

## 我が国における水銀のマテリアルフロー調査結果(中間報告)

### 1. 目的

我が国における水銀に関するマテリアルフローを作成するために、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行っている。

中間報告として、現段階のマテリアルフローについて報告する。

### 2. 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 23~28 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、国内需要は 14 t となっている。

まだ数値が特定されていない部分もあるが、今後調査を引き続き行い、精緻化する予定である。

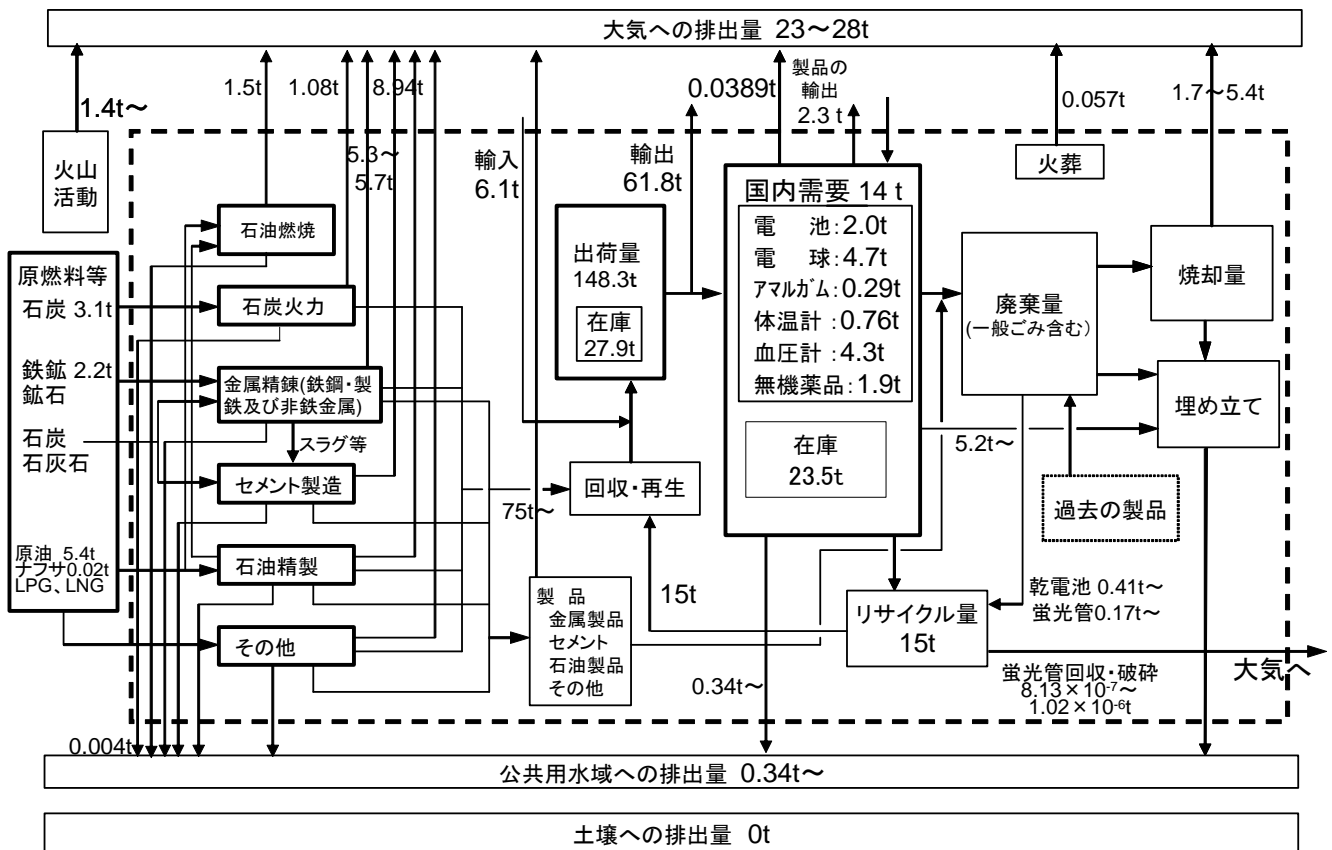


図 2.1 我が国の水銀に関するマテリアルフロー

### 3. 国内の水銀状況

#### 3-1 国内出荷、在庫

表 3.1 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 3.1 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）)

