

有害金属対策に係わる国際対応並びに  
国内戦略策定のための予備的検討結果  
報 告 書

## 目 次

1 はじめに.....	1
2 有害金属対策に関する国際的な動向及び環境省としての対応.....	2
2.1 UNEP 水銀プログラムについて.....	2
2.2 UNEP 鉛・カドミウムアセスメントについて.....	4
2.3 EU における製品中含有金属に着目した規制について.....	4
3 有害金属について.....	11
3.1 対象とすべき有害金属の選定.....	11
3.2 有害金属の基礎的情報.....	12
4 排出インベントリーについて.....	13
4.1 国内における排出インベントリー.....	13
4.2 欧米における大気への排出インベントリーの整備状況.....	18
4.3 国内の排出インベントリーの整備に関する課題等.....	22
5 マテリアルフローに関する状況について.....	23
5.1 既存のマテリアルフロー.....	23
5.2 マテリアルフローの精緻化に向けた課題等.....	28
6 大気中の有害金属のモニタリングについて.....	32
7 製品中の金属含有実態の把握状況について.....	34
7.1 製品及び廃棄物中に含有する金属の調査事例について.....	34
7.2 マテリアルフローの精緻化に向けた製品中の金属含有実態の把握.....	36
8 まとめ.....	38

## 資料編

### 資料1 UNEP 提出資料（和文）

鉛に関するデータ集

カドミウムに関するデータ集

### 資料2 PRTR 制度の対象となる金属と金属化合物の排出データ

### 資料3 PRTR 制度の対象となる金属と金属化合物の基礎データ

### 資料4 EU の大気排出インベントリー作成に関する総合的手引書における排出係数等の算出方法及び算出例

### 資料5 EMEP 地域内の各国における水銀・鉛・カドミウムの大気排出量の経年推移

### 資料6 米国の「2002 National Emissions Inventory Data - Point Sector Data」

### 資料7 化管法対象有害金属に関する主な業種の1事業所当りの平均取扱量等

## 1 はじめに

近年、残留性有機汚染物質の問題と並び、水銀等の重金属による地球規模の汚染への対応が課題となっている。UNEP においては、平成 13 年より世界水銀アセスメントを開始し、平成 15 年からは水銀プログラムを実施しているほか、平成 17 年より、カドミウムや鉛について、水銀プログラムのプロセスを他の有害金属にも適用し、国際的な取り組みの在り方を検討するための情報収集が開始されたところである。欧州においては、長距離越境大気汚染防止条約に基づく重金属議定書が平成 10 年に採択されており、近年は、平成 15 年に製品が廃棄物となった際に環境中に排出される有害な化学物質によるリスクを削減することを目的に電気・電子機器などに含有している重金属等の規制が制定（平成 18 年 7 月以降に上市される製品に適用予定）されるなど、製品への有害金属の含有規制が強化されている。

環境省では、こうした背景を踏まえ、平成 17 年度に「有害金属対策に関する検討のための準備会議」を開催し、UNEP 等における国際的な有害金属対策の議論に対応するとともに、将来の我が国としての中長期的な有害金属対策の予備的な検討に資する基礎資料を収集してきたところである。

本報告書は、収集された基礎資料に基づいて、平成 17 年度に環境省が実施した有害金属対策に関わる国際的な対応状況ならびに「有害金属対策に関する検討のための準備会議」において以下の検討委員によって議論された成果等についてとりまとめたものである。

### 有害金属対策に関する検討のための準備会議検討委員

（敬称略、五十音順）

氏名	所属及び役職
貴田 晶子	国立環境研究所 循環型社会形成推進・廃棄物研究センター 有害廃棄物管理研究室 主任研究員
酒井 伸一	京都大学 環境保全センター 教授
坂本 峰至	国立水俣病総合研究センター 国際・総合部 部長
鈴木 規之	国立環境研究所 内分泌かく乱化学物質及びダイオキシン類のリスク評価と管理研究プロジェクト サブリーダー
高橋 謙	産業医科大学 産業生態科学研究所 環境疫学研究室 教授
遠山 千春	東京大学大学院 医学系研究科 疾患生命工学センター 健康・環境医工学部門 教授
守富 寛	岐阜大学大学院 工学研究科 環境エネルギーシステム専攻 教授
安田 憲二	岡山大学 環境理工学部 環境デザイン工学科 環境影響評価学研究室 非常勤研究員

座長

## 2 有害金属対策に関する国際的な動向及び環境省としての対応

### 2.1 UNEP 水銀プログラムについて

#### (1) 水銀に対する UNEP の取り組みの経緯

UNEP では「水銀のグローバルアセスメント」を実行し、2002 年 12 月に報告書を公表している。また、2003 年 2 月の第 22 回管理理事会において、この報告書の主要な成果に基づいて、以下の結論及び決議を得ている。

- 人の健康や環境に対するリスクを低減するためのより国際的な対策を正当化できるほど水銀による重大な地球規模の悪影響の証拠があること
- 国内、地域及び地球規模での、緊急対応と長期対策を、可能な限り早期に着手すること

管理理事会は、UNEP に対して、水銀汚染に関する対応策を取ろうとする国への技術的な支援及びキャパシティービルディングを開始するよう求め、UNEP はこの要請に応じて、UNEP Chemicals のなかに水銀プログラムを設立した。

2005 年 2 月の第 23 回管理理事会では、化学物質管理に関する包括的決議を採択し、水銀については、環境中に放出された水銀による人の健康や環境へのリスクを低減するための一つのアプローチとして、国家とその他のステークホルダーの間での水銀パートナーシッププログラムを提唱する決議がなされた。

#### (2) UNEP 水銀プログラムへの我が国としての対応

我が国政府に対しては、特に途上国や移行経済国において可能な限り早期に優先的なパートナーシップ分野を定めることや、そのための試験的なパートナーシップを開始することについての情報を提供するよう Executive Director (以下、「事務局長」) から求められていた。この優先分野の通知要請に対して、我が国からは、環境省より 8 月 31 日付けで以下の内容の返信を送付している。

1950～60 年代にメチル水銀汚染による深刻な健康被害である水俣病問題を経験した我が国としては、水銀汚染問題に関する国際貢献を重要視しており、環境省国立水俣病総合研究センター等において様々な活動を行っている。

今般、第 23 回 UNEP 管理理事会における水銀関係の決議を受けて、米国より、塩素アルカリ工業、石炭燃焼、金鉱山、水銀含有製品、環境中運命・輸送予測の 5 分野が示されたところである。

我が国の第 1 優先分野は、運命・輸送予測であり、排出インベントリーと数値モデルに関する活動を通じて貢献したいと考えている。石炭燃焼・水銀含有製品を含む排出インベントリー（我が国には水銀を使用する塩素アルカリプラントは存在しない）を提供することが可能である。さらに、現在、排出インベントリー、数値モデル、モニタリングの国際的な側面をカバーする事業の予算要求を行っているところである。平成 18 年度、この予算が認められれば、パートナーシッププログラムの枠組みの中で調査研究を行うことについて検討したい。

他の分野についても貢献が可能である。発展途上国における塩素アルカリ工業及び金採掘に伴う水銀汚染と健康影響については、国立水俣病研究センターにおいて、専門家派遣による現地調査、モニタリング技術移転、共同研究、国際ワークショップの開催等を行ってきたところであり、今後ともこれらを継続することとしている。本年度は低濃度メチル水銀汚染の健康影響に関する国際フォーラム、日韓共同環境保健会議を開催予定である。今後、特に同センターの持つ環境・健康モニタリングに関する専門的知見を活用し、パートナーシッププログラムに貢献していきたいと考えている。また、国立環境研究所等他の機関においても、石炭燃焼や水銀含有製品の廃棄を含む対策技術や発生源モニタリング等の知見を活用し、ワークショップへの参加等を通じてプログラムに関与していきたいと考えている。

各国からの返信はUNEPのウェブサイト\*に掲載されている。このうち、米国の返信では、以下の5分野についての事業概要が記述されている。

塩素アルカリ分野における水銀削減  
製品中の水銀削減  
人力・小規模金採掘における水銀管理  
石炭燃焼における水銀管理  
水銀の大気中移動・運命研究

の石炭燃焼については、平成17年10月30日～11月1日まで、北京でワークショップが開催され、我が国からは貴田晶子（国立環境研究所主任研究員）、酒井伸一（京都大学教授）ら5名が参加し、我が国における現状及び取り組み状況について以下の報告を行った。

最近、大気排出インベントリーが研究者ベースで作成され、年間19-35トンと推定されている。一般に石炭燃焼及び一般廃棄物燃焼が主な水銀の発生源とされるが、日本ではそれぞれ、年間0.6-1.5トン及び0.3-1.8トンで寄与は大きくない。主な発生源としては医療廃棄物の可能性があり、10-20トンと推定されている。一人当たりの排出量は0.15-0.28g/人/年であり、イギリスの0.15g/人/年、アメリカの0.56g/人/年の中間の値であった。

水銀の物質フロー解析が行われており、製品由来の水銀は年間10～20t流通していることが報告された。うち5tが蛍光管由来であること、回収される水銀は0.6tのみで大半が廃棄物として処理・処分されていること、原料段階では100t以上のレベルで流通しており、年次的に変化が大きいことも併せて報告された。

廃棄物燃焼過程を中心に、水銀の挙動と制御に関する日本の工学的知見が報告された。

日本の研究者ベースでは、今回のワークショップを含めて、今後とも個別に国際会議等に貢献できるよう努力を続ける意向であることを確認した。

\* <http://www.chem.unep.ch/mercury/partnerships/default.htm>

## 2.2 UNEP 鉛・カドミウムアセスメントについて

### (1) 鉛・カドミウムに対する UNEP の検討経緯

UNEP 管理理事会(GC)では、水銀の悪影響に対する地球規模の対策の必要性に関する議論に関連して、これまで何回か他の重金属に関する地球規模の対策の必要性についても議論を行ってきた。2005 年、UNEP 管理理事会は、鉛とカドミウムに関する地球規模の対策の必要性を将来的に議論することを知らしめるため、鉛とカドミウムに関する決議 GC 23/9 において、鉛に関する決議 GC 22/4 を再確認するとともに、UNEP に対して特に環境中の長距離輸送に注目して鉛とカドミウムに関する科学的情報をレビューするよう要請した。これを受けて、UNEP から各国に対してこの決議 GC 23/9 に対するフォローアップのために以下の情報を平成 17 年 9 月 30 日までに提供するよう要請が出された。

- (A) 国内における鉛とカドミウムの自然発生源や人為的排出源
- (B) 特に国内において、鉛とカドミウムの長距離移動、その移動源、移動経路、沈着、変換、生物蓄積
- (C) もしあれば、国内における鉛とカドミウムの環境中への放出と排出源、並びに最新の生産と使用形態
- (D) 国内における最新の鉛とカドミウムの人の健康や環境に対する曝露及びリスクの評価
- (E) 廃棄物管理を含む放出の防止か制御、並びに使用や曝露の制限に関する国、準地域か地域レベルでの現行の対策や戦略、そして今後の計画
- (F) 上記に関連する科学的情報及び技術的情報のニーズとデータのギャップ

### (2) 我が国における対応

わが国に対しても、UNEP ケミカルの事務局長より要請があり、環境省が設置した「有害金属対策に関する検討のための準備会議」において情報を収集・検討の上、資料 1（和訳は資料 2 を参照）をとりまとめ、環境省より平成 17 年 9 月 30 日付けで当該資料を送付している。

各国からの提供情報は UNEP のウェブサイト\*に掲載されているが、その多くが情報不足を報告するものであるか既存の鉛やカドミウムに関する資料の紹介（ウェブサイトのリンク集）といったかたちのものである。

## 2.3 EU における製品中含有金属に着目した規制について

### (1) RoHS 指令について

欧州では、電気電子機器に係る特定有害物質の使用制限に関して、“欧州電気電子機

---

\* [http://www.chem.unep.ch/Pb\\_and\\_Cd/SR/Responses\\_GOV.htm](http://www.chem.unep.ch/Pb_and_Cd/SR/Responses_GOV.htm)

