中水銀量の合計は四捨五入の関係で和が一致していない。

再資源化・処分量出典：環境省「一般廃棄物処理実態調査結果（令和元年度）」
https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/r1/index.html

なお、一般廃棄物由来の溶融スラグについては、水銀含有量が微量のため、2019 年度ベースのマテリアルフローには含めていない。

【参考】溶融スラグの水銀含有量等

一般廃棄物由来の溶融スラグについては、全国産業廃棄物連合会の調査[28]で平成 18 年度の生産量が把握されている。このうち約 90%が有効利用され、コンクリート製品やアスファルト混合物の骨材等の代替材として利用される[29]。溶融スラグの再資源化量は、環境省の一般廃棄物処理実態調査[30]で令和元年度データが把握されている。また、溶融スラグの水銀濃度については、環境省の

[28] 「産業廃棄物由来溶融スラグ JIS 化にかかる調査報告書（平成 20 年度）」（平成 21 年 3 月）

[29] 平成 18 年 7 月には道路用材・コンクリート用骨材としての溶融スラグの JIS が制定されている。
JIS A 5032 一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ
JIS A 5031 一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材

[30] 「令和元年度一般廃棄物処理実態調査」https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/r1/index.html

平成 23 年度調査[31]における計測結果[32]がある。

以上より、一般廃棄物由来の溶融スラグの有効利用量に含まれる水銀量は以下のとおりである。

表 5.1.3　有効利用される一般廃棄物由来の溶融スラグ中の水銀量（参考）

溶融スラグ有効利用量 （令和元年度実績）	水銀濃度	有効利用溶融スラグ中の 水銀量
540 千トン	0.01 mg/kg-dry 未満	5.4 kg-Hg 未満

注：産業技術総合研究所による我が国の土壌の水銀濃度データ[33]（2007 年調査、測定地点 3024 箇所）のうち、水銀濃度が 10 ppm を超える 4 箇所を除いた 3020 地点の平均水銀濃度は 0.1 ppm である。溶融スラグの水銀濃度は<0.01 ppm（mg/kg-dry）であり、土壌の水銀濃度を下回る数値である。

３）水銀回収量

水銀回収事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、2019 年度に廃棄物焼却施設から回収された水銀量は 1.2 t-Hg である。ただし、一般廃棄物及び産業廃棄物の内訳は把握されていない。マテリアルフローでは重複を避けるため、全量を一般廃棄物焼却施設からの水銀回収量として整理した。

４）水銀大気排出量

一般廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、水銀排出施設の実測データに基づき 2.3 t-Hg と推計されている。

５）公共用水域への水銀放出量

2019 年度の PRTR データによれば、「一般廃棄物処理業」から報告された水銀及びその化合物の公共用水域への届出排出量は、2 kg-Hg　（＝0.0020 t-Hg）であった。

---

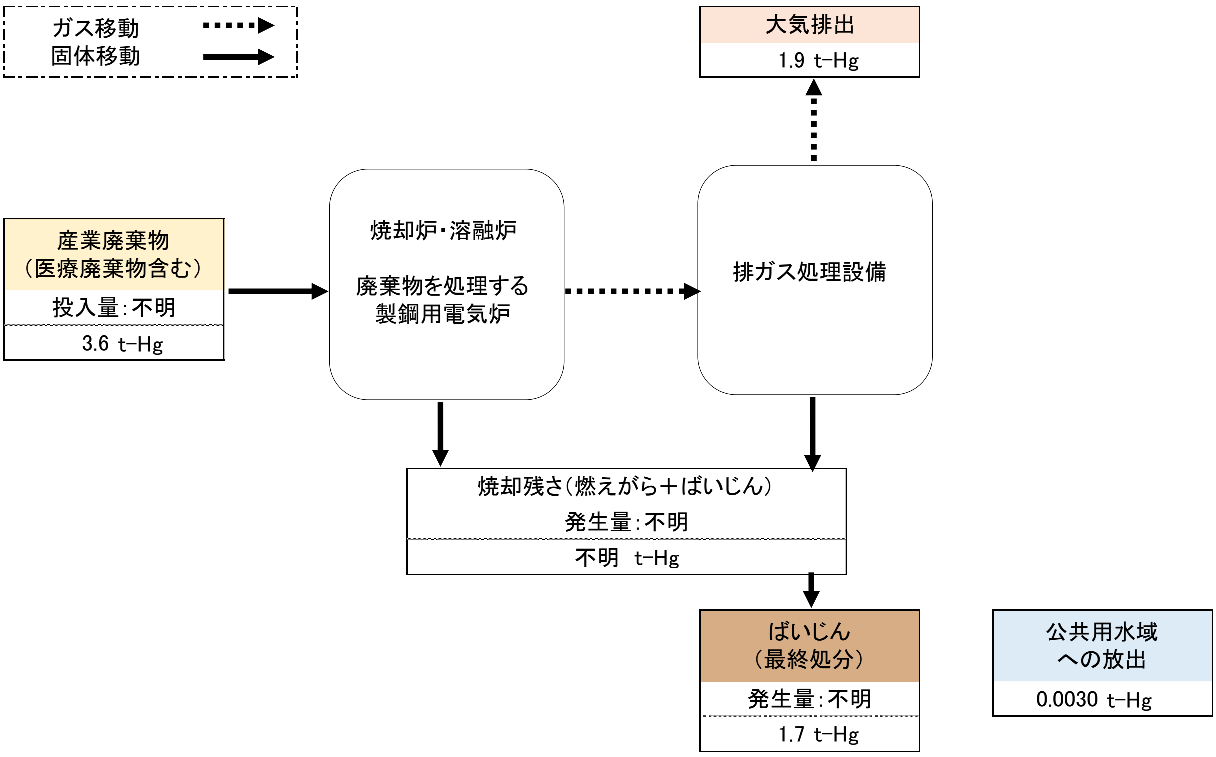
31 「平成 23 年度廃棄物処理施設等からの水銀等排出状況調査業務報告書」（平成 24 年 3 月）