### 3-2 国内需要

我が国の用途別水銀需要量を表 3.2 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 3.2 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 <sup>1)</sup>              | 2,500  | 2,030  | 1,810  | 1,910  | 1,830  | 2,016  |
| 電球（蛍光管・HID ランプ） <sup>2)</sup> | 5,062  | 4,498  | 4,551  | 4,656  | 4,722  | 4,698  |
| 歯科用アマルガム <sup>3)</sup>        | 549    | 328    | 219    | 220    | 150    | 293    |
| 水銀体温計 <sup>4)</sup>           | 825    | 543    | 1,069  | 792    | 587    | 763    |
| 水銀柱血圧計 <sup>4)</sup>          | 7,611  | 4,425  | 3,986  | 3,664  | 1,890  | 4,315  |
| 無機薬品 <sup>5)</sup>            | 1,900  | 2,900  | 1,700  | 1,600  | 1,600  | 1,940  |
| 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                            | 18,447 | 14,724 | 13,335 | 12,842 | 10,779 | 14,025 |

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。

## ①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 3.3 に示す。水銀量の総計は5ヶ年平均で2,016kgである。

表 3.3 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)

### ・状況

一次電池については空気中の酸素との反応抑制剤や腐食防止剤として、水銀が用いられてきた

特に多く使用されていたのが、マンガン乾電池とアルカリ乾電池であるが、封口構造の改善により外気の進入を防いだり、不純物をなくす精製方法の採用や、水銀に代わる反応抑制剤の導入により、国内では、90年代の初頭に使用されなくなった。

また、水銀ボタン電池については、小型で放電圧が長時間一定しており、寿命も長いという特徴を有し、陽極に酸化水銀、負極に亜鉛、電解液に水酸化カリウム溶液を用いられていた。約80%は補聴器用で、医療機器、測定機、カメラ、電卓、ゲーム機などにも使われていたため、国内各社は、まず補聴器用水銀電池を、より水銀量の少ない空気亜鉛電池に切り換えるよう奨励し、1996年頃を最後に製造が中止された。

現在、水銀が使われているのは、アルカリボタン電池、酸化銀電池、空気亜鉛電池の3種類である。

この中で、酸化銀電池については、亜鉛が電解液と反応して水素を発生することを防ぐため、亜鉛の表面を水銀で覆う処理が行われているが、近年は、腐食抑制剤や水素を吸着する物質の使用により、水銀0使用を実現した製品が開発されている。

1987年には総計169,240 kgの水銀が一次電池に使用されていたが、その後使用量は減っていき、2005年には1,830kgとなっている。

## ②電球（蛍光ランプ、HID ランプ）

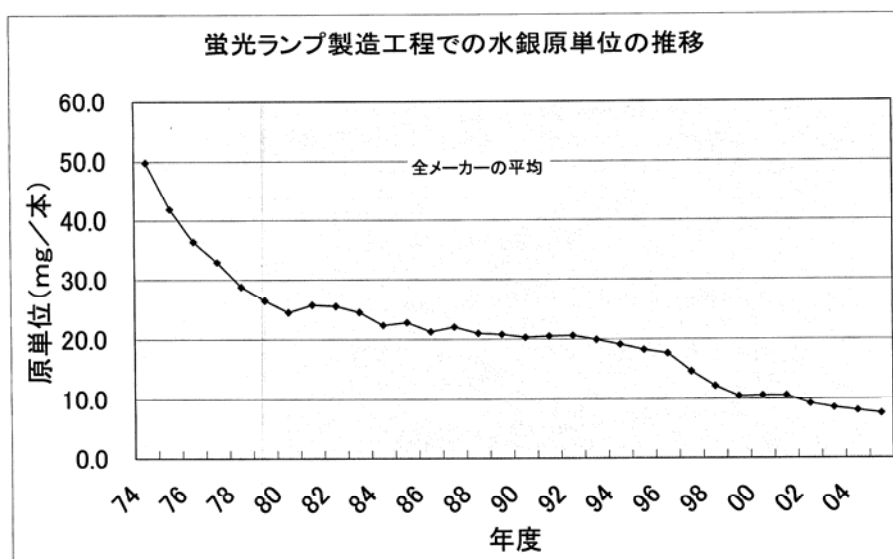
電球の水銀使用量の経年変化を表 3.4 に、また一般蛍光ランプの水銀原単位の水銀原単位の経年変化を図 3.1 に示す。水銀量の総計は、5 ヶ年平均で **4,698kg** である。

