

我が国における水銀のマテリアルフロー調査結果

我が国における水銀に関するマテリアルフローの精緻化を目的に、データ収集や水銀を取り扱っている業者へのヒアリングなどの基礎調査を引き続き行っている。

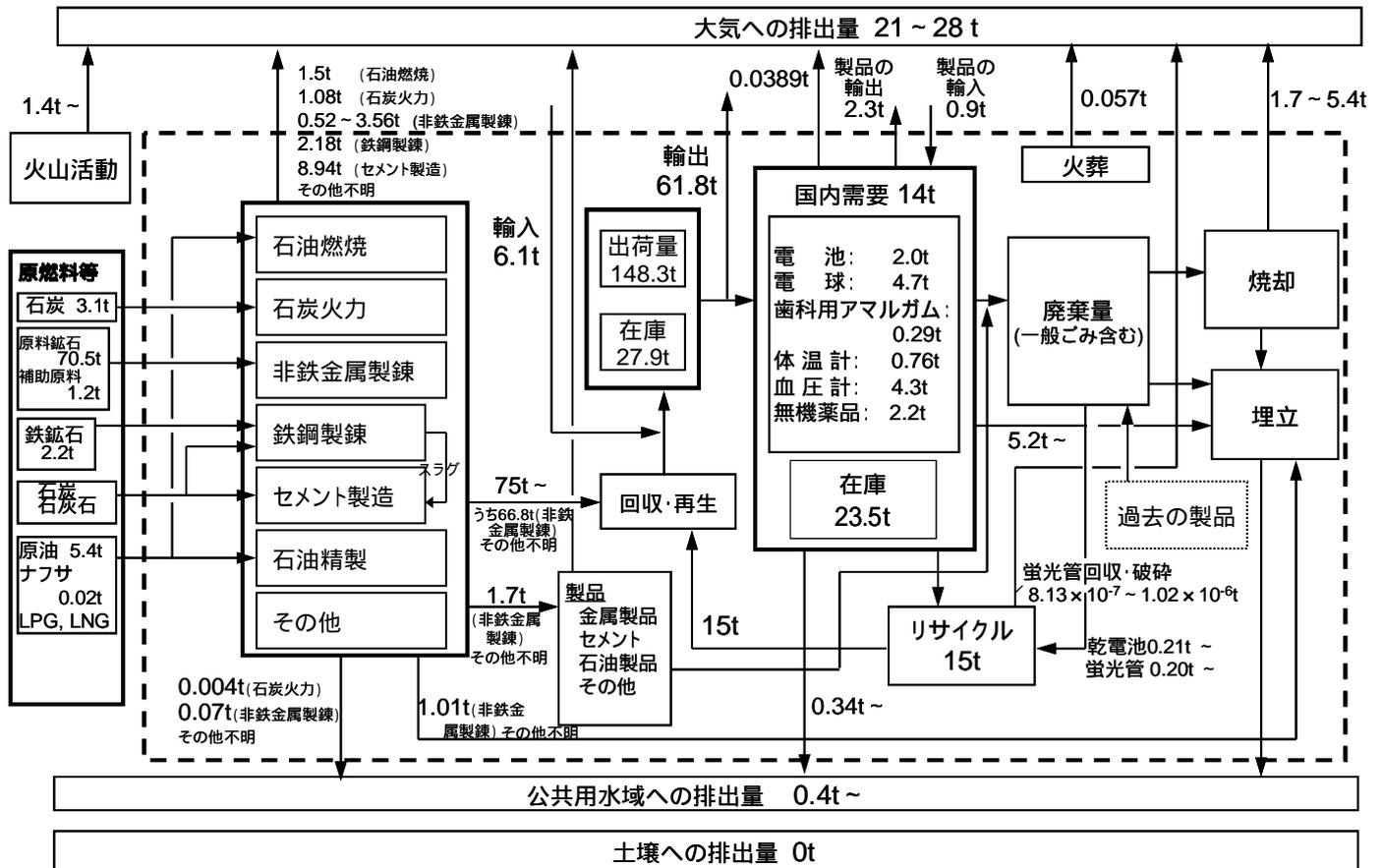
現在、業界からのデータが上がりつつある。それらを加えた現段階のマテリアルフローを示す。