32 JIS A 5032, JIS A 5031 では溶融スラグに係る含有量基準を「総水銀 15 mg/kg 以下」と定めているが、工程において 1200℃以上という高温条件で加熱しているため、水銀はほとんど検出されない。

33 https://gbank.gsj.jp/geochemmap/data/download.htm

（２）産業廃棄物焼却施設

産業廃棄物焼却施設の水銀フローは図 5.1.2 のとおりである。



フロー：産業廃棄物焼却から発生する燃え殻及びばいじんの再利用量、最終処分量が不明のため、ここでは全量最終処分されると仮定している。

フロー内数値：投入量中の水銀量は、既存文献に基づく推計結果。公共用水域への放出中の水銀量は 2019 年度の PRTR データ。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。

図 5.1.2　産業廃棄物焼却施設の水銀フロー（2019FY）

１）投入された産業廃棄物中の水銀量

産業廃棄物焼却施設に投入された産業廃棄物中の水銀量は、全て排出物中の水銀量へ移行すると仮定して、排出物（ばいじん、大気排出、及び公共用水域への放出）の水銀量の合計値 3.6 t とした。

２）排出物中の水銀量

産業廃棄物焼却施設における排出低減効率は、貴田ら（2007）によれば 47.9%である。大気排出されなかった水銀は水放出及びばいじんに移行すると仮定し、排出物中の水銀量を表 5.1.4 のとおり推計した（排出物への水銀移行量＝大気への排出量×排出低減効率/（1－排出低減効率））。2019 年度の PRTR で把握された公共用水域への水銀放出量は 0.0030 t-Hg であるため、ばいじん中の水銀量は 1.7 t-Hg と推計される。

表 5.1.4 【産業廃棄物焼却】ばいじん中の水銀量（2019FY）

水銀大気排出量（t-Hg）	排出低減効率	排出物への水銀移行量（t-Hg）		
		計	内訳	
			公共用水域への放出量	ばいじん中水銀量
1.9	0.479	1.7	0.0030	1.7

排出低減効率出典：貴田晶子、酒井伸一、平井康宏、守富寛、高岡昌輝、安田憲二：平成 18 年度廃棄物処理等科学研究費補助金研究成果報告書「循環廃棄過程を含めた水銀排出インベントリーと排出削減に関する研究」（2007）第２章 水銀の大気排出源と排出係数及び排出インベントリーに関する研究。

大気排出量出典：水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）

排出物中水銀量出典：焼却物中の水銀量の 47.9%が排出物（ばいじん、公共用水域への放出）へ移行すると仮定して推計

公共用水域への放出量出典：2019 年度の PRTR データ

３）水銀回収量

廃棄物等処理事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、2019 年度に廃棄物焼却施設から回収された水銀量は 1.2 t-Hg である。ただし、一般廃棄物及び産業廃棄物の内訳は把握されていない。マテリアルフローでは重複を避けるため、全量を一般廃棄物焼却施設からの水銀回収量として整理した。