器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する欧州議会及び理事会指令”( Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment )(以下、「RoHS 指令」という。)が2003年2月にEU 官報に告示され、発効した。この指令は、鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、ポリ臭化ビフェニール(PBB)および/またはポリ臭化ジフェニルエーテル(PBDE)の最大濃度許容値を超える電気電子機器(表 2.3-1)に関して、2006年7月1日以降の上市を禁止している。

これら対象 6 物質の最大濃度許容値等については、欧州委員会の技術適用委員会(TAC: Technical Adaptation Committee)において検討され、表 2.3-2 の通りとなった。

適用除外項目の追加等についても TAC において検討されている。当初の適用除外項目は表 2.3-3 であったが、2005 年 10 月には適用除外項目について表 2.3-4 に示した変更や追加があり、表 2.3-5 の項目については2006年2月に TAC で追加が決定されたがその後採択されていない。TAC にて議論が行われている適用除外追加項目の候補はこれら以外にも約 50 ある。なお、これらの適用除外項目は、今後定期的に見直され、代替可能な物質の有無とその経済的利用可能性について検討されるため、永続的に適用除外になるわけではない。

本指令は、欧州共同体(EC)設立条約における EU 域内市場の規制の統一を目的とした 95 条を根拠としているため、各国の国内法に転換する際には、本指令に上乗せした規制をかけられない。なお、日本機械輸出組合が発行する environment Update - 海外環境関連情報誌第 42 号 2006 年 3 月(Vol.7, No.6)によると、2006 年 1 月 26 日時点で、EU 加盟 25 カ国のすべてで本指令に対応した国内法改正(法制化)が終了している。

表 2.3-1 RoHS 指令の規制対象製品

カテゴリ	製品の種類	製品の例
1	大型家庭用電気製品	大型冷却機、冷蔵庫、冷凍庫、冷蔵や食品の保存・貯蔵に用いられる上記以外の大型機器 洗濯機、洗濯物乾燥機、食器洗い機、調理器具、電気ストーブ、調理用電気鉄板、電子レンジ、調理や食料加工に用いられる上記以外の大型機器 電気暖房機、電気ラジエーター、室内・ベッド・座るための家具などを暖めるための上記以外の大型機器 扇風機、空調機器、上記以外の扇風、換気、空調などの装置
2	小型家庭用電気製品	電気掃除機、カーペット掃除機、清掃のための上記以外の機器 縫製、編物、織物、繊維並びにこれ以外の繊維加工のために用いられる機器 アイロン並びにアイロンかけ、つやだし、並びにこれ以外の衣服ケアに用いられる上記以外の機器 トースター、電気フライ鍋、コーヒーミル、コーヒー沸かし機、並びに缶や容器の解切や封印のための機器 電気ナイフ 散髪、ヘアドライ、歯磨き、剃髪、マッサージ並びに身体のケアに用いられるこれ以外の機器 掛け時計、置き時計、腕時計、並びに時間を測定したり、記録したりする目的で用いられる機器 重量計
3	情報技術・電気通信機器	データ処理装置関連(大型汎用コンピュータ、ミニコンピュータ、プリンター) パソコン関連(パソコン(CPU、マウス、スクリーン及びキーボードを含む)ラップトップ・コンピュータ(CPU、マウス、スクリーン及びキーボードを含む) ノートブック・コンピュータ、ノートパッド・コンピュータ、プリンター、コピー機、電気・電子タイプライター、携帯用計算機、卓上計算機、並びに電子を媒介として情報の収集、蓄積、加工、プレゼンテーション、またはコミュニケーションを行うための装

		置並びに機器 ユーザー端末並びにシステム、ファックス、テレックス、電話、公衆電話、コードレス電話、携帯電話、留守番電話、並びに電気通信を用いて音、画像、或いはその他の情報を伝達するための上記以外の装置或いは機器
4	消費者用機器	ラジオ、テレビ、ビデオカメラ、VTR、ハイファイ、オーディオ・アンプ、楽器、並びに、信号を含む音や画像を記録したりするための上記以外の装置や機器、或いはテレコミュニケーション以外の手段で音や画像を配送するための上記以外のテクノロジー
5	照明器具	家庭用照明器具を除く蛍光灯照明器具、直線状蛍光灯、コンパクト蛍光灯、高圧ナトリウム・ランプ、ハロゲン・ランプを含む強力ランプ類、低圧ナトリウム・ランプ、上記以外の照明器具、又は光を拡散したり制御したりするための機器、但しフィラメント電球を除く
6	電気・電子工具(大型の据付型製造業工具を除く)	電気ドリル、電気鋸、ミシン、木材、金属、並びにこれ以外の材料を回転させたり、粉碎したり、砂やすりをかけたり、こすったり、挽いたり、縫合したり、切ったり、剪断したり、鑿穴したり、穴をあけたり、穿ったり、折り返したり、曲げたり、或いは類似の目的で使用される用具 液体やガス状物質を、噴霧したり、広げたり、拡散したり、或いはこれ以外の方法で液体やガス状物質に上記以外の処理を施すための機器 芝刈りやその他園芸活動のための用具
7	玩具、レジャー並びにスポーツ器具	電動列車あるいはレーシングカー・セット、手持ちビデオゲーム・コンソール、ビデオゲーム、サイクリング、ダイビング、ランニング、漕船等のためのコンピュータ、電気或いは電子部品を含むスポーツ器具、スロット・マシン
10	自動販売機	温飲料自動販売機、温/冷・瓶詰/缶飲料自動販売機、固形製品自動販売機、現金引き出し機、なんらかの製品を自動的に供給する機器のすべて

注) カテゴリー8「医療関連機器」と9「監視・制御機器」は適用除外となっており、現在詳細を審議中である。  
出典：環境省・(財)日本環境衛生センター「製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減方策に関する調査検討報告書」(平成17年7月)より作成。

表 2.3-2 RoHS 指令の最大許容濃度

対象物質	最大許容濃度* (wt%)
カドミウム	0.01
鉛	0.1
水銀	0.1
六価クロム	0.1
PBB	0.1
PBDE	0.1

\* 均質材料当たりの濃度

出典：環境省・(財)日本環境衛生センター「製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減方策に関する調査検討報告書」(平成17年7月)

表 2.3-3 RoHS 指令の適用除外の品目(当初)

項	適用除外品目
1.	ランプ 1 本あたり 5mg を超えない範囲の小型蛍光灯に含まれる水銀
2.	一般目的用の直管蛍光灯に含まれる以下のものを越えない水銀 - ハロゲン化リン酸塩 10mg - 通常耐久性蛍光灯中の 3 リン酸塩 5mg - 長期耐久性蛍光灯中の 3 リン酸塩 8mg
3.	特別な目的用の直管蛍光灯に含まれる水銀
4.	本付属書に特に定められていないその他のランプに含まれる水銀
5.	陰極線管、電子部品および蛍光管のガラスの中に含まれる鉛
6.	合金成分として、鋼材に含まれる 0.35wt%までの鉛、アルミ材に含まれる 0.4wt%までの鉛、および銅合金の 4wt%までの鉛
7.	- 高融点はんだに含まれる鉛(すなわち鉛含有率が 85%を超える錫/鉛はんだ合金) - サーバー、ストレージおよびストレージ・アレイ・システムのはんだに含まれる鉛(2010年まで除外)



	- スイッチ/シグナル/電送用ネットワーク・インフラストラクチャー装置および通信管理ネットワークのはんだに含まれる鉛 - 電子セラミック部品に含まれる鉛(例、 piezoelectronic・デバイス)
8.	危険物質および調剤の上市と使用の制限に関する指令 76/769/EEC の改正指令 91/338/EEC に基づき禁止された用途を除くカドミウム表面処理
9.	吸収型冷蔵庫中のカーボン・スチール冷却システムの防錆用としての六価クロム

出典：環境省・(財)日本環境衛生センター「製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減方策に関する調査検討報告書」(平成17年7月)

注：第10項は、以下の項目について適用除外すべきか否かを検討すべきとしている。

Deca-BDE

特殊用途の直管蛍光灯に含有される水銀

サーバー、記憶装置及びストレージ・アレイ・システム、並びに切替、伝送、遠距離通信のネットワーク管理のためのネットワーク基盤設備に用いられるはんだに含有される鉛

電球

表 2.3-4 2005 年 10 月に欧州委員会において変更・追加された適用除外項目

変更・追加項目	内容
付属書の第 7 項を変更	1 高沸点はんだに含まれる鉛(鉛含有率が 85%重量以上の鉛ベースの合金) 2 サーバー、ストレージとストレージ・アレイ・システム、スイッチング、シグナリング、電送用ネットワークインフラ用機器と電気通信用ネットワーク管理機器のはんだに含まれる鉛
付属書の第 8 項を変更	76/769/EEC の改正指令 91/338/EEC で禁止されている用途以外の電気接点中のカドミウムとカドミウム表面処理
付属書の 9a 項として追加	ポリマー用途に含まれる Deca-BDE
付属書の 9b 項として追加	鉛・青銅ベアリング・シェル及びブッシュに含まれる鉛
新たな除外項目を追加	11 項：コンプライアント・ピン・コネクタ・システムに使用される鉛 12 項：熱伝導モジュール C-リングのコーティング材と使用される鉛 13 項：光学・フィルターガラスに含まれる鉛とカドミウム 14 項：マイクロプロセッサのピンとパッケージの結合用で 2 種類以上の成分を含有するはんだに使用される鉛(80~85%重量のもの) 15 項：IC フリップチップ・パッケージ内の半導体金型とキャリアとの間の電気結合用はんだに含有される鉛

出典：「environment Update - 海外環境関連情報誌」第 40 号 2005 年 11 月(Vol.7, No.4)日本機械輸出組合より作成。

表 2.3-5 2006 年 2 月に TAC によって追加された適用除外項目

項	適用除外項目
16	ケイ酸塩処理を施した管(silicate coated tube)を用いた棒状の白熱灯に含まれる鉛
17	業務用複写機器に使用される高輝度放電(HID)ランプに感光材料として利用されているハロゲン化鉛
18	以下の用途に使われる放電ランプの蛍光粉材(鉛 1 重量%未満のもの)中の活性剤として利用されている鉛 例えば BSP( $BaSi^{205}Pb$ )のような蛍光体を含有する放電灯 例えば SMS( $(Sr,Ba)_2MgSi^{207}Pb$ )のような蛍光体を含む放電灯で、感光複写、リソグラフィ、捕虫器、光化学的プロセス、硬化プロセスに用いられるもの
19	主なアマルガムとして $PbBiSn-Hg$ や $PbInSn-Hg$ と特殊配合される鉛、並びに小型節電ランプ(ESL)に用いられる補助アマルガムとして $PbSn-Hg$ と特殊配合される鉛
20	液晶ディスプレイ(LCD)に使用されている薄型蛍光灯のの前後の回路基盤を接合する際に

使うガラスに含まれる酸化鉛

出典：「environment Update - 海外環境関連情報誌」第42号 2006年3月(Vol.7, No.6)日本機械輸出組合より作成。

(2) 廃電池指令について

廃電池指令は、危険物質を含む「使用済みの電池及び蓄電池」(以下、「廃電池」)の回収および管理された処分に関する加盟国の法を調和させることを目的として1991年3月18日に発効した。この指令は、有害物質を含む使用済みの「電池と蓄電池」(以下、単に「電池」という)について、その再生や適正処分を推進することを目的としている。廃電池の回収目標やリサイクル率だけでなく、一定量(一定割合)を超えて水銀、カドミウム、鉛が含有されている電池の上市を禁止している。

現行の指令は2回の改正を経てたものであるが、現在新たな廃電池指令の改正案が審議中であり、2005年12月に欧州議会(第二読会)で採択された段階である。表2.3-6に廃電池指令における重金属の含有規制に関する部分について、その主な改正経緯と現在審議中の指令案を整理した。