1. マテリアルフロー

現段階のマテリアルフローを図 2.1 に示す。

環境への排出として、大気への排出量が 21 ~ 28 t、公共用水域への排出量が 0.34 t 以上、土壌への排出量が 0 t となっている。また、国内生産は 14 t となっている。

現在、収集可能なデータを用いたため、まだ特定されていない部分や、不整合の部分もあるが、今後引き続き精緻化に努めることとする。



注) 1. 図中の一部の数値については、出典の異なる数値を合わせている。
 2. 在庫は期末時点での在庫量を示す。

図 1.1 我が国の水銀に関するマテリアルフロー

1-1 追加点

今回のマテリアルフローには、新たに関連業界の調査結果に基づいた非鉄金属製錬に関する以下の数値を加え、文献の数値と合わせて記載した。

原材料に含まれる水銀は71.7t(原料鉱石70.5t、補助原料1.2t)であり、非鉄金属製錬により大気に0.52t、公共用水域に0.07tが排出されている。また、製品には1.7tが含まれる。製錬副産物として回収・再生される水銀量は66.8tである。

1-2 今後の課題と方針

今後のマテリアルフローの精緻化にあたって、行うべき課題を示す。

- ・ データの更新

現在、2005年までの統計資料に基づいた数値を使用している。今後、2007年までの最新の数値を入手し、差し替える。

- ・ 業界からのデータ入手

現在、関連業界において実測調査を行っている。今後それらの値を組み込み、マテリアルフローを改訂する。

今後は、これらの課題を解決しつつ、量が多い項目(在庫、回収・再生、リサイクル、輸出)などを重点的にさらに情報を収集しながら、精緻化を進めていく。

2. マテリアルフロー使用データ

2-1 国内出荷、在庫

表 2.1 に日本国内の水銀の出荷量・在庫量の内訳を示す。本統計は、資源・エネルギー庁鉱物資源課に月報として届け出されたデータをまとめたものである。出荷量は「水銀の販売業者」が出荷した水銀量であり、在庫（期末在庫）は「販売業者」「消費者」に分けて示している。

出荷量、在庫量については年変動が大きい。

なお、国内における鉱出は、1974年に北海道の鉱山が閉山したのを最後に行われていない。

表 2.1 出荷量・在庫量

(単位：kg)

種類	2001	2002	2003	2004	2005	5ヶ年平均
出荷量	143,606	29,961	205,663	132,400	229,898	148,306
期末在庫						
(販売業者)	122,159	5,935	4,331	3,450	3,830	27,941
(消費者)	58,339	54,086	2,460	1,324	1,337	23,509

(出典：非鉄金属需給統計年報(資源・エネルギー庁))

2-2 国内需要

我が国の用途別水銀需要量を表 2.2 に示す。データは各業界の統計資料などを参考にした。我が国では、水銀は電池、電球、歯科用アマルガム、水銀体温計、水銀血圧計、無機薬品としての需要があり、需要量は5ヶ年平均で約 **14 t** である。

表 2.2 我が国の用途別水銀需要量

(単位：kg)

分類	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	5ヶ年平均
電池 ¹⁾	2,500	2,030	1,810	1,910	1,830	2,016
電球(蛍光管・HIDランプ) ²⁾	5,062	4,498	4,551	4,656	4,722	4,698
歯科用アマルガム ³⁾	549	328	219	220	150	293
水銀体温計 ⁴⁾	825	543	1,069	792	587	763
水銀柱血圧計 ⁴⁾	7,611	4,425	3,986	3,664	1,890	4,315
無機薬品 ⁵⁾	2,200	3,200	1,900	1,900	1,700	2,180
苛性ソーダ製造	0	0	0	0	0	0
農薬	0	0	0	0	0	0
塩化ビニルモノマー製造	0	0	0	0	0	0
総計	18,747	15,024	13,535	13,142	10,879	14,265

出典 1)：(社)電池工業会資料 2)：(社)日本電球工業会資料 3)：薬事工業生産動態統計年報(厚生労働省) 4)：薬事工業生産動態統計年報(厚生労働省)の生産個数データにヒアリングによる水銀含有量を乗じて概算、5)：日本無機薬品協会資料、メーカーヒアリング