４）水銀大気排出量

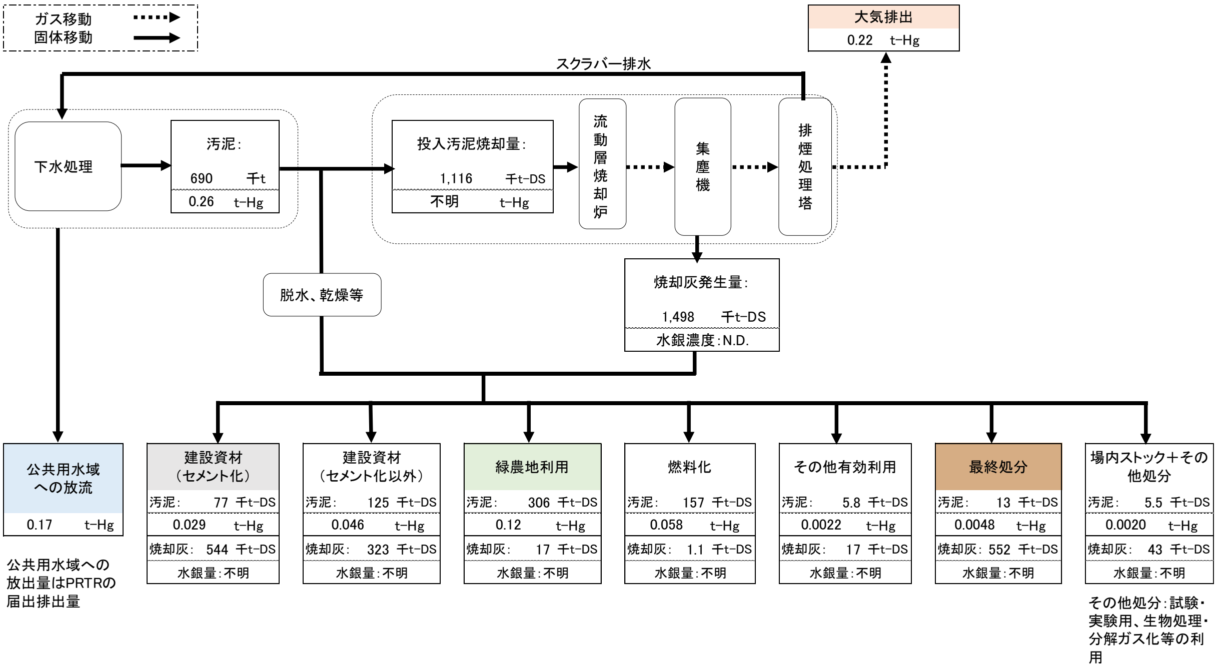
産業廃棄物焼却施設からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、1.9 t-Hg と推計されている。

５）公共用水域への水銀放出量

2019 年度の PRTR データによれば、「産業廃棄物処理業」から報告された水銀及びその化合物の公共用水域への届出排出量は、3 kg-Hg （＝0.0030 t-Hg）であった。

（３）下水処理及び下水汚泥焼却施設

下水汚泥焼却施設の水銀フローは図 5.1.3 のとおりである。



フロー：国土交通省に対するヒアリング調査結果をもとに作成

フロー内数値：国土交通省に対する令和５年度ヒアリング調査結果に基づく推計結果。公共用水域への放出中の水銀量は 2019 年度の PRTR データ。大気排出量は「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」。投入汚泥焼却量（乾重量ベース）は「下水道統計（令和元年度）」の湿重量ベース焼却量 5,075 千 t に（1-0.78）を乗じて算出した。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。

図 5.1.3 下水汚泥焼却施設の水銀フロー（2019FY）

１）下水汚泥の発生量、処分量、有効利用量及び水銀濃度

国土交通省に対する令和５年度ヒアリング調査結果に基づき、下水処理施設から発生する下水汚泥量（有効利用量及び処分量）を下水汚泥＋焼却灰量から焼却灰量を差し引いた量とし、これに汚泥肥料の水銀濃度を乗じて、下水汚泥中の水銀量を表 5.1.5 のとおり推計した。

表 5.1.5 【下水処理及び下水汚泥焼却】下水汚泥中の水銀量（2019FY）

項目		(a) 下水汚泥＋焼却灰の量 （千 t-DS）	(b) 焼却灰の量 （千 t-DS）	下水汚泥量 (a)-(b) （千 t-DS）	下水汚泥の水銀濃度 （mg/kg-DS）	下水汚泥中水銀量 （t-Hg）
有効利用量	建設資材 （セメント化）	621	544	77	0.37	0.029
	建設資材 （セメント化以外）	448	323	125	0.37	0.046
	緑農地利用	322	17	306	表 5.1.6 参照	0.12
	燃料化	159	1.1	157	0.37	0.058
	その他有効利用	23	17	5.8	0.37	0.0022

項目		(a) 下水汚泥＋ 焼却灰の量 （千 t-DS）	(b) 焼却灰の量 （千 t-DS）	下水汚泥量 (a)-(b) （千 t-DS）	下水汚泥の 水銀濃度 （mg/kg- DS）	下水汚泥中 水銀量 （t-Hg）
処分量	最終処分	565	552	13	0.37	0.0048
	場内ストック ＋その他処分	48	43	5.5	0.37	0.0020
合計		2,187	1,498	690		0.26

(a) 下水汚泥+焼却灰及び(b) 焼却灰の有効利用量及び処分量出典：国土交通省に対する令和５年度ヒアリング調査結果（推計値）
下水汚泥の水銀濃度出典：表 5.1.6 に示される水銀濃度の平均値