表 2.3-6 廃電池指令の重金属含有規制における改正経緯と最新の改正案

規制項目	1991年指令 (91/157/EEC)	1998年改正指令(現行) (98/101/EC)	現在審議中の指令案 (2005.12 第二読会採択)
Hg	1992.9.18 以降上市されるもので以下の水銀含有量を超えるものを回収・処分 アルカマンガン電池を除く電池：25mg/1個 アルカマンガン電池：250ppm 1993.1.1 以降 アルカマンガン電池：500ppm (ボタンセル電池を除く)	左記に加えて2000.1.1 以降は以下の電池の販売を禁止 5ppm を超える水銀を含む電池(20,000ppm 未満のボタンセル電池を除く)	同左
Cd	1992.9.18 以降上市されるもので以下のカドミウム含有量を超えるものを回収・処分 電池：250ppm	同左	携帯型電池：20ppm (非常用照明を含む緊急警報システムに用いられる電池を除く)
Pb	1992.9.18 以降上市されるもので以下の鉛含有量を超えるものを回収・処分 電池：4,000ppm	同左	規制なし

注) 本表の「電池」には電池と蓄電池が含まれる。

出典：「environment Update - 海外環境関連情報誌」第37号 2005年5月(Vol.7, No.1)日本機械輸出組合などに基づいて作成。

(3) ELV 指令について

ELV 指令は、廃棄物処理を減量するために、車両からの廃棄物の発生を抑制し、耐用年数に達した車両(end of life vehicle。以下、「ELV」)とその構成部品の再利用、リサイクルと各種の回収を行うとともに、車両のライフサイクルに係わる経済担当者、特

に ELV を取扱う作業者の環境効率を向上させることを目的として、2000 年 10 月 21 日に発効した。本指令では、車両の構成部品と材料を含んだ車両と ELV に許容最高濃度（表 2.3-7）を超えて有害金属（鉛、水銀、カドミウム、6 価クロム）が含まれないよう要求している。これらの有害金属を使用することが避けられないとして適用を免除されている構成部品及び材料は付属書 に規定されており、科学的又は技術的な進歩状況に応じて定められた期限内に見直しが行われることになっており、2003 年 1 月 1 日以降は適用免除項目とその要件が表 2.3-8 の通りとなっている。

表 2.3-7 許容される最高濃度

対象*	許容最高濃度
鉛、6 価クロム、水銀	均質な材料ごとに 0.1 wt%
カドミウム	均質な材料ごとに 0.01 wt%
アルミニウム中の鉛	0.4 wt%
ブレーキライニング中に摩擦材料として意図的に使用された銅中の鉛	0.4 wt%

\* いずれの場合も対象とする有害金属が、特定の性質、外観、品質を持たせるために、最終製品において継続的に使用しなければならない材料あるいは構成部品を調合する際に故意に添加されない場合に限られている。なお、リサイクル材料に有害金属が含まれる場合は「故意に添加した」場合に当たらない。

表 2.3-8 適用免除の対象項目とその範囲と期限

免除の対象となる物質、材料及び構成部品	免除の範囲及び期限	
合金の要素としての鉛	1. 0.35 wt%までの鉛を含む加工目的の鋼及び亜鉛めっきした鋼	
	2. a) 2 wt%までの鉛を含む加工目的のアルミニウム	2005.7.1 まで
	b) 1 wt%までの鉛を含む加工目的のアルミニウム	2008.7.1 まで
	3. 4 wt%までの鉛を含む銅合金	
構成部品中の鉛及び鉛化合物	4. 鉛青銅の軸受胴、ベアリングブッシュ	
	5. 電池	
	6. 消振ダンパ	
	7. ホイールバランス用の錘	2003.7.1 以前に認可された車両並びにそれらを修理するために使用されているもの 2005.7.1 まで
	8. 流体処理やパワートレイン用途におけるエラストマーに用いる加硫剤や安定剤	2005.7.1 まで
	9. 保護塗料中の安定剤	2005.7.1 まで
	10. 電気モーター用のカーボンブラシ	2003.7.1 以前に認可された車両並びにそれらを修理するために使用されているもの 2005.1.1 まで
	11. 電子回路基板やその他の電気用途におけるはんだ	
	12. 0.5 wt%を超える鉛を含むブレーキライニング中の銅	2003.7.1 以前に認可された車両並びにそれらを修理するために使用されているもの 2004.7.1 まで
	13. バルブシート	2003.7.1 以前に開発されたエンジン 2006.7.1 まで
14. ガラス系あるいはセラミック系の母材配合物中に鉛を含む電気部品（電球のガラス、点火プラグの上薬を除く）		

	15. 電球のガラス、点火プラグの上薬	2005.1.1 まで
	16. 点火イニシエーター	2007.7.1 まで
6 価クロム	17. 腐食防止用塗料	2007.7.1 まで
	18. モーターキャラパンの吸収式冷凍機	
水銀	19. 放電ランプ、計器盤ディスプレイ	
カドミウム	20. 厚膜ペースト	2007.7.1 まで
	21. 電気自動車用の電池	2005.12.31 以降は、これ以前に上市された自動車の交換部品としてのみニッカド電池の上市が許される

#### (4) 包装指令について

包装指令は、包装材や包装廃棄物による環境への影響を回避、低減させることで、高水準の環境保護を達成し、包装材や包装廃棄物の管理に関する加盟国間の国内法を調和させることを目的として、1994年12月31日に発効した。EU内で上市されるすべての包装材と包装廃棄物に対して、リサイクル、回収の目標と期日が定められているほか、包装材中の重金属の含有量を期限内に定められた濃度レベルに段階的に低減化することとなっている。包装材中の重金属の濃度レベルに関する規制の概要は表 2.3-9 の通りである。

表 2.3-9 包装材又はその構成部材中の重金属の濃度レベルに関する段階的規制の概要

期日	濃度レベル*
1998年6月30日	600 wt ppm
1999年6月30日	250 wt ppm
2001年6月30日	100 wt ppm

\* 鉛、カドミウム、水銀、6 価クロムの濃度の和が、それぞれの期日にこの濃度レベルを超えないようにすることを加盟各国に求めている。

注：鉛系クリスタルガラスで全体が作られている包装材には適用されない。

### 3 有害金属について

#### 3.1 対象とすべき有害金属の選定

今後の我が国における有害金属対策の対象とすべき“有害金属”の範囲については、「有害金属対策に関する検討のための準備会議」の検討委員からの意見に基づき、次の又はを満たす18種の金属及びその化合物をその候補として選定した(表3.1-1)。

低濃度であっても長期的な摂取により健康影響が生ずるおそれのある「有害大気汚染物質」に該当する可能性のある234種類の物質のうち、特に優先的に対策に取り組むべき物質(優先取組物質)としてリストアップされている金属(表3.1-2)

1995年の厚生省調査時に欧米においてごみ焼却施設の排出規制の対象となっているか或いは1989年以前に同様の規制の対象になっていた金属(表3.1-2)

それぞれの有害金属はその形態(元素か化合物か、蒸気態か粒子吸着態かなど)によって挙動が異なるが、すべての形態を対象として、数量としては金属総体として捉えることを原則とする。

表3.1-1 我が国において今後の有害金属対策の対象とすべき有害金属

	Be ベリリウム	Ba バリウム	V バナジウム	Cr クロム	Mn マンガン	Co コバルト	Ni ニッケル	Cu 銅	Zn 亜鉛	Cd カドミウム	Hg 水銀	Tl タリウム	Sn スズ	Pb 鉛	As ヒ素	Sb アンチモン	Se セレン	Te テルル	
化管法		元素&水溶性化合物	5酸化	元素&3価&6価				水溶性塩	水溶性化合物				有機化合物		元素&無機化合物				
PRTR パイロット					化合物		化合物	化合物	化合物				TBT 化合物	化合物					
ファクトシート																			

：化管法の届出対象となっている第一種指定化学物質。平成9年度PRTRパイロット事業の対象物質となっているもの。環境省の「化学物質ファクトシート」で平成17年度までに整備されているもの。

：化管法の特定第一種指定化学物質。但し、クロムについては6価クロムのみ、ニッケルについてはニッケル化合物のみ特定第一種指定化学物質。

注：化管法の欄で特に表記のないものは、元素とその化合物が対象となっている。

表3.1-2 有害金属対策の対象とすべき有害金属の候補を決める基準となるデータ

	有害大気汚染物質のうち 優先取組物質である金属	厚生省調査による諸外国*の規制対象となっている金属	
		ごみ焼却施設排出規制の対象	1989年以前にごみ焼却施設排出規制の対象
Hg			
Cd			
Pb			
Cr	六価		
Cu			
Ni			
Zn			
Co			
Mn			
V			
Sn			
As			

Sb			
Tl			
Ba			
Se			
Te			
Be			

\* 調査対象はスイス、オランダ、伊、仏、独、オーストリア、スウェーデン、デンマーク、米、加、ノルウェー。  
 出典： 環境省ウェブサイト <http://www.env.go.jp/air/osen/law/index.html>、 厚生省生活衛生局水道環境部「一般廃棄物処理施設からの未規制物質の排出実態及びその低減化に関する調査報告書」平成7年度報告書、平成8年3月

### 3.2 有害金属の基礎的情報

有害金属の基礎的な情報を資料3及び資料4に整理した。これらは、基本的に環境省が(社)環境情報科学センターに委託してとりまとめた「化学物質ファクトシート」をベースとした。

資料3は、「化学物質ファクトシート」の対象となっている有害金属だけでなく化管法(PTR法)の対象となっている有害金属についても追加し、(社)環境情報科学センターの協力の下、同法に基づいて届出された排出・移動量の集計結果並びに届出対象外の推計結果を整理したものである。

資料4は、平成18年3月末時点で整備されている109物質の「化学物質ファクトシート」から、表1-1に関係するものの用途、環境中での動き、健康影響、生態影響を抜粋したものである。なお、資料4の水銀、セレン、砒素については、日本エヌ・ユー・エス株式会社がホームページを検索して独自に既存情報を収集し、用途、環境中での動き、毒性の3項目について整理したものである。



	ダイカスト工業 溶解・保持炉工程：Be, Zn
その他	水銀の大気排出インベントリー（貴田・酒井） 燃焼プロセスにおける水銀の挙動や制御・対策技術（守富、高岡） 石炭火力発電施設における排出係数等の調査研究に伴う排出量の推定（電中研等）

表 4.1-2 PRTR 法の排出・移動量の届出対象外になる場合の要件（ダイオキシン類を除く）

業種	従業員数	取扱数量 / 施設の有無	取扱原料等 / 施設
非対象業種の場合	-	-	-
対象業種の場合	常時使用する従業員の数が 20 人以下の場合	-	-
	常時使用する従業員の数が 21 人以上の場合	右記の原材料、資材等の使用量を除いて算出した年間の取扱量（使用量 + 製造量）が一定量未満 又は 右記の施設がない（ただし右記の施設がある場合でも表 4.1-3 に示した届出義務のみ）	①処分される廃棄物（廃棄物を回収して精製等した後、再利用・販売等する場合を除く） ②選鉱、粉碎、脱水、脱泡等の工業プロセスを経る前の鉱石等 ③資源の有効な利用の促進に関する法律第 2 条第 4 項に規定する再生資源に該当する製品 ④固体である製品のうち、事業者が取り扱う過程で溶解・蒸発等により固体以外の状態にならないものであって、かつ、粉状または粒状にならないもの ⑤対象物質が密閉された状態で取り扱われる製品 ⑥一般消費者用の製品で、容器などに包装された状態で流通し、そのまま販売される製品 ⑦金属鉱業又は原油・天然ガス鉱業を営む事業者にあつては、鉱山保安法第 8 条第 1 項に規定する建設物、工作物その他の施設 ⑧下水道業を営む事業者にあつては、下水道終末処理施設 ⑨ごみ処分業、又は産業廃棄物処分業を営む事業者にあつては、廃棄物の処理及び清掃に関する法律第 8 条第 1 項に規定する一般廃棄物処理施設又は同法第 15 条第 1 項に規定する産業廃棄物処理施設