以下に、国内の水銀使用の状況を業種別に記述する。

電池

一次電池(使い捨ての電池)に使用されている水銀量を表 2.3 に示す。水銀量の総計は5ヶ年平均で **2,016kg** である。

表 2.3 一次電池の水銀使用量 (単位：kg)

種類	2001	2002	2003	2004	2005	5ヶ年平均
マンガン乾電池	0	0	0	0	0	0
アルカリ乾電池	0	0	0	0	0	0
アルカリボタン電池	300	240	190	200	150	216
酸化銀電池	1,600	1,090	1,050	1,110	1,100	1,190
水銀ボタン電池	0	0	0	0	0	0
空気亜鉛電池	600	700	570	600	680	630
リチウム電池	0	0	0	0	0	0
総計	2,500	2,030	1,810	1,910	1,830	2,016

(出典：(社)電池工業会ホームページ)

電球（蛍光ランプ、HID ランプ）

電球の水銀使用量の経年変化を表 2.4 に、また一般蛍光ランプの水銀原単位の水銀原単位の経年変化を図 3.1 に示す。水銀量の総計は、5 ヶ年平均で **4,698kg** である。

表 2.4 電球（蛍光ランプ、HID ランプ）の水銀使用量

種類			2001	2002	2003	2004	2005	5 ヶ年平均
蛍光ランプ	一般蛍光ランプ	生産量(千本)	382,288	361,926	366,810	364,809	361,211	367,409
		水銀量(mg/本)	10.6	9.2	8.5	8	7.5	8.8
		総水銀量(kg)	4,052	3,330	3,118	2,918	2,709	3,225
	バックライト	生産量(千本)	152,184	233,320	306,988	403,750	498,168	318,882
		水銀量(mg/本)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.8	2.5
		総水銀量(kg)	362	562	745	985	1,386	808
小計		総水銀量(kg)	4,414	3,892	3,863	3,903	4,095	4,033
HID ランプ(水銀量)	全生産数	生産量(千本)	5,731	5,940	7,641	9,532	9,284	7,626
	水銀量	水銀量(mg/本)	113.0	102.0	90.0	79.0	67.5	90
	総水銀量(kg)	648	606	688	753	627	664	
総計			5,062	4,498	4,551	4,656	4,722	4,698

注：2005 年におけるバックライトの一本当たりの水銀量増加は、液晶 TV 用（大型）の増加による。

出典：(社)日本電球工業会統計

歯科用アマルガム

歯科用アマルガムに使用される水銀の生産量を表 2.5 に示す。生産量は 5 ヶ年平均で **293kg** である。

表 2.5 歯科用アマルガムの国内生産量（単位：kg）

細目	2001	2002	2003	2004	2005	5 ヶ年平均
生産量	549	328	219	220	150	293

出典：2000～2004 薬事工業生産動態統計年報（厚生労働省）

：2005 (社)日本歯科商工協会データ

水銀体温計

水銀体温計については、電子体温計への切り替えが進んでおり、国内生産量は減

っている。しかし、薬事工業生産動態統計年報によると、2005年の水銀体温計の生産量は日本国内で783,000本であり、まだ多く生産されている。体温計中の水銀量は0.5～1gとされている。今回の概算では、含有量を0.75g/本として計算した。水銀使用量の5ヶ年平均は、763kgである。

表 2.6 水銀体温計の生産量

細目(単位)		2001	2002	2003	2004	2005	5ヶ年平均
水銀体温計	生産量 (千個)	1,100	724	1,425	1,056	783	1,018
	水銀使用量 (kg)	825	543	1,069	792	587	763

出典(生産量): 薬事工業生産動態統計年報(厚生労働省)

水銀柱血圧計

水銀柱血圧計についても、体温計同様、自動式(電子式)血圧計の生産が増えているが、水銀柱血圧計の方が正確に測れるとされており、2005年には39,709個が生産されている。血圧計中の水銀量は、3～4ccである(メーカー聞きとりによる)。今回の概算では、含有量を3.5cc/個(47.6g/個)として計算した。水銀使用量は5ヶ年平均で4,315kgである。