２）緑農地利用された下水汚泥中の水銀量

国土交通省に対する令和３年度ヒアリング調査の結果から得られた下水汚泥の緑農地利用量に、既存文献に示される汚泥肥料の水銀濃度を乗じて、表 5.1.6 のとおり下水汚泥中の水銀量を推計した。なお、緑農地利用された下水汚泥中の水銀量は、マテリアルフローでは土壌放出とみなす。

表 5.1.6 【下水処理及び下水汚泥焼却】緑農地利用された下水汚泥及び下水汚泥焼却灰中の水銀量（2019FY）

項目	緑農地利用量 （千 t-DS）	水銀濃度 （mg/kg-DS）	水銀量 （t-Hg）
コンポスト	253	0.4	0.10
機械乾燥汚泥	20	0.3	0.0060
炭化汚泥	4.7		0.0014
脱水汚泥	24	0.4	0.0095
焼却灰	17	N.D.	0
その他	4.0	0.4	0.0016
合計	322		0.12

緑農地利用量出典：国土交通省に対する令和５年度ヒアリング調査結果
水銀濃度出典：農林水産省，汚泥肥料中の重金属管理手引書（平成 27 年 3 月），平成 15～21 年度までの立入検査結果の水銀濃度加重平均値（コンポスト：汚泥発酵肥料の濃度を使用、機械乾燥汚泥・炭化汚泥：焼成汚泥肥料の濃度を使用、脱水汚泥・その他：下水汚泥肥料の濃度を使用）

３）水銀大気排出量

下水汚泥焼却施設からの水銀大気排出量については、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、0.22 t-Hg と推計されている。

４）排出物中の水銀量及び公共用水域への水銀放出量

下水汚泥焼却施設における排出低減効率について、貴田ら（2007）による産業廃棄物焼却施設における排出低減効率 47.9%を代用すると、大気排出されずに排出物に移行する水銀量は 0.20 t-

Hg と推計される[34]。ただし、下水処理水及び焼却灰の水銀濃度はいずれも N.D.であり[35]、水銀量を推計すると 0 となるため、マテリアルフローでは参考値として取り扱っている。なお、下水処理施設からの公共用水域への放流水中の水銀量としては、PRTR で把握された水銀放出量（0.17t-Hg）を採用した。

表 5.1.7 【下水処理及び下水汚泥焼却】排出物への水銀移行量（参考）

水銀大気排出量（t-Hg）	排出低減効率	排出物への水銀移行量（t-Hg）
0.22	0.479	0.20

排出低減効率出典：貴田晶子, 酒井伸一, 平井康宏, 守富寛, 高岡昌輝, 安田憲二：平成 18 年度廃棄物処理等科学研究費補助金研究成果報告書「循環廃棄過程を含めた水銀排出インベントリーと排出削減に関する研究」(2007) 第２章 水銀の大気排出源と排出係数及び排出インベントリーに関する研究、の産業廃棄物焼却施設における排出低減効率の値を代用。

5.2 最終処分（埋立）

（１） 原燃料の加工・工業利用及び廃棄物焼却等からの排出物の最終処分量

「2 原燃料の加工・工業利用に関するフロー」によれば、原燃料の加工・工業利用及び廃棄物焼却等からの排出物の最終処分量及びその中の水銀量は表 5.2.1 のとおりである。11 の排出源から、合計 14 t-Hg を含む排出物が最終処分された。

表 5.2.1 原燃料の加工・工業利用及び廃棄物焼却等からの排出物の最終処分量（2019FY）

排出源	排出物	排出物の最終処分量（t）	最終処分された排出物中水銀量（t-Hg）
石炭火力発電所	集塵機灰	103,619	0.015
	脱硫石膏	0	0
	汚泥	51,809	0.34
産業用石炭燃焼ボイラー	石炭灰	110,874	0.018
	脱硫石膏	3,620	0.0061
非鉄金属製錬施設[注]	排水処理汚泥	不明	6.6
	鉱滓類	不明	0.66
	その他廃棄物	不明	1.6
一次製鉄プラント	脱硫汚泥	665	0.0055
	湿ダスト	2,275	0.0016
二次製鉄プラント	集塵機ダスト	60,150	0.12
原油・天然ガス生産施設	排水処理スラッジ	713	0.0020

34 排出物への水銀移行量＝大気への排出量×排出低減効率/（1－排出低減効率）

35 国土交通省提供データ

排出源	排出物	排出物の最終処分量（t）	最終処分された排出物中水銀量（t-Hg）
石油火力発電所	集塵機灰	305	不明
バイオマス燃焼施設	集塵機灰	171,139	不明
一般廃棄物焼却施設	焼却残さ	2,948,006	2.5
産業廃棄物焼却施設	ばいじん	不明	1.7
下水処理施設	下水処理汚泥	12,929	0.0048
合計			14