表 3.4 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     | 生産量(千本)   | 382,288 | 361,926 | 366,810 | 364,809 | 361,211      | 367,409 |
|              | ランプ      | 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 |
|              | イト       | 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   |
|              | ランプ)     | 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   | <b>4,698</b> |         |

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



出典：(社) 日本電球工業会統計

図 3.1 原単位の推移

水銀が用いられる電球として、蛍光灯と HID ランプ（水銀ランプ）があげられる。

蛍光灯の中には、水銀が蒸気の形で封入されており、加熱されたフィラメントから放射された熱電子が水銀粒子に衝突すると、水銀は励起状態になって紫外線を発する。この紫外線が、蛍光管の内側に塗布された蛍光物質に当たると、蛍光物質が励起して可視光が放出される。

HID ランプ（水銀ランプ）は、原理は同じであるが、封入される水銀の蒸気圧がより高圧であり、街路樹等に用いられている。

一本の蛍光灯に含まれる水銀量は 1974 年頃には 50mg 程度であったが、2005 年については 7.5mg と低減している。またバックライトは 2.8mg である。

低減技術としては、

- ・ 封入技術の進歩（直接投入から、ペレットによる封入）
  - ・ 高効率、低水銀の 3 波長型蛍光管の普及
  - ・ LED バックライト（水銀フリー）の導入
- などが挙げられる。

### ③ 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 3.5 に示す。生産量は 5 ヶ年平均で 293kg である。

表 3.5 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

#### ・ 状況

水銀が他の金属と反応し、柔らかい合金（アマルガム）を作る性質により、主に歯に充填される歯科治療材料として利用されていた。

1970 年においては、約 5,200kg のアマルガムが生産されていた。しかし、劣化や腐食に伴う摂取や、物を噛んだ際の摩擦熱による蒸気吸入などが懸念され、使用量は減っている。

代替技術としては、金銀パラジウム合金やセラミック、コンポジットレジンなどが用いられている。

### ④ 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 3.6 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<br>(千個)   | 1,100 | 724  | 1,425 | 1,056 | 783  | 1,018 |
|         | 水銀使用量<br>(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)

### ⑤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きているが、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 3.7 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<br>(個)    | 159,899 | 92,954 | 83,739 | 76,985 | 39,709 | 90,657 |
|        | 水銀使用量<br>(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)

### ⑥無機薬品 (銀朱、昇汞、酸化第二水銀)

銀朱、昇汞、酸化第二水銀について、表 3.8 に示す。

表 3.8 銀朱、昇汞、酸化第二水銀について

| 物質名    |           | 化学式               | 用途                              |
|--------|-----------|-------------------|---------------------------------|
| 銀朱     | 硫化水銀 (II) | HgS               | 漆器の着色、絵具、朱肉朱墨                   |
| 昇汞     | 塩化水銀 (II) | HgCl <sub>2</sub> | 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 (II) | HgO               | 塗料、試薬、外用剤                       |

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。水銀使用量の総計は、5 ヶ年平均で 1,940kg である。

表 3.9 昇汞、酸化第二水銀の需要量

(単位 : kg)

|        | 2001<br>年度 | 2002<br>年度 | 2003<br>年度 | 2004<br>年度 | 2005<br>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     |
| 合計     | 1,900      | 2,900      | 1,700      | 1,600      | 1,600      | 1,940  |

(出典 : 日本無機薬品協会資料)



### ⑧国内需要のトレンド

我が国における水銀の国内需要量の推移（1956～2005年）を図3.2に示す。国内需要量は1964年がピークで約2,500tが使用されていたが、その後、使用量の削減や他の安全な物質への代替などの技術導入が図られ、表3.10に示すとおり、2005年の需要量は約10tとなっている。