表 2.7 水銀柱血圧計の生産量

細目		2001	2002	2003	2004	2005	5ヶ年平均
水銀柱血圧計	生産量 (個)	159,899	92,954	83,739	76,985	39,709	90,657
	水銀使用量 (kg)	7,611	4,425	3,986	3,664	1,890	4,315

出典: 薬事工業生産動態統計年報(厚生労働省)

無機薬品（銀朱、昇汞、酸化第二水銀、水銀化合物）

銀朱、昇汞、酸化第二水銀、水銀化合物について、表 2.8 に示す。

表 2.8 銀朱、昇汞、酸化第二水銀、水銀化合物について

物質名		化学式	用途
銀朱	硫化水銀（ ）	HgS	漆器の着色、絵具、朱肉朱墨
昇汞	塩化水銀（ ）	HgCl ₂	塩化ビニル（触媒）*、マンガン電池の陰極用*、医薬品（殺菌）
酸化第二水銀	酸化水銀（ ）	HgO	塗料*、試薬、外用剤
水銀化合物	硫酸水銀（ ） 他	HgSO ₄ 他	試薬

* 現在、国内では使用されていない。

銀朱については、野村興産株式会社イトムカ鉱業所で、水銀量として年間約 1600kg を生産している。また、昇汞、酸化第二水銀については、最近 2 ヶ年の需要量は 0 である。その他の水銀化合物については、野村興産株式会社イトムカ鉱業所で、水銀量として年間約 240kg を生産している。水銀使用量の総計は、5 ヶ年平均で **2,180kg** である。

表 2.9 銀朱、昇汞、酸化第二水銀、水銀化合物の需要量

（単位：kg）

	2001 年度	2002 年度	2003 年度	2004 年度	2005 年度	5 ヶ年平均
銀朱	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
昇汞	200	1,300	100	0	0	320
酸化第二水銀	100	0	0	0	0	20
水銀化合物*	300	300	200	300	100	240
合計	2,200	3,200	1,900	1,900	1,700	2,180

（出典：日本無機薬品協会資料）

* 野村興産株式会社データ

国内需要量統計について

今回のマテリアルフローの需要量は、各業界からの統計資料等による需要量を積算したものを用いた。

また、国内の用途別需要量統計として資源・エネルギー庁から報告されているものもある。表 2.10 に、過去五ヶ年の国内需要量を示す。5ヶ年平均の総計は、8,6 t であり、積算した需要量約 14 t (表 2.2 参照)とは整合していなかった。

この統計は、水銀の消費者が記入した調査票によっている。分類の項目が少ないため、記入する際に分類が難しいことや、消費者間で水銀を売買したときにダブルカウントされるなど、実態を反映していない可能性もある。

表 2.10 過去 5 ヶ年の国内需要量統計

分 類	(単位：kg)					
	2001	2002	2003	2004	2005	5ヶ年平均
電気機器	2,289	432	1,061	1,137	1,225	1,229
計量器	3,335	1,083	1,525	1,290	626	1,572
無機薬品	1,477	10	3	0	0	298
電池材料	2,058	1,765	1,259	1,274	1,141	1,499
その他	1,208	3,669	4,427	4,157	6,509	3,994
総計	10,367	6,959	8,275	7,858	9,501	8,592

(出典：非鉄金属需給統計年報(資源・エネルギー庁))

2-3 リサイクル・回収の状況

石炭火力、金属製錬及びセメント製造の各プロセスから回収される水銀量や、乾電池、蛍光管等からのリサイクル量を業界へのヒアリングや統計資料よりまとめ表 2.10 に示す。

製錬副産物から約 75 t が回収されている。このうち、非鉄金属製錬からの製錬副産物は、66.8 t とされており、それ以外のプロセス（石炭火力、鉄鋼・製鉄、セメント製造、石油精製など）からは、約 8 t と見積もられる。

電池、照明器具、計器、無機薬品、医療機器、汚泥、建設機材、吸着材など製品・廃棄物からは約 15 t の金属水銀が回収され、出荷されている。

表 2.10 水銀の回収・再生・リサイクル量

項目	回収量
製錬副産物等からの回収量 ¹⁾	75 t ~
製品からの水銀リサイクル量 ¹⁾	15 t
乾電池からの水銀リサイクル量 ²⁾	0.21 t ~
蛍光管からの水銀リサイクル量 ²⁾	0.20 t ~