注：非鉄金属製錬施設からの排出物は、年度によるばらつきが大きいことを踏まえ、2018～2020 年度の３か年平均値を採用した。

（２） 一般廃棄物の埋立による最終処分（参考）

一般廃棄物の埋立については、不燃ごみとして最終処分された水銀使用廃製品の量に関するデータが得られていないため、推計に含めていない。なお、平成 31 年度 水銀廃棄物の環境上適正な管理に関する調査業務報告書の廃製品処理量によると、2017 年度の廃製品の埋立量に含まれる水銀量は 0.017 t-Hg と推計した。

表 5.2.2 平成 29 年度の水銀使用廃製品の埋立量に含まれる水銀量（参考）

製品	廃製品処理量（t）	製品 1kg 当たりの水銀回収量（kg-Hg）	水銀量（t-Hg）
蛍光管	262	0.000038	0.010
乾電池（ボタン電池除く）	280	0.000020	0.0056
水銀体温計・水銀温度計	0.010	0.081	0.00081
水銀血圧計	0.010	0.049	0.00049
合計	542		0.017

廃製品処理量出典：環境省「平成 31 年度 水銀廃棄物の環境上適正な管理に関する調査業務報告書」（令和２年３月）より、平成 31 年度に実施した市区町村及び一部事務組合に対するアンケート調査で把握された、平成 29 年度処理実績データ。蛍光管は「破砕・固型化・埋立」及び「蛍光粉埋立・ガラスリサイクル」の処理方法を選択した市区町村及び一部事務組合の処理実績量、乾電池（ボタン電池を除く）、水銀体温計・水銀温度計、水銀血圧計は「破砕・固型化・埋立」の処理方法を選択した市区町村及び一部事務組合の処理実績量。

製品 1 kg 当たりの水銀回収量出典：3.1 廃棄物及び水銀含有再生資源からの水銀回収の一般廃棄物より一般廃棄物中間処理量から水銀回収量を割り戻して算出

（３） 水銀回収プロセスから発生した廃棄物中の水銀量

水銀回収事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、廃棄物等からの水銀回収プロセスから発生した廃棄物中の水銀量は 7.0 kg-Hg（≒0.0070 t-Hg）であった。

（４） 最終処分された廃棄物中の水銀量

（１）～（３）より、排出物の最終処分量（原燃料の加工・工業利用及び廃棄物焼却等由来）中水銀量が 14 t-Hg、廃棄物の最終処分量（水銀回収プロセス由来）中水銀量が 0.0070 t-Hg と推計された。マテリアルフローにおける廃棄物の最終処分量に含まれる水銀量は、これらの合計値であ

る 14 t-Hg を採用した。

5.3 その他

（１） 廃棄を想定した水銀保管

廃棄を想定して水銀を保管している自治体[36]における、2019 年度における水銀の年度当初末在庫量、購入量、使用量、廃棄量及び年度末在庫量は表 5.3.1 のとおりである。

表 5.3.1 廃棄を想定した保管における水銀の在庫量及び移動量（2019 年度）

廃棄を想定した保管	2019 年度
年度当初在庫量（t-Hg）	0.26 以上
購入量（t-Hg）	0.013 以上
使用量（t-Hg）	0
廃棄量（t-Hg）	0
年度末在庫量（t-Hg）	0.27 以上

出典：環境省資料

（２） 火葬場

１）水銀大気排出量

火葬場からの水銀大気排出量は、我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」において、国内における火葬件数（1,421 千件）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、0.074 t-Hg と推計されている。

２）火葬灰中の水銀量

火葬灰への水銀の移行原単位は、武田（2010）によれば 0.38～0.70 mg/体及び 0.8～1.52 mg/体が算出されている。2019 年度における火葬場から排出される火葬灰中の水銀量は表 5.3.2 のように推計される。

表 5.3.2 【火葬】火葬灰中の水銀量（2019FY）

火葬件数（千件）	火葬灰への水銀の移行原単位（mg/体）	火葬灰中の水銀量（t-Hg）
1,421	0.38～0.70 0.8～1.52	0.00054～0.0022

火葬件数出典：厚生労働省「衛生行政報告例」（令和元年度）から、全国の火葬件数を使用
火葬灰への水銀の移行原単位出典：研究代表者　武田信生（立命館大学）：厚生労働科学研究費補助金　健康安全・危機管理対策総合研究事業「火葬場における有害化学物質の排出実態調査および抑制対策に関する研究　平成 20 年度～21 年度　総合研究報告書」（2010）第３章　火葬場から排出される水銀をはじめとする重金属等の実態調査より。施設数は n=2。

[36] 地方自治体が管轄域内の市中から排出された水銀使用製品中の水銀量に相当する水銀を購入し、将来的に廃棄することを前提に自治体で水銀を貯蔵している。

6. 環境中への水銀排出及び放出に関するフロー

6.1　大気への水銀排出

我が国の「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」（令和３年度作成）によれば、大気への水銀排出量は表 6.1.1 のとおりである。マテリアルフローでは、自然由来分を除いた排出量である 14 t-Hg を採用した。