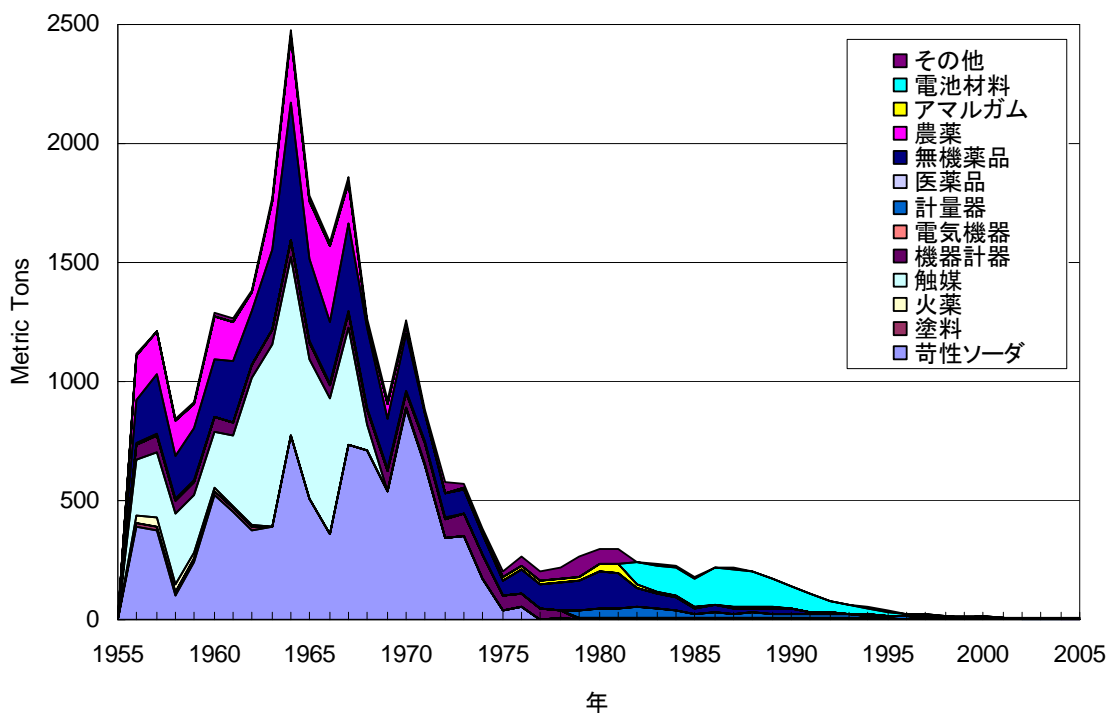


表 3.10 過去 5 ヶ年の国内需要量統計

(単位 : kg)

| 分類    | 2001   | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 電気機器  | 2,289  | 432   | 1,061 | 1,137 | 1,225 |
| 計量器   | 3,335  | 1,083 | 1,525 | 1,290 | 626   |
| 無機薬品  | 1,477  | 10    | 3     | 0     | 0     |
| 電池材料  | 2,058  | 1,765 | 1,259 | 1,274 | 1,141 |
| その他   | 1,208  | 3,669 | 4,427 | 4,157 | 6,509 |
| 消費量総計 | 10,367 | 6,959 | 8,275 | 7,858 | 9,501 |

(出典：非鉄金属需給統計年報（資源・エネルギー庁）)

### 3-3 リサイクル・回収の状況

石炭火力、金属精錬等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 3.11 に示す。

精錬副産物から約 75 t、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・廃棄物から約 15 t の金属水銀が回収され、出荷されている。

表 3.11 水銀の回収・再生・リサイクル量

| 項目                           | 回収量      |
|------------------------------|----------|
| 精錬副産物等からの回収量 <sup>1)</sup>   | 75 t ~   |
| 製品からの水銀リサイクル量 <sup>1)</sup>  | 15 t     |
| 乾電池からの水銀リサイクル量 <sup>2)</sup> | 0.41 t ~ |
| 蛍光管からの水銀リサイクル量 <sup>2)</sup> | 0.17 t ~ |

出典 1) : 野村興産株式会社データ 2) : (社) 全国都市清掃会議資料

### 3-4 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 3.12 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 3.12 我が国の水銀輸出入量