表 4.1-3 PRTR 法の特定要件施設等での届出内容と届出対象物質（ダイオキシン類を除く）

	対象事業所	把握対象	届出対象金属
①	鉱山保安法規定施設	ばい煙又は鉱煙中	Cd, Pb
		坑水又は鉱水	注の 10 種
②	下水道終末処理施設	放流水中	注の 10 種
③	一廃又は産廃の処理施設	一廃又は管理型産廃処理施設からの放流水中	注の 10 種
		処理施設が水濁法の特定施設の場合は、排水中	注の 10 種
	同一事業者の別事業所発生 の 廃棄物 処理 施設	放流水中	注の 10 種
		処理施設が水濁法の特定施設の場合は、排水中	注の 10 種

注) 水質汚濁防止法の排水基準項目：排水基準を定める省令（昭和 46 年総理府令第 35 号）別表第一に掲げる排水基準項目及び別表第二に掲げる排水基準項目を指す。別表第一のうち、有機燐化合物の一部を除いた 25 物質及び別表第二のうち 4 物質（銅、亜鉛、マンガン、クロム）が、第一種指定化学物質に該当。この 29 物質のうち金属又は金属化合物に該当するもののみを以下にリストアップした。

- |             |                 |                  |
|-------------|-----------------|------------------|
| 1 亜鉛の水溶性化合物 | 60 カドミウム及びその化合物 | 68 クロム及び三価クロム化合物 |
| 69 六価クロム化合物 | 175 水銀及びその化合物   | 178 セレン及びその化合物   |



207 銅水溶性塩(錯塩を除く。)  
311 マンガン及びその化合物

230 鉛及びその化合物

252 砒素及びその無機化合物  
物質名の前の番号は物質番号

表 4.1-4 化管法対象物質の有害金属について届出外の推計対象とした排出源及び推計値

No	対象物質	推計対象の排出源と届出外排出量の推計値 (kg/年)							
		すそ切以下*	農業	塗料	漁網防汚剤	医薬品	船舶	水道	低含有率物質†
1	亜鉛の水溶性化合物	377,277	36,361						
25	アンチモン及びその化合物	46,379							40
48	ジネブ		92,664						
49	マンネブ		540,050						
50	マンコゼブ(又はマンゼブ)		2,408,500						
60	カドミウム及びその化合物	587							87
68	クロム及び3価クロム化合物	171,135							913
69	6価クロム化合物	232,841		20,587					
99	五酸化バナジウム	6,894							3,483
100	コバルト及びその化合物	74,535							49
175	水銀及びその化合物	2,227							939
176	有機スズ化合物	10,560					×		
178	セレン及びその化合物	0.9							3,526
207	銅水溶性塩(錯塩を除く。)	42,159	4,038						
230	鉛及びその化合物	402,263		120,087				×	1,041
231	ニッケル	346,456							
232	ニッケル化合物	213,750							212
243	バリウム及びその水溶性化合物	2,764							
246	オキシ銅(又は有機銅)		321,732						
249	ジラム	135	190,108						
250	ポリカーバメート		148,250		222,818				
252	砒素及びその無機化合物	480							433
284	プロピネブ		176,750						
294	ベリリウム及びその化合物	0.2							637
311	マンガン及びその化合物	336,335							1,062

出典:

\* : 常時使用する従業員の数が20人以下の事業者、あるいは事業者の有する事業所からの対象化学物質の年間取扱量が1トン未満であるなどの理由で届出対象外となったもの。

† : 製品中に低含有率でしか含まれていないため届出対象とならない対象化学物質のうち、その製品の取扱量が大いことにより、事業所からの排出が見込まれる物質。今回は、石炭火力発電所において使用される石炭中に含まれる対象化学物質の排出量を推計。

注1: 「すそ切以下」の欄の記号については、推計値の有無、利用可能データの件数やその業種の多少により判断している。

推計値があり利用可能データ数が6~9のものが3業種以上。推計値があり利用可能データ数が6~9のものが3業種未満。

推計値が無く利用可能データ数の最大値が6件以上。

注2: 「すそ切以下」以外の欄の記号については、以下の通り。

今回推計した。今回推計したが不足がある。今回推計していないが、次回以降の推計可能性がある。×当面推計困難。

注3： 、 、 ×は、環境への排出の可能性があるとされる物質。  
 注4：塗料で の場合、塗装ロスのみを推計し、磨耗による排出が推計されていない。

表 4.1-5 推計対象としなかった排出源及びその主な理由

推計していない排出源	推計していない主な理由						備考
	化学物質の種類が不明	全国使用量が不明	環境への排出率が不明	使用する分野（業種等）が不明	排出係数が不明	活動量等が不明	
対象業種のすそ切り以下（推計していないもの）							データ数が少なく推計困難
循環水に使用される殺藻剤							
非農耕地における農薬に該当しない除草剤							使用量はゼロ又は量的に小さい
塗料中の顔料・可塑剤（塗装ロス以外）							長期的に微量のものが排出される状況が不明
接着剤中の可塑剤							長期的に微量のものが排出される状況が不明
塗料・接着剤等における含有率が1%未満の物質							接着剤の一部物質は推計している
化粧品							界面活性剤は推計している
病院で使用される医薬品等（エチレンオキシド、ホルムアルデヒド以外）							
動物用医薬品							畜舎等に散布する殺虫剤等は推計している
家庭用医薬品							
洗浄剤（2-アミノエタノール、エチレンジアミン四酢酸以外）							
たばこの煙（推計した9物質以外）							
可塑剤							排出率を設定する可能性を検討中
難燃剤							
銃弾（防衛関係）							
銃弾（狩猟用）							
港湾区域の外を航行する外航船の排気ガス							
河川、湖等を航行する動力船の排気ガス							
船底塗料の溶出							
写真用・薬剤散布用等の航空機の排気ガス							
ヘリコプターの排気ガス							
自衛隊の車両・航空機等の排気ガス							
海上保安庁の船舶等の排気ガス（港湾区域以外）							
水道（クロロホルム、プロモホルム以外）							
家庭用石油ストーブ等の燃焼機器の排気ガス							
下水処理場からの放流水							
石油製品等に含まれる重金属類の排出							石炭火力発電所からの排出は推計している
自動車タイヤ・電線等の磨耗による排出							鉄道車両由来の石綿は推計している

出典：環境省ウェブサイト“PRTRインフォメーション広場”平成16年度PRTR届出外排出量の推計方法（2006年2月24日公表） 推計結果(<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/todokedegaiH16/suiketi/taisyougai.pdf>)

表 4.1-6 有害金属の重要な排出源と推測される化管法の届出外で未推計の用途等の例

重要な排出源と推測される用途等	排出される有害金属
塗料中の顔料	Hg, Pb, Cd, Zn, Cr, Co, Sn,

塗料等における含有率が1%未満の物質	Se, Cu, Ni, V など
たばこの煙(9物質*以外)	Pb, Cd など
銃弾(防衛関係)	Pb, Sn など
銃弾(狩猟用)	
船底塗料の溶出	Zn, Cu など
石油製品等に含まれる重金属類の排出(石炭火力発電所からの石炭燃焼プロセスからの排出以外) <sup>†</sup>	V, Zn, Mo, Cr, Ba, Pb など

\* アクリロニトリル、アクロレイン、アセトアルデヒド、イソプレン、無機シアン化合物(錯塩及びシアン酸塩を除く)、トルエン、1,3-ブタジエン、ベンゼン、ホルムアルデヒド

<sup>†</sup> 石炭火力発電所以外には、コークスの製造プロセス、道路舗装用アスファルトからの溶出などが排出源の一つと考えられる。

## (2) 有害金属の排出インベントリーの例

有害金属の大気への排出インベントリーの例として、貴田らによるものを表 4.1-7 に示す。

表 4-1-7 大気への水銀排出量見積り

				US	UK	Japan
				1995	2001	2002
焼却部門	石炭燃焼	火力発電	[Mg/y r]	46.3	1.307	0.6-1.5
		事業用ボイラー	[Mg/y r]	21.5	0.449	
	石油燃焼	火力発電	[Mg/y r]	0.45	0.009	
		事業用ボイラー	[Mg/y r]	7.1	0.143	
	一般廃棄物燃焼		[Mg/y r]	26	0.455	0.3-1.8
	医療廃棄物燃焼		[Mg/y r]	14.5	0.245	10-20
	下水汚泥焼却・溶融		[Mg/y r]	0.86	0.236	1.4-4.4
	産業廃棄物燃焼	シュレッダーダスト	[Mg/y r]			0.95-1.9
		木くず	[Mg/y r]	0.1	0.016	0.03-0.16
		廃プラスチック類	[Mg/y r]			
		塗料滓	[Mg/y r]			
		その他	[Mg/y r]	6.3		
	製造部門	鉄鋼・製鐵		[Mg/y r]		0.8
非鉄金属		亜鉛	[Mg/y r]			
		(一次/二次)	[Mg/y r]			
		鉛	[Mg/y r]	0.1	0.0180	
		(一次/二次)	[Mg/y r]			
		銅	[Mg/y r]	0.057		
(一次/二次)		[Mg/y r]				
金		[Mg/y r]				
ニッケル		[Mg/y r]				
セメント製造			[Mg/y r]	4.0	0.210	>3.8
石灰石製造			[Mg/y r]	0.095		
カーボンブラック製造			[Mg/y r]	0.25		
コーク製造			[Mg/y r]	0.65	0.025	
パルプ・製紙			[Mg/y r]	1.64		
塩素アルカリ工業			[Mg/y r]	6.5		0
バッテリー製造		[Mg/y r]	5.00E-04			
電気スイッチ製造		[Mg/y r]	0.3			

	その他の製造業	[Mg/y r]		3.5	
その他	火葬	[Mg/y r]	0.73	1.119	0.14-0.29
	蛍光灯	[Mg/y r]	0.1		
	歯科(アマルガム)	[Mg/y r]	0.64		
	埋立地ガス	[Mg/y r]	0.074	0.4	
	運輸(燃料由来)	[Mg/y r]			
自然由来	火山	[Mg/y r]			>1.4
	山火事	[Mg/y r]			
計		[Mg/y r]	138.2	8.8	19-35

注：貴田晶子、酒井伸一：廃棄物学会誌、16(4)、191-203(2005)

医療系廃棄物焼却炉からの排出は、外国文献の原単位をそのまま当てはめており、精査を要する。

### (3) 有害金属以外を対象とした排出インベントリーについて

有害金属以外ではダイオキシン類、PCB及びHCB、温室効果ガスについて排出インベントリーを作成しているが、これらはダイオキシン類対策特別措置法、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約、気候変動枠組条約や京都議定書など根拠となる国内法または国際条約に基づいて算出・集計されている(表 4.1-8)。

表 4.1-8 有害金属以外を対象として整備されている国内の排出インベントリーの概要

整備の根拠	対象物質
ダイオキシン類対策特別措置法第 33 条の規定	ダイオキシン類(PCDD、PCDF、コプラナーPCB)
残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約(POPs条約)第 5 条の規定を受けて定められたストックホルム条約国内実施計画	PCB(ノンプラナーPCBを含む)、ヘキサクロロベンゼン(HCB)
気候変動に関する国際連合枠組条約及び京都議定書の規定を受けて定められた地球温暖化対策の推進に関する法律第 7 条	二酸化炭素(CO <sub>2</sub> )、メタン、一酸化窒素(NO)、HFCs、PFCs、六フッ化硫黄