表 6.1.1　水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）

分類	項目			大気排出量[(注1)]（ton-Hg/年）[1] 2019FY
条約附属書D 対象	石炭火力発電所			1.1
	産業用石炭燃焼ボイラー			0.032
	非鉄金属製造施設	一次		0.10
		二次		0.97
	廃棄物焼却施設等	一般廃棄物焼却施設		2.3
		産業廃棄物焼却施設		1.9
		下水汚泥焼却施設[2]		0.22
		水銀含有再生資源及び水銀回収義務付け産業廃棄物から水銀を回収する施設（回収時に加熱工程を含む施設に限る。）[2]		0.0020
	セメント製造施設			4.5
条約附属書D 対象外	鉄鋼製造施設	一次製鉄	焼結炉（ペレット焼成炉含む）	2.1
			その他（高炉副生ガス由来、コークス炉副生ガス由来）	0.14
		二次製鉄	製鋼用電気炉	0.49
	石油精製施設			0.11
	石油・ガス生産施設			0.000050
	石油等の燃焼	石油火力発電施設		0.0016
		LNG 火力発電所		0.0011
		産業用ボイラー（石油系）		0.0022
		産業用ボイラー（ガス系）		0.00074
	生産プロセスに水銀または水銀化合物を使用する施設[1,3]			N.O.
	水銀使用製品廃棄物の中間処理施設[4]	加熱工程を含まない施設 [うち、蛍光ランプ回収・破砕施設]		< 0.000047 [0.0000035]
		水銀回収時に加熱工程を含む施設		0.000015
	水銀使用製品製造施設	バッテリー製造施設[1,5]		N.E.
		水銀スイッチ・リレー製造施設		< 0.0000012
		ランプ類製造施設[6]		0.0033
		石鹸及び化粧品製造施設[1,7]		N.O.
		殺虫剤及び殺生物剤（農薬）製造[1,7]		N.O.
		水銀血圧計製造施設[1,8]		N.E.
		水銀体温計製造施設[1,7]		N.O.
		歯科用水銀アマルガム製造施設[1,7]		N.O.
		チメロサール製造施設[1,7]		N.O.
		銀朱製造施設		0.0000046
	その他[9]	石灰製品製造		0.043
		パルプ・製紙（黒液）		0.040
		カーボンブラック製造		0.088
		火葬		0.074
		運輸[10]		0.057
		バイオマス燃焼を用いた電力・熱供給施設		0.017

分類	項目		大気排出量（注1）（ton-Hg/年）[1]
			2019FY
		フェロアロイ製造施設[11]	0.20
自然由来	火山		> 1.4
合計※（ ）は自然由来を除いたもの			15.8 （ 14.4 ）

注１：条約附属書 D 対象発生源については、2019 年度のインベントリー推計から、大気汚染防止法に基づき定期的に測定される排出ガス中水銀濃度の測定結果等を用いた排出量推計を実施している。推計方法は、対象施設ごとに年間水銀排出量を計算し、その値を積み上げる方法で推計した。なお、2019 年度のインベントリーでは、推計に用いる年間稼働時間として、施設設置届出に記載されている値を使用した。

注２：インベントリー推計の対象期間は、2019 年度（2019 年 4 月～2020 年 3 月）であり、推計に用いたデータも原則として同時期のデータを使用した。

注３：発生源別の大気排出量については有効数字 2 桁で表記し、合計値については小数点第 1 位まで表記した。

注４：排出量に不等号記号が付く発生源については、不等号記号を外した値を合計値の算定に用いた。

1 N.E.は Not Estimated（排出源の有無が不明又は排出源は存在するものの未推計）、N.O.は Not Occurring（排出源が存在しない、又は排出源は存在するものの、製造プロセスや製造施設の構造上水銀の大気への排出がない）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（次の 6 種類の施設）では既に水銀は用いられていない（平成 24（2012）年度に確認された。）。
ー塩素アルカリ製造施設、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ド製造施設、アセトアルデヒド製造施設、ビニルアセテート製造施設ー

4 廃棄物の中間処理施設から、条約附属書 D 対象施設を除く。

5 我が国ではボタン型電池のみ製造に水銀が用いられており、製造プロセス上大気に水銀を排出しない装置を使用しているとされているが、詳細な製造フローについては把握できていないため N.E.とした。

6 一般蛍光ランプ、バックライト、HID ランプを含む。

7 石鹸及び化粧品製造施設、殺虫剤及び殺生物剤（農薬）製造については平成 24（2012）年度に、水銀体温計製造施設、歯科用水銀アマルガム製造施設については平成 25（2013）年度に、チメロサール製造施設については平成 28（2016）年度に、排出源がないことが確認された。