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

出典：日本貿易統計年表

図 3.3 に我が国の水銀の輸出入量のトレンドを示す。

1970年代前半までは輸入量が多かったが、その後輸出量が増えている。また、最近の10ヶ年では、輸出量が増えている。

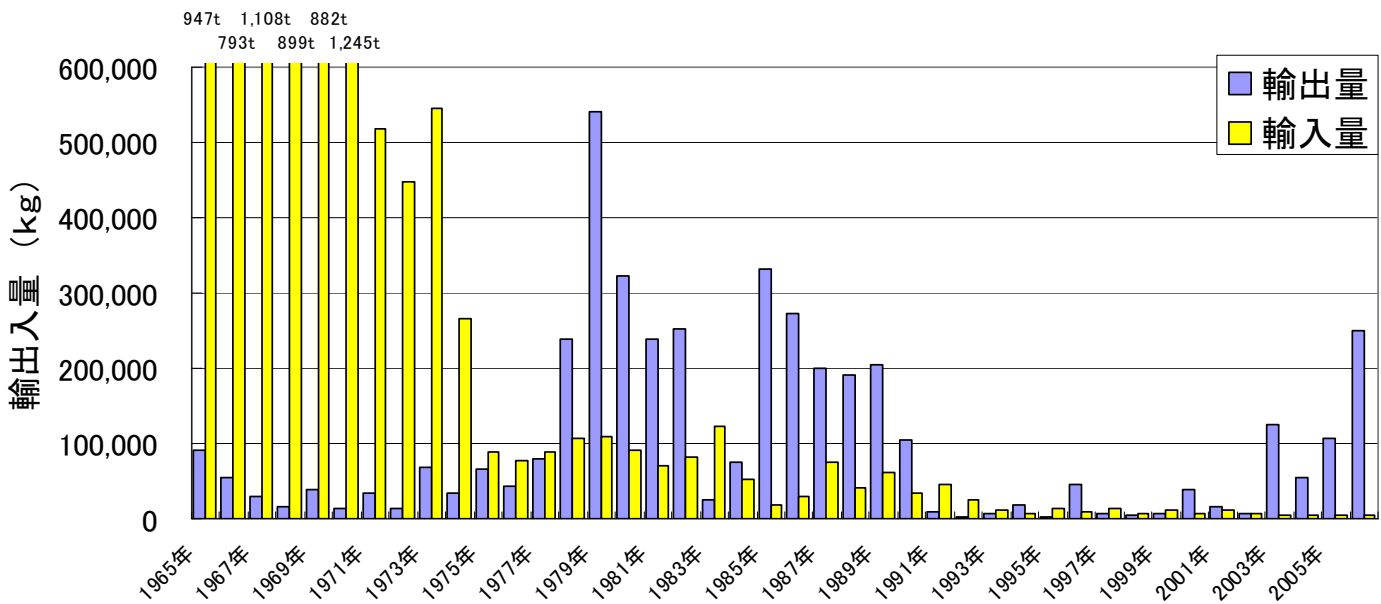


図 3.3 水銀輸出入量（1965～2006年）

出典：日本貿易統計年表

注：1965～1981年統計については、「鉄鋼製水銀用フラスコ入り水銀」と「その他の水銀の合算」

#### ① 輸出の詳細

2000年以降の各年の各国に対する輸出量の多い国3カ国を表 3.13 に示す。オランダ、インドなどが多い。

表 3.13 我が国の国別輸出量の上位 3 カ国

(単位 kg)

|      | 2000 年         | 2001 年         | 2002 年          | 2003 年          | 2004 年         | 2005 年         | 2006 年        |
|------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|
| 1 位国 | アメリカ<br>32,913 | オランダ<br>11,040 | イラン<br>2,100    | オランダ<br>102,330 | オランダ<br>34,770 | オランダ<br>86,250 | イラン<br>81,420 |
| 2 位国 | 北朝鮮<br>2,001   | イラン<br>3,759   | インドネシア<br>1,595 | インド<br>17,250   | インド<br>17,250  | インド<br>8,625   | 香港<br>56,925  |
| 3 位国 | 香港<br>990      | インドネシア<br>968  | ベトナム<br>800     | エジプト<br>1,950   | ベトナム<br>975    | 韓国<br>3,622    | インド<br>34,500 |

輸出業者に対して、相手先の用途を輸出許可申請書（経済産業省に申請）に記載することが義務づけられている。このため、輸出業者は、相手国の業者からの申告を求めており、大体の用途については把握している。