## 4.2 欧米における大気への排出インベントリーの整備状況

### (1) EU における大気排出インベントリーの整備状況

EU では、EMEP(Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe)に基づいて大気への排出インベントリーが整備されている。EMEP とは、中央・東西欧州、北米、中央アジアの 55 ヶ国(2005 年 2 月時点)の加盟する UNECE が賛助し、世界気象機関(WMO)および国連環境計画(UNEP)の協力により立ち上げられた、長距離越境大気汚染条約(LRTAP: Convention on Long Range Transboundary Air Pollution)に貢献する計画である。本計画は、大気汚染物質の沈着と濃度に関する情報、国境を越えて長距離を移動する大気汚染物質の量などに関する情報を参加国に提供することを主目的にしており、こうした活動の一環として、タスクフォースにより大気への排出インベントリーの作成法の総合的な手引書を準備している。

この手引書の最新版が“EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2004, Technical

report No 30 ”\*である。この手引書は SNAP 97 (SNAP: Selected Nomenclature for sources of Air Pollution)と呼ばれる大気汚染源に関する規定に基づく 11 のカテゴリー (表 4.2-1) ごとに、排出係数の算出方法や算出事例を含めた大気への排出インベントリー作成手法を記載している。幾つかの事例を資料 5 に整理した。

EMEP が対象としている国 (地域) から UNECE に提出された排出インベントリーデータのうち、2002 年の水銀、鉛、カドミウムに関するデータに関して、以下のような各種の情報をウェブサイト上に公表している。

排出データ

重金属の人為的な排出量 (2002 年のデータ表) とその空間的な分布 (50x50 km 単位のマップ) 例: 図 4.2-1

蓄積及び越境フラックス (3 種のマップともにデータ表のダウンロード可能)

マップ : 国内排出源からの国内への蓄積フラックスのマップ

国外の人為排出源からの国内への蓄積フラックスのマップ

国内へのトータルの蓄積フラックスのマップ

円グラフ : 国内で排出した金属の主な蓄積先別の割合

国内に蓄積した金属の主な国内外発生源別の割合 例: 図 4.2-2

大気中濃度、排出、蓄積の経年変化 (1990 ~ 2001 年)

国内の平均値としての大気中の金属濃度の経年変化のグラフ

単位面積あたりの年間排出量の経年変化のグラフ

単位面積あたりの年間蓄積量の経年変化のグラフ

各国からの提供データに専門家の推計を加えて作成された 1990 年 ~ 2002 年の国 (地域) 別の水銀、鉛、カドミウムの大気への総排出量を MSC-e (Meteorological Synthesizing Centre-East)<sup>†</sup> が公表している (資料 6 を参照)。

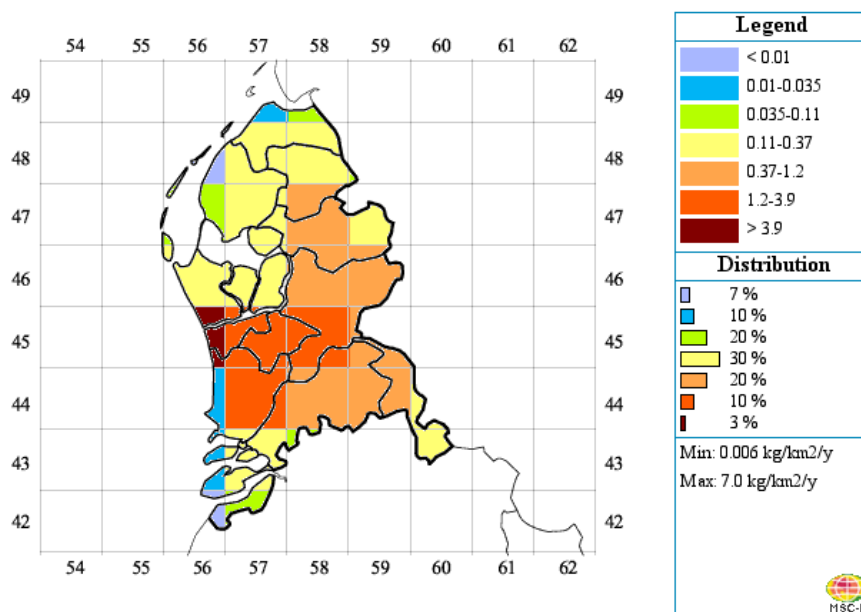
表 4.2-1 排出インベントリーの対象となる 11 のカテゴリー

Group 1	エネルギー産業及びエネルギー転換産業における燃焼 Combustion in energy and transformation industries
Group 2	非工業的な燃焼施設 Non-industrial combustion plants
Group 3	製造業における燃焼 Combustion in manufacturing industry
Group 4	製造プロセス Production processes
Group 5	化石燃料及び地熱発電の採取と販売 Extraction & distribution of fossil fuels and geothermal energy
Group 6	溶媒及びその他の製品の使用 Solvent and other product use
Group 7	道路輸送 Road transport
Group 8	他の移動排出源及び機械

\* [http://reports.eea.eu.int/EMEP\\_CORINAIR4/en](http://reports.eea.eu.int/EMEP_CORINAIR4/en)

<sup>†</sup> EMEP を実施する上での国際的な拠点として 1979 年に設立された機関。

	Other mobile sources and machinery
Group 9	廃棄物処理 Waste treatment and disposal
Group 10	農業 Agriculture
Group 11	他の排出源及びたまり場 Other sources and sinks



Spatial distribution of lead emissions in 2002 from Netherlands, kg/km<sup>2</sup>/y

図 4.2-1 オランダが EMEP に基づいて提出した鉛の大気排出の空間的分布図

出典：MSC-e ウェブサイト(<http://www.msceast.org/countries/Netherlands/index.html>)より抜粋。

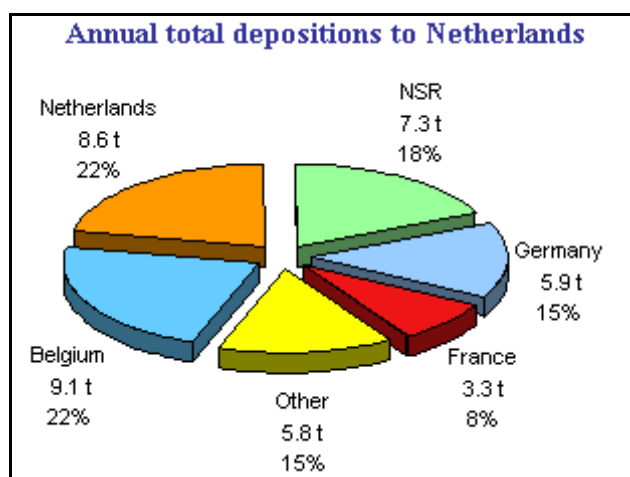


図 4.2-2 オランダ自国内における鉛蓄積量に対する国内外排出源の寄与割合

NSR：Natural emission, Secondary antropogenic emission and Remote sources の略。

出典：MSC-e ウェブサイト(<http://www.msceast.org/countries/Netherlands/index.html>)より抜粋。

## (2) 米国における排出インベントリーの整備状況

米国では、1990 年の改正大気汚染防止法(Clean Air Act Amendment)と 1986 年の緊急計

画・地域社会知る権利法(EPCRA)により、標準大気汚染物質と有害大気汚染物質(HAPs)の排出係数と排出インベントリーの必要性の高まりを受けて、排出インベントリーグループ(EPA、OAR、OAQPS、EMAD、EIG)において、非常に多くの州や地方の大気関係部局、産業界等から入手した大気への排出情報の全国的なデータベース(National Emission Inventory、以下「NEI」)を整備するとともに、EPAのOAQPS(Office Of Air Quality Planning And Standards)内において、EFIG(Emission Factor And Inventory Group)がさまざまな活動を支援するための排出量推定ツールの開発・保守整備を行っている。

(a) 排出係数について

EFIGが行っている主要な支援のなかに排出係数を文書化した“AP-42”シリーズと呼ばれるものがある。このAP-42シリーズ「The AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors」は、1968年に米国公衆衛生局によって発行され、現在1995年に出された第5版が最新のものである。第4版からVolume IとVolume IIに分かれ、Volume Iが固定発生源と面源の排出係数を、Volume IIが移動発生源の排出係数を掲載している。

(b) 排出インベントリーについて

NEIデータベースには、Hazardous Air Pollutants(以下、「HAPs」)とともに、Criteria air Pollutants(以下、「CaPs」)やその前駆物質を排出している固定発生源と移動発生源に関する情報が収載される(表4.2-3)。また、全国だけでなく各地域や州ごとの発生源別の年間排出量の推計値が収載される。

EPAは、HAPsの排出量推計にあたって、以下のような様々な情報源から排出量の推定値を収集している。

州や地方のHAPインベントリー

HAPの排出低減のためのEPAのMACT(最大限実施可能な汚染防止技術)プログラムに関連する既存のデータベース

TRIデータ

EPAの交通・大気汚染管理局(OTAQ)によって開発された移動発生源法を用いて推定された排出量

原単位や活動データを用いて求めた定常的非点源排出量の推定値

現在までに、CaPsについては1990年と1996-1999年に、HAPsについては1999年と2002年にNEIデータベースが整備され、2002年のNEIデータベースの最終版は2006年2月23日に公表されたところである。

NEIデータの事例として、資料7に2002年における水銀、鉛、カドミウムにおける全国レベルの固定発生源からの年間排出量データを発生源の種類別に整理した。

表 4.2-3 NEI への収集データの概要

	対象物質	対象とする発生源
CaPs	CO NOx SO <sub>2</sub> PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> VOCs NH <sub>3</sub>	<p>点源： 発電所などの名称と場所によって認識できる固定発生源 少なくとも一つ以上の標準大気汚染物質を閾値以上の量で排出している主要排出源</p> <p>地域発生源： 家庭、オフィスビルのような小規模の点源 森林火災、農業耕起のような拡散固定発生源</p> <p>移動発生源： 全種類の車両、ガソリン動力やディーゼル動力の備わった装置や設備（飛行機、船舶）</p>
HAPs	<p>大気浄化法(CAA)で定められる118項目で、以下の重金属及び金属化合物を含む。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アンチモン及びその化合物</li> <li>・砒素及びその化合物</li> <li>・ベリリウム及びその化合物</li> <li>・カドミウム及びその化合物</li> <li>・クロム及びその化合物（三価及びその他）</li> <li>・クロム及びその化合物（六価）</li> <li>・コバルト及びその化合物</li> <li>・鉛及びその化合物</li> <li>・マンガン及びその化合物</li> <li>・水銀及びその化合物</li> <li>・ニッケル及びその化合物</li> <li>・セレン及びその化合物</li> <li>・四塩化チタン</li> </ul>	<p>主要発生源： HAPsのどれか一物質を10t/y以上排出又は排出する可能性のある固定発生源 HAPsのうち複数物質で合計25t/y以上排出する可能性のある固定発生源</p> <p>地域発生源、その他の発生源： HAPsのどれか一物質を10t/y未満排出又は排出する可能性のある固定発生源 HAPsのうち複数物質で合計25t/y未満排出する可能性のある固定発生源 CAAでの定義では「主要発生源とみなされない固定発生源を地域発生源」(例：ドライクリーニング店、ガソリンスタンドなど) その他の発生源としては、管理された森林火災や野焼きなど</p>

#### 4.3 国内の排出インベントリーの整備に関する課題等

国内における有害金属の排出インベントリーを作成するためには、化管法の届出外で推計を行っていない排出源やその他の環境への排出を前提とした用途等のうち、排出量等から優先的に排出実態を把握する必要があるものを選出し、その優先的に把握すべき排出源において、関係機関や業界団体等へのヒヤリングや現場実測調査によって情報収集を行う必要がある。特に、水銀、鉛、カドミウムといった国際的対応が優先される有害金属においては、我が国における排出インベントリーの作成が急務である。

##### (1) 化管法の対象外で未推計の排出量の把握

化管法の届出対象外の事業者（例えば、再生資源となる廃棄物の中間処理（回収・リサイクル）を行う施設）や届出対象外の媒体（例えば、廃棄物焼却施設で発生する排出ガスの大気への排出量）のように、化管法の対象物質を含む製品や廃棄物を取扱っていても排出・移動量を一部報告する義務のない場合で、特に排出量が多くなる可能性があるような用途又は製品や廃棄物を取扱う事業所を優先して、排出源データを