8 施設の構造上、排出口からの水銀濃度測定が困難であり、排出量の推計が不可能であることが平成 28（2016）年度に確認された。

9 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。

10 対象はガソリン及び軽油の燃料消費（営業用）。

11 対象はフェロマンガン製造施設及びフェロニッケル製造施設。

出典：「水銀大気排出インベントリー（2019 年度対象）」

6.2　水への水銀放出

水への水銀放出量については、原燃料の加工・工業利用に係る業界団体、水銀使用製品の製造事業者団体及び個別事業者に対するヒアリング調査結果、及び PRTR データを参照し、表 6.2.1 のとおり推計した。

表 6.2.1　水への水銀放出量（2019FY）

放出源	水銀放出量（t-Hg）
原燃料の加工・工業利用	0.097
水銀使用製品の製造プロセス	0
水銀回収プロセス注1	0.000015
PRTR（届出排出量＋すそ切り以下推計量）注2	0.18
合計	0.28

注１：水銀回収プロセスからの放出量には、坑廃水処理による水銀放出も含む。

注２：原燃料の加工・工業利用（非鉄金属製錬プロセス）からの放出量との重複を避けるため、PRTR データからは「非鉄金属製造業」の値を除いている。

（１） 原燃料の加工・工業利用に伴う水への水銀放出量

「2. 原燃料の加工・工業利用に関するフロー」のヒアリング調査結果によれば、原燃料の加工・工業利用に伴う水への水銀放出量は表 6.2.2 のとおりである。マテリアルフローでは 0.097 t-Hg を採用した。なお、ここでの排水量とは、排ガス処理施設からの排水だけではなく、事業所で発生する排水を対象としている。

表 6.2.2 原燃料の加工・工業利用に伴う水への水銀放出量（2019FY）

排出源	排水中の水銀量（t-Hg）	出典（備考）
石炭火力発電所	0（排水あり）	電気事業連合会に対するヒアリング調査結果（排煙脱硫装置からの排水：定量下限値未満 注、排水量不明）
産業用石炭燃焼ボイラー	不明（排水あり）	日本ボイラ協会に対するヒアリング調査結果
非鉄金属製錬施設	0.097	日本鉱業協会に対するヒアリング調査結果（FY2018～FY2020 の 3 か年平均）
セメント製造施設	0（一部排水あり）	セメント協会に対するヒアリング調査結果（一部の工場で排水があるが、全て定量下限値注未満、排水量不明）
一次製鉄プラント	不明（排水あり）	日本鉄鋼連盟に対するヒアリング調査結果（水質汚濁防止法の排水基準に基づき管理）
二次製鉄プラント	0（排水なし）	日本鉄鋼連盟に対するヒアリング調査結果（乾式排ガス処理のため排水は発生しない）
石油精製施設	不明	石油連盟に対するヒアリング調査結果
原油・天然ガス生産施設	0（排水あり）	国内事業者に対するヒアリング調査結果（定量下限値注未満、排水量不明）
石油等の燃焼施設	不明	電気事業連合会に対するヒアリング調査結果
石灰製造施設	不明（排水あり）	日本石灰協会会員企業に対するヒアリング調査結果
カーボンブラック製造施設	不明（排水あり）	カーボンブラック協会に対するヒアリング調査結果
バイオマス燃焼を用いた電力・熱供給施設	不明（排水あり）	バイオマス発電事業者協会に対するヒアリング調査結果
フェロニッケル製造施設	0（排水あり）	日本鉱業協会会員企業に対するヒアリング調査結果（定量下限値注未満、排水量不明）
フェロマンガン製造施設	不明（排水あり）	日本フェロアロイ協会に対するヒアリング調査結果
合計	0.097	

注：定量下限値は 0.0005 mg/L

（２） 水銀使用製品の製造プロセスからの水への水銀放出量

業界団体等に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、水銀使用製品の製造プロセスからの水への水銀放出量は表 6.2.3 のとおり 0 である。

表 6.2.3　水銀使用製品の製造プロセスからの水への水銀放出量（2019FY）

品目	水銀放出量（kg-Hg）	ヒアリング先
ボタン電池	0（排水なし）	電池工業会
スイッチ・リレー	0（排水あり）	製造事業者（定量下限値注未満、排水量不明）
ランプ	0（一部排水あり）	日本照明工業会（一部の工場で排水があるが、定量下限値注未満、排水量不明）
工業用計測器	0（排水なし）	日本硝子計量器工業協同組合、日本圧力計温度計工業会、日本科学機器協会
医療用計測器	0（排水なし）	日本医療機器産業連合会
医薬品	0（排水なし）	日本ワクチン産業協会、製造事業者
無機薬品	0（排水なし）	製造事業者
合計	0	