出典 1) : 75t、15t:野村興産株式会社データ

2) : 0.21t、0.20t: (社) 全国都市清掃会議資料(平成 15 ~ 18 年度平均)

2-4 輸出入状況

我が国の水銀（金属水銀）の過去 6 年間の輸出入量を表 2.11 に示す。輸出量の 5 ヶ年平均は 61,801kg、輸入量は 6,063kg となっている。特に輸出量は年変動が大きい。

表 2.11 我が国の水銀輸出入量

	(単位：kg)						5 ヶ年平均 (2001-2005)
	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	
輸出量	16,502	5,773	125,872	53,825	107,031	248,935	61,801
輸入量	11,045	6,902	5,459	3,454	3,453	3,453	6,063

出典：日本貿易統計年表

原料・燃料に含まれて輸入される水銀量（概算）

我が国に輸入される原料・燃料について、輸入量に水銀含有量(文献値)を乗じて、我が国に入ってくる総量を計算した。表 2.12 に示す。また、このほかに、非鉄金属製錬の原料鉱石として 2006 年度ベースで約 70t が我が国に入ってきている。

表 2.12 原料・燃料に含まれて輸入される水銀量

(単位: kg)

分類	水銀含有量 (mg/kg)	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	5ヶ年平均
鉄鉱石	0.0167 ¹⁾	2,109	2,159	2,206	2,286	2,209	2,194
石炭(石炭 火力使用)	0.0454 ²⁾	2,889	3,010	3,265	-	-	3,055
原油	0.026 ³⁾	5,411	5,189	5,480	5,389	5,469	5,388
ナフサ	0.001 ⁴⁾	20.4	20.4	20.9	20.1	19.4	20.2

出典

- 1) : Weiss *et al*/Ermittlung und Verminderung der Emissionen von Dioxinen und Furanen aus Thermischen Prozessen. Forschungsbericht 104 03 365/17. Umweltbundesamt(UBA)(1966)
 2) : 出典 伊藤茂男、横山隆壽、朝倉一雄、石炭火力発電所の微量物質排出実態調査、電力中央研究所報告,(2002)
 3) : 藤井正美 気圏における水銀,日本公衆衛生雑誌,23(9),(1976) 内藤季和、飯豊修司 固定発生源から排出される金属の環境への寄与()- 市原・袖ヶ浦地域について 千葉県公害研究所研究報告
 4) : OPEN SPEC NAPHTHA 上限値

製品に含まれて輸出される水銀量（概算）

電池(酸化銀電池)、電球(蛍光灯、HID ランプ)、水銀柱血圧計、水銀体温計について、製品に含まれて輸出される水銀量を統計値などにより概算した。表 2.13 に示す。製品に含まれて輸出される水銀量は、約 2.3t/年と推計される。

表 2.13 製品に含まれて輸出される水銀量

(単位: kg)

分類	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	5ヶ年平均
電池(酸化銀電池) ¹⁾	707	478	420	500	539	529
蛍光管・HID ランプ ²⁾	491	396	344	467	492	438
水銀体温計 ³⁾	85	82	151	67	43	85
水銀柱血圧計 ³⁾	1,489	1,374	1,520	1,182	859	1,285
総計	2,772	2,330	2,435	2,215	1,932	2,337

出典 1) : (社)電池工業会資料 2) : (社)日本電球工業会資料 3) : 薬事工業生産動態統計年報(厚生労働省)の生産個数データにヒアリングによる水銀含有量を乗じて概算、

製品に含まれて輸入される水銀量（概算）

電球（蛍光ランプ、HID ランプ）、水銀柱血圧計、水銀体温計について、製品に含まれ輸入される水銀量を概算した。

輸入品中の水銀量のデータは無いが、水銀体温計、水銀柱血圧計については、国産の物と形状が同一なため、含有量もほぼ同じであると見なされる。また、蛍光管・HID ランプについては、国内で生産されたものよりも含有量が多いことが考えられるが、ここでは国内生産されたものと同程度の水銀含有量であると仮定して計算した。