取得するためのヒヤリング調査や排出濃度等の実測調査が必要である。

## (2) 環境への排出を前提とした用途等による排出量の把握

「環境への排出を前提とした用途等」とは、最終製品の用途あるいは使用方法が含有している有害金属の環境中への排出を意図しているか排出することが容易に予測できるもので、例えば、釣り錘、鉛散弾、道路舗装用アスファルト、塗料などである。これらの最終製品については、その使用に伴って環境中へ排出される量を算出するために、生産・使用量、製品中の平均的又は代表的な含有量、環境への排出速度などの基礎的なデータを収集することが重要である。この際、塗料やアスファルトのように使用中に磨耗・風化することによって長期にわたって排出が継続される場合、年間の磨耗割合などを推定するために現場実測調査を行うことも必要である。

## (3) 基礎的情報の収集のための調査

排出インベントリーに係わる基礎的なデータの収集にあたっては、排出濃度、排出水や排出ガスの量についての測定を行う前に、専門家による調査研究事例や企業による測定事例などを収集するため、業界団体等への聞き取り調査を行う。聞き取り調査で収集できない場合には、業界団体と協力して原材料、最終製品又は中間製品中に含有する量などから事業所や施設単位での対象金属の収支を把握し、同様の施設や事業所に当てはめて推定する方法も考えられる。

## 5 マテリアルフローに関する状況について

### 5.1 既存のマテリアルフロー及びマテリアルフロー解析の事例

有害金属に関する既存のマテリアルフローの概要は表 5.1-1 に整理した。水銀、鉛、カドミウムなどを対象とした事例が多い(水銀：図 5.1-1 及び図 5.1-2、鉛：図 5.1-3、カドミウム：図 5.1-4)。既存のマテリアルフローの作成に用いられている公的統計では非常に大まかな用途ごとの需要量しか把握していない。また、殆どの事例で、フローを推計した際に用いた数値などを詳細に記載していない。一部の既存事例では業界団体の資料や個別企業へのインタビューなどによりその精度を高める努力がなされている。

例えば、浅利ら<sup>\*</sup>による水銀の物質フロー解析事例では、社団法人電球工業会などへのヒヤリングにより、機械統計における蛍光ランプの国内生産数量(個数)では把握されていない蛍光ランプがあることを確認し、その未把握部分の水銀フローをこれら業界団体の協力により詳細に推計した。その結果、2000～2003年の我が国における製品由来の水銀全体のフロー(10～20トン/年)に占める蛍光管のフロー(約5トン/年)の割合が比較的多いことを明らかにしている(図 5.1-5)。

この図 5.1-5 の詳細なマテリアルフローと図 5.1-1 の既存のマテリアルフローを比較す

<sup>\*</sup> 浅利ら(2005)廃棄物学会誌 16(4): 223-235

ると、蛍光灯に由来する水銀フローについて、既存の推計では最大でも 82kg であったものが詳細な解析によりその約 5 倍になっている。

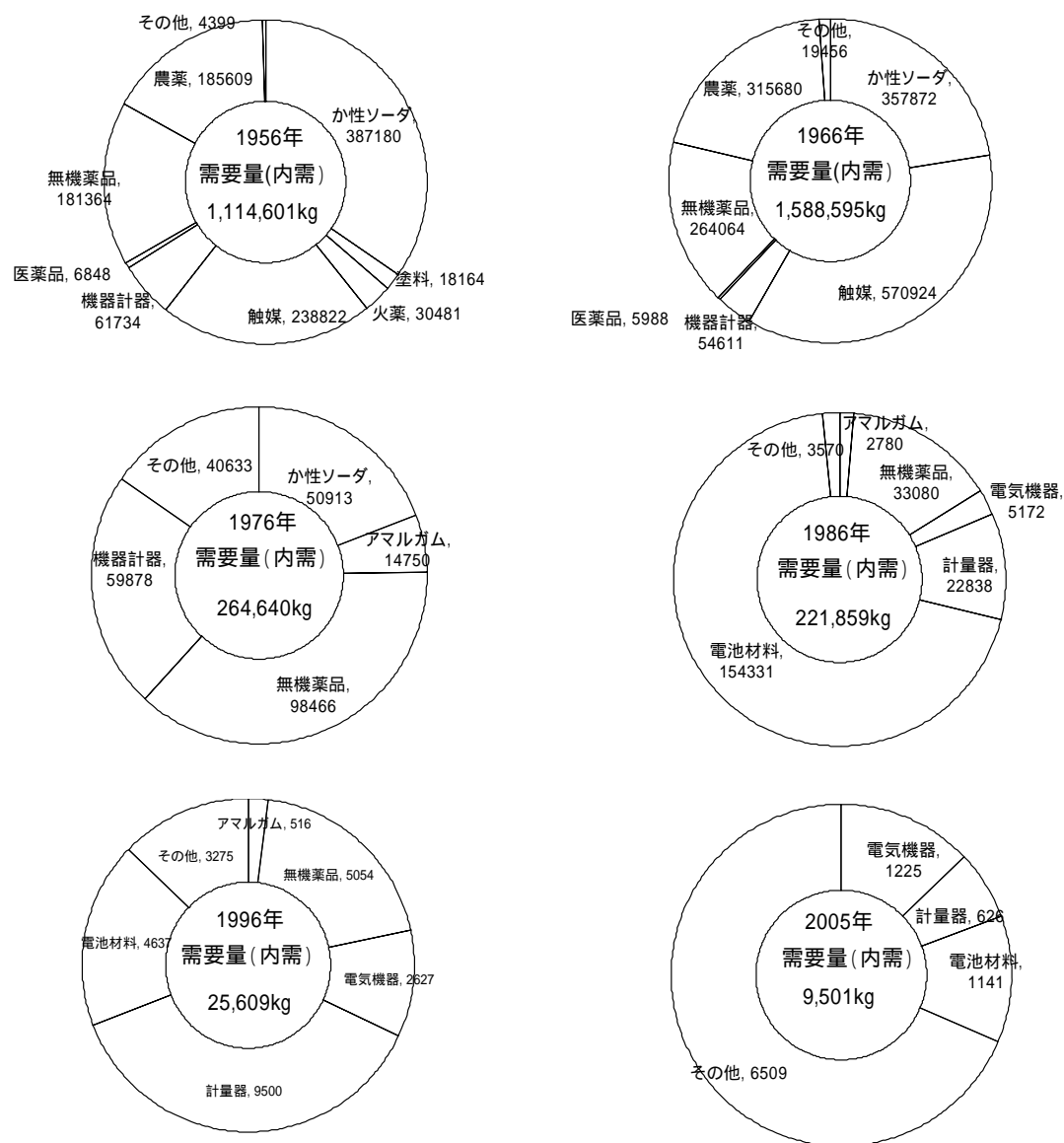


図 5.1-1 我が国における水銀の需要量

注：国土環境株式会社「平成 16 年度水銀データ取りまとめ業務報告書」より。

原典は非鉄金属等需給統計年報、資源統計年報（通商産業大臣官房調査統計部）による。

なお、この統計には、蛍光管製造のための使用は含まれていない。我が国における蛍光管の製造は、2003 年で約 6 億 7000 万個であり、水銀量を 10 mg とした場合、蛍光管に使用された水銀量は、6.7 t 近くと計算される

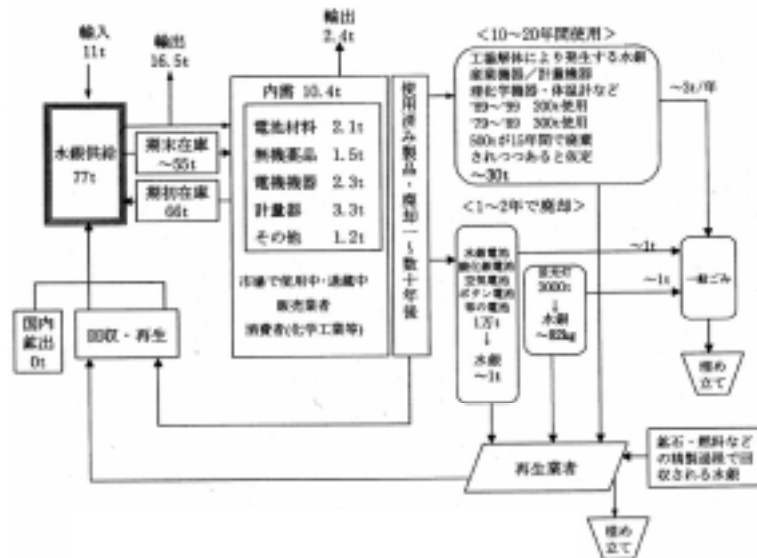


図 5.1-2 我が国における水銀の MATERIAL フローの一例

注：単位はトン。2001年の推計値。

出典：環境省・(財)日本環境衛生センター「製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減方策に関する調査検討報告書」平成 17 年 7 月より抜粋。

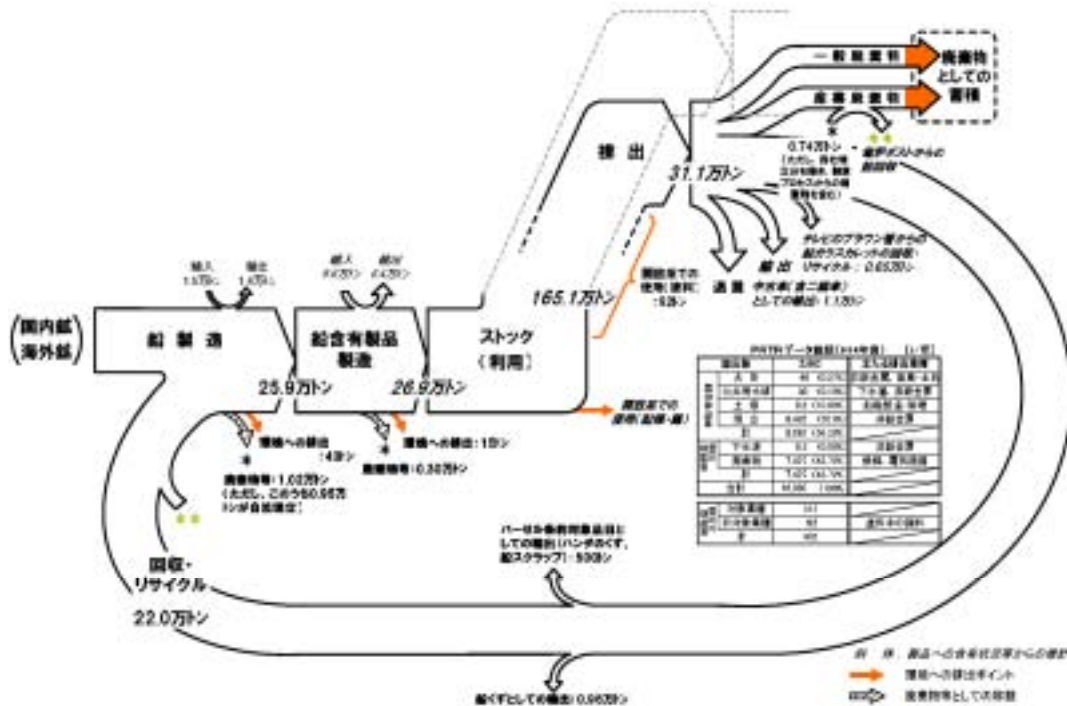


図 5.1-3 我が国における鉛の MATERIAL フローの一例

出典：新エネルギー・産業技術総合開発機構、平成 16 年度「MATERIAL フロー解析を用いる革新的環境評価システムに関する戦略調査研究」報告書、平成 17 年 3 月より抜粋。