注：定量下限値は 0.0005 mg/L

出典：「ヒアリング先」の欄に示す団体・事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果

（３） 水銀回収プロセスからの公共用水域への水銀放出量

水銀回収事業者に対する令和３年度ヒアリング調査結果によれば、水銀回収プロセスからの公共用水域への水銀放出量は 0.015 kg-Hg（＝0.000015 t-Hg）である。

（４） PRTR データにおける公共用水域への水銀放出量

2019 年度の PRTR データによれば、水銀及びその化合物の公共用水域への届出排出量、及びすそ切り以下排出量の推計結果は表 6.2.4 のとおりである。マテリアルフローでは、原燃料の加工・工業利用（非鉄金属製錬プロセス）からの放出量との重複を避けるため、PRTR データのうち「非鉄金属製造業」を除いた届出排出量とすそ切り以下排出量の合計値である 0.18 t-Hg を採用した。

表 6.2.4　水銀及びその化合物の公共用水域への放出量（2019 年度, PRTR データ）

業種コード	業種名	届出排出量（kg/年）	届出外排出量（すそ切り以下排出量）（kg/年）	マテフロ上の産業区分
500	金属鉱業	0	推計対象外	―
700	原油・天然ガス鉱業	0	推計対象外	原油・天然ガス生産
1200	食料品製造業	届出なし	1	―
1800	パルプ･紙･紙加工品製造業	3	推計対象外	パルプ・製紙製造施設
1900	出版･印刷･同関連産業	届出なし	0	―
2000	化学工業	0	0	―
2100	石油製品・石炭製品製造業	0	推計対象外	石油精製施設、カーボンブラック製造施設
2200	プラスチック製品製造	届出なし	0	―

業種コード	業種名	届出排出量（kg/年）	届出外排出量（すそ切り以下排出量）（kg/年）	マテフロ上の産業区分
	業			
2300	ゴム製品製造業	届出なし	推計対象外	—
2500	窯業・土石製品製造業	0	0	セメント製造、石灰製品製造施設
2600	鉄鋼業	0	0	一次・二次製鉄、フェロアロイ製造施設
2700	非鉄金属製造業注２	~~16~~	0	非鉄金属製錬、フェロニッケル製造施設
2800	金属製品製造業	届出なし	0	—
2900	一般機械器具製造業	届出なし	推計対象外	水銀使用製品の製造（電池、ランプ）
3000	電気機械器具製造業	届出なし	0	—
3200	精密機械器具製造業	届出なし	推計対象外	水銀使用製品の製造（工業用計測器、医療用計測器）
3400	その他製造業	届出なし	0	水銀使用製品の製造（医薬品、無機薬品）
3500	電気業	0	推計対象外	石炭火力発電所、石油火力発電所、LNG 火力発電所、バイオマス燃焼を用いた電力・熱供給施設
3700	熱供給業	届出なし	推計対象外	—
3830	下水道業	166	推計対象外	下水処理及び下水汚泥焼却施設（下水処理からの水放出の項目で PRTR 参照）
4400	倉庫業	届出なし	0	—
8620	商品検査業	届出なし	1	—
8630	計量証明業	0	0	—
8716	一般廃棄物処理業（ごみ処分業に限る。）	2	推計対象外	一般廃棄物焼却
8722	産業廃棄物処分業（特管産廃処分業を含む。）	3	推計対象外	産業廃棄物焼却
8800	医療業	届出なし	2	—
9140	高等教育機関	届出なし	0	—
9210	自然科学研究所	0	1	—
小計		174	5	
合計		179		

注１：「0 kg/年」は 0.5 kg 未満の数値を示す。

注２：原燃料の加工・工業利用（非鉄金属製錬プロセス）からの放出量との重複を避けるため、マテリアルフロー

の集計にあたっては「非鉄金属製造業」の値を除いている。
出典：PRTR インフォメーション広場、2019 年度データ（2021 年 3 月 19 日公表）
https://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/past_gaiyoR01.html

6.3　土壌への水銀放出

原燃料の加工・工業利用及び廃棄物焼却等からの排出物のうち、土壌に接触・混合又は直接敷きつめる用途で再資源化された量に含まれる水銀量を土壌への放出量とみなす。「2 原燃料の加工・工業利用に関するフロー」に示したように、当該排出物の再資源化量、及び再資源化量中の水銀量は表 6.3.1 のとおりである。土壌への水銀放出量は 0.53 t-Hg である。

表 6.3.1　原燃料の加工・工業利用及び廃棄物焼却等に伴う土壌への水銀放出量（2019FY）

排出源	排出物	再資源化用途	再資源化量（千 t ）	再資源化量中の水銀量（t-Hg）
石炭火力発電所	集塵機灰	土壌接触型	2,476	0.37
産業用石炭燃焼ボイラー	石炭灰	土壌接触型	241	0.040
下水処理施設	下水汚泥	緑農地利用	306	0.12
		合計		0.53

注：石炭火力発電所から排出される集塵機灰について、再資源化量中の水銀量は過小・過大推計の可能性がある。

以上