表 2.14 に示す。製品に含まれ輸入される水銀量は、約 0.9t/年と推計される。なお、このほか、ボタン電池などに含まれて輸入される水銀がある。

表 2.14 製品に含まれ輸入される水銀量

（単位：kg）

分類	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	5ヶ年平均
電池（酸化銀電池） ¹⁾						
蛍光管・HID ランプ ²⁾	268	291	297	338	380	322
水銀体温計 ³⁾	58	57	50	75	40	56
水銀柱血圧計 ³⁾	505	524	498	610	473	522
総計	831	872	844	1022	894	900

出典 1)：(社)電池工業会資料 2)：(社)日本電球工業会資料 3)：薬事工業生産動態統計年報（厚生労働省）の生産個数データにヒアリングによる水銀含有量を乗じて概算、

2-5 環境への排出状況

PRTR

PRTR（化学物質排出移動量届出制度）により公表された、大気、公共用水域及び土壌への水銀排出量を、表 2.15（届出による排出量）、表 2.16（石炭火力発電所からの推計排出量）に示す。

大気の排出量については過小評価されている可能性があるため、マテリアルフロー作成にあたっては、別資料やヒアリングによるデータを用いた。

表 2.15 PRTR による水銀の排出量（単位：kg/y）

		2001 年度	2002 年度	2003 年度	2004 年度	2005 年度	5ヶ年 平均
排出量	大気	325	98	14	21	32	98
	公共用水域	322	302	344	414	298	336
	土壌	0	0	0	0	0	0
	埋立て	4,012	3,838	14,042	2,472	1,442	5,161
合計		4,642	4,283	14,400	2,906	1,772	5,601

出典：環境省 PRTR 結果

表 2.16 石炭火力発電所からの排出量 単位：kg/y

項目		2001 年度	2002 年度	2003 年度	2004 年度	2005 年度	5ヶ年 平均
石炭火力発電所からの排ガス及び排水による排出（製品の使用に伴う低含有率物質）	大気	766.7	814.2	890.0	934.6	981.6	877.4
	公共用水域	3.5	3.7	4.0	4.2	4.4	4.0
	合計	770.2	817.9	894.0	938.8	986.0	881.4

出典：環境省 PRTR 結果

日本における水銀の排出インベントリー

PRTR で届出対象外の事業所等からの排出量も考慮して、貴田ら(2007)の研究報告書¹⁾および関係業界の提供データに基づき、日本全体（2002年）の水銀大気排出量は 21～28 t と推定している。

排出インベントリーを表 2.17 に示す。燃焼部門では石炭火力発電、産業用石油燃焼ボイラー、医療廃棄物、下水汚泥、その他の産業廃棄物焼却の寄与が大きく、また、製造部門では製鉄、非鉄金属製錬、セメント製造の割合が高いと考えられる。なお、排出実態については、主な関係業界において検討が行われているところである。

¹⁾ 貴田晶子、平井康宏、酒井伸一、守富寛、高岡昌輝、安田憲二：循環廃棄過程を含めた水銀の排出インベントリーと排出削減に関する研究、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

表 2.17 日本の水銀排出インベントリー (t/年)

部門	項目	大気への排出量	
燃焼部門	石炭燃焼	火力発電	1.081
		産業用ボイラー	0.33
	石油燃焼	火力発電	0.307
		産業用ボイラー	1.19
	一般廃棄物燃焼		0.107-0.247
	医療廃棄物燃焼		0.73-1.64
	下水汚泥焼却・溶融		0.253-1.46
	産業廃棄物燃焼	廃プラスチック類	0.016-0.537
		紙くず	0.013
		木くず	0.020-0.178
		繊維くず	0.0033-0.010
		ゴムくず	1.43×10^{-5} - 1.3×10^{-3}
		その他汚泥	0.521
		シュレッダーダスト	0.049-0.793
製造部門	鉄鋼・製鉄	2.18	
	非鉄金属製錬	0.52 ^{*1} -3.56	
	セメント製造	8.94 ^{*2}	
	石灰石製造	1.06	
	カーボンブラック製造	0.113	
	コーク製造	0.773	
	パルプ・製紙	0.423-0.648	
	塩素アルカリ工業	0	
	バッテリー製造	0.00087	
	電気スイッチ製造	0.00433	
	蛍光灯製造	0.026	
	その他の製造業	-	
	その他	火葬	0.057
蛍光灯回収・破碎		8.13×10^{-7} - 1.02×10^{-6}	
歯科(アマルガム)		0.0077	
埋立地ガス		-	
運輸(燃料由来)		0.797	
自然由来	火山	>1.4	
	山火事	-	
二次的な放出	農業	-	
他地域からの流入		-	
計		20.922-27.875	