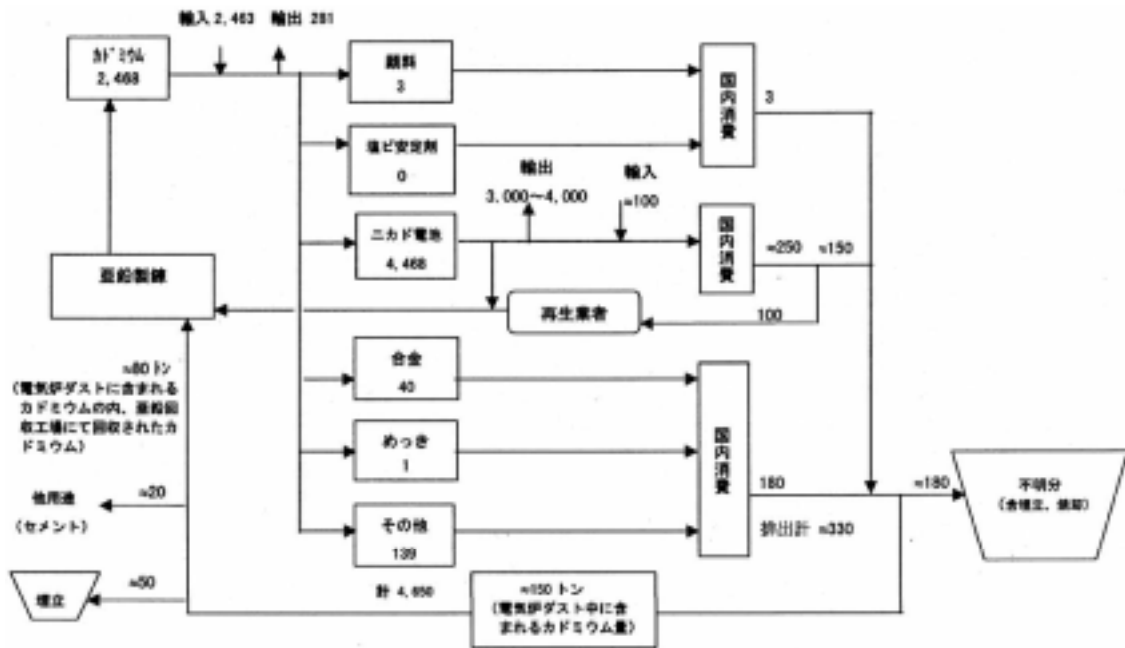


図 5.1-4 我が国におけるカドミウムのマテリアルフローの一例

注：2001年の推計。単位はトン。

出典：環境省・(財)日本環境衛生センター「製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減方策に関する調査検討報告書」平成17年7月より抜粋。

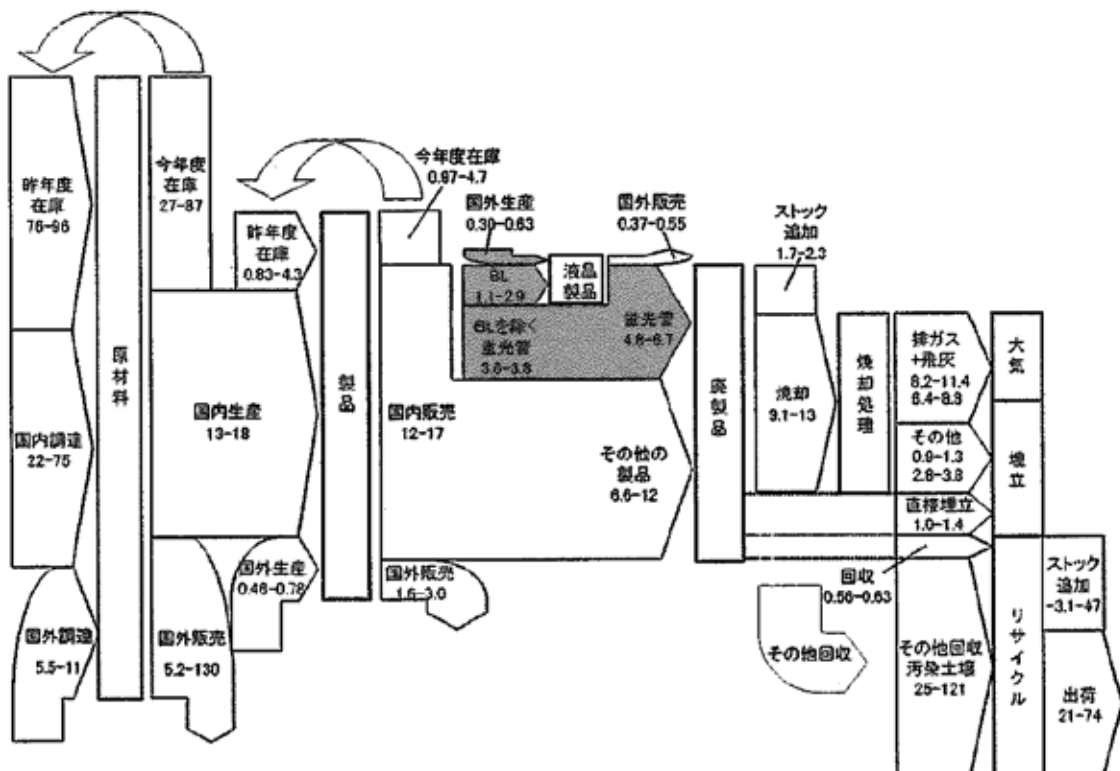


図 5.1-5 浅利らによって推定された2000～2003年の我が国における水銀マテリアルフロー

注：単位は ton - Hg / 年。2000 - 2003 年の最小-最大値を示す。

出典：浅利・福井・酒井・高月(2005)水銀の物質フローと蛍光管リサイクルのあり方、*廃棄物学会誌* 16(4): 223-235 より抜粋。

表 5.1-1 既存マテリアルフローの推計に用いたデータ及び情報源

実施主体	調査・報告書の名称等	対象元素	金属鉱物		中間製品		金属含有製品				廃棄物		環境排出
			資源輸出入	生産	輸出入	生産・製造	消費・使用	輸出入	回収・リサイクル	最終処分	輸出入		
財団法人・ジャパン・センター	廃棄物減量化のための社会システムの評価に関する調査（製品に含まれる特定有害物質に関する社会システムのあり方の調査研究）調査研究報告書(H15.3)	Pb, Hg, Cd, Cr	資源統計年報 業界団体資料	資源統計年報 業界団体資料	貿易統計	機械統計	資源統計年報 業界団体資料	貿易統計	業界団体資料 メーカー別推定値	不明分と理立を一緒に			
環境省 財団法人 日本環境衛生センター	製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減方策に関する調査検討報告書(H17.7)	Pb, Hg, Cd, Cr	上に同じ	上に同じ	上に同じ	上に同じ	上に同じ	上に同じ	上に同じ	上に同じ			
国立環境研究所	マテリアルデータバンク～日本を取りまく世界の資源のフロー～第2版(H15.3)	Cu, Ni, Zn, Pb	国連貿易統計データベース					国連貿易統計データベース					
財団法人 廃棄物研究財団	化学物質の循環・廃棄過程における制御方策に関する研究(H13.3)	Pb (Cd, Cr, Hg, As)	資源統計年報	機械統計 資源統計年報	日本貿易月表	機械統計 資源統計年報 化学工業統計	資源統計年報 業界団体資料	日本貿易月表					
NEDO	マテリアル-解析を用いる革新的環境評価システムに関する戦略調査研究(H17.3)	Pb	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報	貿易統計	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報	使用年数：家計調査年報 業界団体推定値	貿易統計	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報	PRTR	貿易統計	PRTR ハセル条約承認量	
石油天然ガス・金属鉱物資源機構	鉱物資源マテリアル-2004(H17.6)	Cu, Pb, Zn, Sn, Ni, Cr, Mn, Co, V, Sb, Be, Ba, Se, Te, Tl	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 資源工業統計年報 業界団体別統計年報 工業以外	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報	日本貿易月表 業界推定 鉱業便覧 より推定	業界団体データ	業界団体資料 鉱業便覧 文献より推定 推定値		推定値 業界推定 リサイクル				
浅利ら	水銀の物質フローと蛍光管回収のあり方 廃棄物学会誌 Vol.16, No.4, 223-235(2005)	Hg	貿易統計			機械統計 薬事工業生産動態統計 鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 業界団体資料 推定値 原単位について 解体実測より推定 業界団体別統計 既報研究論文	業界団体資料 薬事工業生産動態統計 鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 推定値 原単位について 解体実測より推定 業界団体別統計 既報研究論文	貿易統計	リサイクル業者資料 全国都市清掃会議資料 既報の市民アンケート調査による研究論文	焼却/理立比： 環境白書 より推定			
【参考】 国土環境	水銀データとりまとめ業務(H16.12)	Hg		化学工業統計年報	貿易統計	業界団体資料 ・電球類年間生産・販売統計など 文献値 薬事工業生産動態統計年報	資源統計年報 非鉄金属等需給統計年報 業界団体資料 薬事工業生産動態統計年報 国会質問	貿易統計	回収業者資料	PRTR		PRTR	

\* 現在は「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」。他も同様。

注：国土環境株式会社による報告書については、マテリアルフローは作成していないものの、作成可能となる各種データを取りまとめているため参考として掲載した。

## 5.2 マテリアルフローの精緻化に向けた課題等

### (1) 既存マテリアルフローがある有害金属に共通の課題等

表 5.1-1 に示した既存マテリアルフローがある有害金属については、以下のフロー等を追加することにより、それぞれの既存マテリアルフローの精度を高めることが課題である。

- 石炭由来の火力発電所からの排出などの非意図的に含有される有害金属のフロー
- 自然由来の有害金属のフロー
- 埋立地にストックされている有害金属
- 環境媒体（底質、水質、大気、生物など）に蓄積している有害金属
- 各環境媒体並びに製品を通じて国外から我が国に蓄積している有害金属

#### a) 既存のマテリアルフローにおける比較

既存のマテリアルフローについて、重要な排出源を新たに見つかったり、フローをより正確にしたりするため、既存資料同士を比較する必要がある。例えば、以下に示したような情報のすり合わせを行い、数値の背景となる対象や範囲の違いを明確にし、数量の単位を統一して、より正確な値を求めることが可能である。

現在流通している主要な商品の用途	VS	既存の公的統計の対象範囲
既存のマテリアルフローにおける不明分や廃棄分	VS	PRTR データにおける埋立処分量や廃棄物としての移動量など

こうした比較により、精度の比較的低いフローのうち量が多く優先的に精緻化を行うべき重要なもの（用途・商品・業種等）をスクリーニングすることが必要である。また、既存の金属排出濃度データを収集し、重要なフローであるがその推定が困難とされた用途・商品・業種等について、より精度の高い推定値を算出する際に活用することも必要である。

比較検討により判明した新たな排出源や重要なフローを反映したマテリアルフローの作成にあたっては、より現実的な情報を入手するために、必要に応じて業界団体と連携して、その部分を把握するための排出濃度を実測するモニタリング調査や、企業へのアンケートや聞き取り調査等を実施することも考えられる。

#### b) モニタリングデータの活用と充実

アジア地域などで発生した有害金属の大気を経由した我が国への輸送量、あるいは我が国で発生した有害金属の太平洋方面への輸送量を把握するためには、日本海側と太平洋側の離島などの遠隔地における大気中の濃度のモニタリングデータが必要である。実際の測定においては、遠隔地において金属を対象に実施されたモニタリングの手法開発や測定事例を参考として、対象とする有害金属やサンプリング方法を予め検討しておかなければならない。例えば、酸性雨モニタリング事業のなかで降雨（湿性降水）中の金属成分の測定のフィジビリティスタディをおこなった事例<sup>\*</sup>では、降雨試料自動採取システムにより採取されたサンプルの保存性やフィールドブランクを検討し、ポリプロピレン製容器中