2006 年の各国の用途について、輸出業者に対して、ヒアリングを行った結果を表 3.14 に示す。

表 3.14 輸出相手国の水銀用途

| 輸出相手国 | 輸出量<br>(kg/年) | 用途   |
|-------|---------------|--|
| イラン   | 81,420        | 苛性ソーダ工場での使用  |
| 香港    | 56,925        | 塩化ビニル製造時の触媒使用  |
| インド   | 34,500        | 電球製造（蛍光管ランプ:CFL）<br>計器メーカー（血圧計、体温計）<br>化学工業（VCM 用の触媒、苛性ソーダ製造では不使用） |
| スペイン  | 17,250        | オランダの倉庫に一時保管され、クロルアルカリ、測定計器、<br>蛍光管製造等に使用される可能性が高い                 |
| ミャンマー | 17,250        | 蛍光ランプ製造  |
| フィリピン | 12,938        | 金鉱山での使用  |
| マレーシア | 1,725         | 金鉱山での使用  |

出典：輸出業者資料

② 輸入の詳細

2000年以降の毎年の国別輸入量を表 3.15 に示す。

スペインからの輸入が多い。その他、アメリカ、オランダ、アルジェリアなどから輸入されている。

表 3.15 我が国の国別輸入量

(単位 kg)

|             | 2000年         | 2001年            | 2002年           | 2003年         | 2004年         | 2005年         | 2006年         |
|-------------|---------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 輸入国と<br>輸入量 | スペイン<br>6,900 | アルジェリア<br>11,040 | スペイン<br>3,450   | スペイン<br>5,450 | スペイン<br>3,450 | スペイン<br>3,450 | スペイン<br>3,450 |
|             | アメリカ<br>1     | ドイツ<br>4         | アルジェリア<br>3,450 | アメリカ<br>9     | オランダ<br>2     | アメリカ<br>3     | アメリカ<br>3     |
|             |               | アメリカ<br>1        | アメリカ<br>2       |               | アメリカ<br>2     |               |               |
|             |               |                  |                 |               |               |               |               |

出典：日本貿易統計年表

### 3-5 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 3.16 に示す。

表 3.16 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<br>(mg/kg)     | 2001年 | 2002年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 5ヶ年平均 |
|----------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 鉄鉱石            | 0.0167 <sup>1)</sup> | 2,109 | 2,159 | 2,206 | 2,286 | 2,209 | 2,194 |
| 石炭（石炭<br>火力使用） | 0.0454 <sup>2)</sup> | 2,889 | 3,010 | 3,265 | —     | —     | 3,055 |
| 原油             | 0.026 <sup>3)</sup>  | 5,411 | 5,189 | 5,480 | 5,389 | 5,469 | 5,388 |
| ナフサ            | 0.001 <sup>4)</sup>  | 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. Umweltsbundesamt(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(I)・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

### 3-6 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（蛍光ランプ、HID ランプ）、水銀柱血压計、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 3.17 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 3.17 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） <sup>1)</sup>   | 707   | 478   | 420   | 500   | 539   | 529   |
| 蛍光管・HID ランプ <sup>2)</sup> | 491   | 396   | 344   | 467   | 492   | 438   |
| 水銀体温計 <sup>3)</sup>       | 85    | 82    | 151   | 67    | 43    | 85    |
| 水銀柱血压計 <sup>3)</sup>      | 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、

### 3-7 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、輸入される製品が、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、製品に含まれ輸入される水銀量を概算した。表 3.18 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 3.18 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） <sup>1)</sup>   | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 蛍光管・HID ランプ <sup>2)</sup> | 268   | 291   | 297   | 338   | 380   | 322   |
| 水銀体温計 <sup>3)</sup>       | 58    | 57    | 50    | 75    | 40    | 56    |
| 水銀柱血圧計 <sup>3)</sup>      | 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、

## 4. 環境への排出状況

### 4-1 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 4.1（届出による排出量）、表 4.2（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 4.1 PRTR による水銀の排出量 (単位：kg/y)

|     |       | 2001<br>年度 | 2002<br>年度 | 2003<br>年度 | 2004<br>年度 | 2005<br>年度 | 5ヶ年<br>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 4.2 石炭火力発電所からの排出量 単位：kg/y

| 項目   |       | 2001<br>年度 | 2002<br>年度 | 2003<br>年度 | 2004<br>年度 | 2005<br>年度 | 5ヶ年<br>平均 |
|--|-------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 石炭火力発電所から<br>の排ガス及び排水に<br>よる排出（製品の使用<br>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