出典：

貴田晶子、平井康宏、酒井伸一、守富寛、高岡昌輝、安田憲二：循環廃棄過程を含めた水銀の排出インベントリーと排出削減に関する研究、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

*1) 日本鋳業協会 2006 年度データに基づく亜鉛、鉛、銅製錬所からの排出量

*2) (社)日本セメント協会 2006 年データに基づく

マテリアルフローに使用するため、いくつかの項目の数値を抽出・合算した。

・石油燃焼、石炭火力、鉄鋼・製鉄、非鉄金属製錬、セメント製造から大気への水銀排出量

表 4.3 に示したインベントリより、各項目を抽出・合算して、石油燃焼、石炭火力、金属製錬及びセメント製造の各プロセスから大気に排出される水銀量をまとめた。表 2.18 ~ 2.22 に示す。

表 2.18 石炭火力発電に伴う大気への水銀排出量

部門	項目	大気への水銀排出量 (t/年)
燃焼部門	石炭燃焼 火力発電	1.081
計		1.081

表 2.19 石油燃焼に伴う大気への水銀排出量

部門	項目	大気への水銀排出量 (t/年)
燃焼部門	石油燃焼 火力発電 産業用ボイラー	0.307 1.19
計		1.497

表 2.20 鉄鋼・製鉄に伴う大気への水銀排出量

部門	項目	大気への水銀排出量 (t/年)
製造部門	鉄鋼・製鉄	2.18
計		2.18

表 2.21 非鉄金属製錬に伴う大気への水銀排出量

部門	項目	大気への水銀排出量 (t/年)
製造部門	非鉄金属	0.52-3.56
計		0.52-3.56

表 2.22 セメント製造に伴う大気への水銀排出量

部門	項目	大気への水銀排出量 (t/年)
製造部門	セメント製造	8.94
計		8.94

・廃棄物焼却による大気排出

項目のうち、廃棄物焼却について以下の項目を合算した。表 2.23 に示す。廃棄物焼却に伴う水銀排出量は 1.7～5.4 t であった。

表 2.23 廃棄物焼却に伴う大気への水銀排出量

部門	項目	大気への水銀排出量 (t/年)	
燃焼部門	一般廃棄物燃焼	0.107-0.247	
	医療廃棄物燃焼	0.73-1.64	
	下水汚泥焼却・溶融	0.253-1.46	
	産業廃棄物燃焼	廃プラスチック類	0.016-0.537
		紙くず	0.013
		木くず	0.020-0.178
		繊維くず	0.0033-0.010
		ゴムくず	1.43×10^{-5} - 1.3×10^{-3}
		その他汚泥	0.521
		シュレッダーダスト	0.049-0.793
合計	1.7-5.4		

・内需からの大気排出

内需からの排出を抽出・合算したものを表 2.24 に示す。内需からの水銀排出量は 0.0389 t であった。

表 2.24 内需からの水銀排出量

部門	項目	大気への水銀排出量 (t/年)
製造部門	バッテリー製造	0.00087
	電気スイッチ	0.00433
	蛍光灯製造	0.026
	歯科(アマルガム)	0.0077
計		0.0389

・その他

その他、分類が難しいものの大気排出量を表 2.25 に示す。

表 2.25 その他の水銀排出量

部門	項目	大気への水銀排出量 (t/年)
その他	火葬	0.057
	蛍光管回収・破砕	8.13×10^{-7} - 1.02×10^{-6}

・自然由来

自然由来の水銀の大気排出量については、 $>1.4t^1$ と見積もられている。

¹ Nakagawa, R. (1987) Mercury sources in environmental atmosphere. *Anzen-Kogaku*; 26: 70-78.