### 4-2 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<sup>1)</sup>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23～28tと推定している。

排出インベントリーを表 4.3 に示す。燃焼部門では石炭火力発電、事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、非鉄金属精錬、セメント製造の割合が高いと考えられる。なお、

<sup>1)</sup> 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



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。

表 4.3 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   |
|           |           | 事業用ボイラー       | 0.33  |
|           | 石油燃焼      | 火力発電          | 0.307   |
|           |           | 事業用ボイラー       | 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・熔融 |               | 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          | $1.43 \times 10^{-5}$ - $1.3 \times 10^{-3}$  |
|           |           | 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          | 2.97  |
|           |           | 亜鉛一次          | 0.00401                                       |
|           |           | 亜鉛二次          | 0.00555-0.496                                 |
|           |           | 鉛一次           | 0.0149  |
|           |           | 鉛二次           | 0.0627  |
|           |           | 銅一次           | 0.00886                                       |
|           |           | 銅二次           | —   |
|           |           | 金             | 0.00356                                       |
|           |           | ニッケル一次        | 0.00317                                       |
|           |           | ニッケル二次        | 8.94 <sup>*1</sup>                            |
|           |           | セメント製造        | 1.06  |
|           |           | 石灰石製造         | 0.113   |
|           |           | カーボンブラック製造    | 0.773   |
|           |           | コーク製造         | 0.423-0.648                                   |
|           |           | パルプ・製紙        | 0   |
|           |           | 塩素アルカリ工業      | 0.00087                                       |
|           |           | バッテリー製造       | 0.00433                                       |
|           |           | 電気スイッチ製造      | 0.026   |
|           |           | 蛍光灯製造         | —   |
|           |           | その他の製造業       | —   |
|           | その他       | 火葬            | 0.057   |
|           |           | 蛍光灯回収・破砕      | $8.13 \times 10^{-7}$ - $1.02 \times 10^{-6}$ |
| 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         |           | 23.475-27.878 |   |

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) (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。

① 石油燃焼、石炭火力、金属精錬、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、金属精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 4.4、4.5、4.6、4.7 に示す。

表 4.4 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<br>(t/年) |
|------|--------------|--------------------|
| 燃焼部門 | 石炭燃焼<br>火力発電 | 1.081              |
| 計    |              | 1.081              |

表 4.5 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<br>(t/年) |
|------|-------------------------|--------------------|
| 燃焼部門 | 石油燃焼<br>火力発電<br>事業用ボイラー | 0.307<br>1.19      |
| 計    |                         | 1.497              |

表 4.6 金属精錬（鉄鋼・製鉄及び非鉄金属）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<br>(t/年) |               |
|------|--------|--------------------|---------------|
| 製造部門 | 鉄鋼・製鉄  | 2.18               |               |
|      | 非鉄金属   | 亜鉛一次               | 2.97          |
|      |        | 亜鉛二次               | 0.00401       |
|      |        | 鉛一次                | 0.00555-0.496 |
|      |        | 鉛二次                | 0.0149        |
|      |        | 銅一次                | 0.0627        |
|      |        | 銅二次                | 0.00886       |
|      |        | 金                  | —             |
|      |        | ニッケル一次             | 0.00356       |
|      | ニッケル二次 | 0.00317            |               |
| 計    |        | 5.3-5.7            |               |

表 4.7 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<br>(t/年) |
|------|--------|--------------------|
| 製造部門 | セメント製造 | 8.94               |
| 計    |        | 8.94               |

② 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 4.8 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 4.8 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<br>(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・熔融 | 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               | $1.43 \times 10^{-5}$ - $1.3 \times 10^{-3}$ |
|      |           | その他汚泥              | 0.521  |
|      |           | シュレツダーダスト          | 0.049-0.793                                  |
| 合計   |           | 1.7-5.4            |  |

③ 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 4.9 に示す。内需からの水銀排出量は 0.0389 t であった。

表 4.9 内需からの水銀排出量

| 部門   | 項目        | 大気への水銀排出量<br>(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             |

④ その他

その他、分類が難しいものの大気排出量を表 4.10 に示す。

表 4.10 その他の水銀排出量

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

⑤ 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。

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