\* 鹿角ら(2004)八方尾根における降水中の微量金属成分測定、環境科学会誌 17(2):129-134

でのPb、Mn、Znの濃度変化が少ないことやPb、Mnのコンタミネーションの度合いが低いことが確認されている。

既存のモニタリングデータ(例えば、国設大気測定網(NASN)事業において環境省が長期間にわたり浮遊ふんじん中の金属成分を測定してきたデータなど)も、我が国への大気経由の輸送収支の推定に活用できる。長期的には、海水経由での輸送も考慮に入れる必要がある。例えば、大陸の河川を起源として黄海、東シナ海、タタール海峡等へ流入した有害金属が海流によって流入する日本海を対象として、その主な原因となっている対馬海流などにおける海水中濃度を継続的にモニタリングしている環境省の海洋環境モニタリング調査のデータを活用することもできる。

遠隔地における大気モニタリングや外洋域での海水モニタリングには多大な労力と時間がかかることから、すべてを実測することは困難であると考えられる。そこで、既存データを補完するモニタリング調査を実施することを基本とし、得られたモニタリングデータを用いて大気や海水経由での我が国の有害金属の輸送量や蓄積量の収支(Mass Flow)を推定するためのモデルの開発が急がれる。

#### c) その他の調査研究事例の活用

マテリアルフローとは直接関係の無い調査研究事例で得られた情報をマテリアルフローの精度の向上に活用することができるかどうかの検討が必要である。

例えば、(独)製品評価技術基盤機構では、平成12~13年度と平成15~16年度に、平成13年度の総務省統計から抽出した化管法の23業種で従業員数20人以上の事業者へアンケートを行って、化管法の対象物質の取扱量についてにより調査している\*。平成16年度に実施した調査では、46,020事業者に対し、何らかの回答があったものを含めて回答率は45.2%となっている。この調査結果では、有害金属とその化合物について、1事業所当りの平均的な取扱量が推計されている(表5.2-1)、業種別の1事業所当りの平均的取扱量も推計されている(主な業種について資料8に示す)。平成13年度の統計からアンケート対象事業者を抽出したため、事業所数は少ないものの従業員数20人以下の事業者に対しても同様の推計データが得られている(表5.2-2)。これらの推計値は、より精度の高いマテリアルフローを作成する際の参考情報となる可能性がある。

#### (2) 水銀に関する既存マテリアルフローの精緻化に係る課題等

水銀については、5.1節で述べた浅利らによる詳細なマテリアルフローが作成されているが、水銀を意図的に使用している製品におけるより詳細な含有率などの情報を収集するとともに、生産・使用の数量を収集している公的統計での水銀使用製品の対象範囲と実際の水銀使用製品との差の有無を確認し、未把握の水銀使用製品がある場合にはそれをフローに反映させる必要がある。また、一部自治体を対象に実施されたPRTRパイロット事業では対象とした化学物質に「水銀及びその化合物」が含まれており、平成11年度及び平成13年度にはその排出・移動量とともに取扱量(生産・使用量)を調査しているため、これらの原単位を使った

\* 独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター「平成16年度PRTR対象物質の取扱い等に関する調査報告書」平成17年2月

フローを作成し、既存のフローと比較してその差が大きい場合にその原因を究明するなどして精度を高める方法も考えられる。なお、6章でも述べるが、製品に含有するかたちでの水銀の輸出入量を把握することも製品段階での水銀フロー解析を行う上で重要である。

リサイクルの段階においては、水銀使用製品の回収率、再生使用率における情報を収集するとともに、これらのリサイクル施設からの排出実態を把握する必要がある。廃棄の段階については、化管法で把握されていない廃棄物処理施設からの大気への排出、廃棄物焼却に伴う水銀の大気排出において主要発生源と見られている医療廃棄物処理プロセスからの排出量などの基礎的データが必要である。

また、リサイクル促進による廃棄物の有効利用によって、水銀含有廃棄物が鉄鋼・非鉄金属の製造・製錬に使用される量が増加する傾向にあることが指摘されていることから、これらの業種における大気排出の実態を継続的に把握する必要がある。

### (3) 鉛に関する既存マテリアルフローの精緻化に係る課題等

鉛におけるマテリアルフロー解析は、図 5.1-2 に示した例において新エネルギー・産業技術総合開発機構により比較的詳細に実施されている。

鉛を製造する段階では、公的統計が比較的整備されているものの、比較的小規模の事業者が多い二次精錬業においては、化管法の届出非対象となっていることから、より正確な推計のために排出実態を把握するための調査が必要である。

鉛を利用している製品については、今後国際的な規制の広がりによって含有量は減ることが予想されるものの、一部の部材に使用せざるを得ないものがあり、2.3 節で述べた RoHS 指令のように実際にそうした部材は規制の適用外となっている。これらの適用外になっている部品や材料における鉛の含有量については、継続的に実態を把握するなど特段の注意が必要である。また、鉛使用製品として生産・使用の実態が不明で、その使用によって直接環境へ鉛が排出する鉛散弾や釣り用錘などについては、早急な生産・使用の実態把握が必要である。

### (4) 既存マテリアルフローがない有害金属に関する課題等

既存のマテリアルフローがない砒素については、第一段階として、一次製品（硫砒鉄鉱から亜ヒ酸など）の生産量やそれらの輸入量、またそれらの用途別の需給量、製品種類別の回収・リサイクル量又はその割合など、簡易なマテリアルフローが作成できる程度の基礎的な情報を収集すべきである。第二段階において、(1)で述べた課題への取り組みを進める。

表 5.2-1 化管法対象の有害金属とその化合物における 1 事業所当りの平均取扱量等

政令 番号	物質名	事業所 数	1事業所当りの 平均取扱量 (kg)	最大取扱量 (kg)	全取扱量 (kg)
1	亜鉛の水溶性化合物	645	783,197	235,132,000	505,162,149
25	アンチモン及びその化合物	329	26,655	3,616,631	8,769,388
48	ジネブ	12	855	10,239	10,265
49	マンネブ	20	1,045	17,377	20,902
50	マンゼブ	35	2,718	54,342	95,114
60	カドミウム及びその化合物	293	19,733	5,273,154	5,781,658



68	クロム及び3価クロム化合物	569	80,806	31,056,281	45,978,427
69	6価クロム化合物	640	1,036	103,500	662,748
99	五酸化バナジウム	67	6,201	351,339	415,475
100	コバルト及びその化合物	296	23,482	3,558,802	6,950,720
175	水銀及びその化合物	348	39	10,990	13,723
176	有機スズ化合物	142	4,350	65,939	617,634
178	セレン及びその化合物	212	2,366	332,987	501,672
207	銅水溶性塩（錯塩を除く。）	511	59,498	18,098,301	30,403,424
230	鉛及びその化合物	1,149	198,813	54,471,366	228,435,945
231	ニッケル	329	165,505	35,295,575	54,451,297
232	ニッケル化合物	420	128,196	38,196,400	53,842,515
243	バリウム及びその水溶性化合物	239	8,412	800,000	2,010,424
246	オキシ銅	22	13,119	199,500	288,627
249	ジラム	15	1,281	12,985	19,211
250	ポリカーバメート	18	612	11,000	11,014
252	砒素及びその無機化合物	256	5,327	529,636	1,363,831
284	プロピネブ	5	3	10	16
294	ベリリウム及びその化合物	28	78	1,780	2,197
311	マンガン及びその化合物	770	208,154	106,373,000	160,278,761
346	モリブデン及びその化合物	489	18,585	7,799,089	9,088,258

注：平成16年度調査対象分。小数点以下四捨五入。事業所数はのべ。

表 5.2-2 従業員数 20 人以下の事業者における対象化学物質ごとの取扱量等

政令 番号	物質名	事業所数	1 事業所当りの 平均取扱量 (kg)	最大取扱量 (kg)	全取扱量 (kg)
231	ニッケル	8	4,534	34,208	36,273
1	亜鉛の水溶性化合物	15	2,174	31,500	32,613
68	クロム及び3 価クロム化合物	12	963	10,127	11,552
175	水銀及びその化合物	7	1,570	10,990	10,991
230	鉛及びその化合物	16	568	4,193	9,088
69	6 価クロム化合物	15	433	3,520	6,497
311	マンガン及びその化合物	21	212	3,000	4,457
207	銅水溶性塩（錯塩を除く。）	13	317	4,100	4,125
99	五酸化バナジウム	<4	-	-	3,368
100	コバルト及びその化合物	5	33	162	165
25	アンチモン及びその化合物	5	10	50	50
346	モリブデン及びその化合物	13	1	7	8
243	バリウム及びその水溶性化合物	<4	-	-	1
60	カドミウム及びその化合物	7	-	-	-
176	有機スズ化合物	<4	-	-	-
178	セレン及びその化合物	<4	-	-	-
250	ポリカーバメート	<4	-	-	-
252	砒素及びその無機化合物	4	-	-	-
294	ベリリウム及びその化合物	<4	-	-	-

注：平成16年度調査対象分。小数点以下四捨五入。事業所数はのべ。

## 6 大気中の有害金属のモニタリングについて

### (1) 有害大気汚染物質モニタリング調査

大気中の濃度が低濃度であっても人が長期的に曝露された場合には健康影響が懸念される有害大気汚染物質については、環境省において、昭和 60 年度から大気環境のモニタリング調査を行ってきた。平成 9 年度からは、大気汚染防止法に基づき、地方公共団体（都道府県・大気汚染防止法の政令市）においてもモニタリングを実施している。

#### 調査方法

「大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気の大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準」(平成 13 年 5 月 21 日環境省。以下「処理基準」という。)及び「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」(環境省環境管理局大気環境課)に準拠して実施した。

#### 対象物質(19 物質)

ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン、アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、水銀及びその化合物、ニッケル化合物、クロロホルム、1,2 - ジクロロエタン、1,3 - ブタジエン、酸化エチレン、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド、ベンゾ[a]ピレン、ヒ素及びその化合物、ベリリウム及びその化合物、マンガン及びその化合物、クロム及びその化合物

#### 測定地点

測定地点の区分については、処理基準に基づき一般環境、固定発生源周辺及び沿道の 3 種類とする。

#### 調査結果

金属の分析結果について、経年変化を見るため、継続測定地点における平均値の推移を表 6-1 に取りまとめた。

表 6-1 継続測定地点における平均値の推移

物質名	継続地点数	単位	平均値							指針値
			H10年度	H11年度	H12年度	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	
水銀及びその化合物	57	ng/m <sup>3</sup>	3.2	2.6	2.5	2.4	2.2	2.2	2.4	40ngHg/m <sup>3</sup>
ニッケル化合物	120	µg/m <sup>3</sup>	8.2	6.6	6.8	7.0	5.9	6.1	6.2	25ngNi/m <sup>3</sup>
ヒ素及びその化合物	119	ng/m <sup>3</sup>	2.1	1.7	2.2	1.7	1.6	1.7	1.9	
ベリリウム及びその化合物	107	ng/m <sup>3</sup>	0.17	0.13	0.067	0.058	0.059	0.043	0.039	
マンガン及びその化合物	122	ng/m <sup>3</sup>	41	33	40	40	36	37	36	
クロム及びその化合物	109	ng/m <sup>3</sup>	9.9	10	9.4	8.8	8.5	9.3	8.2	

注 1 . 月 1 回以上の頻度で 1 年間にわたって測定を実施した地点に限る。

2 . 測定開始年の測定地点は少なく、継続地点の平均値の推移をみるには適さないため、測定開始後 2 年目からのデータを掲載した。

3 . 平均値は測定地点ごとの年平均値を算術平均した数値である。

出典：「平成 16 年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果について」より作成。

(2) 国設大気測定網(NASN)浮遊ふんじん及び浮遊粒子状物質分析

環境省では、大気汚染の状況を全国的な視野で把握するとともに、大気保全施策の推進等に必要な基礎資料を得る目的で、国設大気環境測定所を昭和40年度に設置し、翌年度から金属成分の測定を開始している。平成8年度に測定を終了するまでの間、測定所の増加・廃止、捕集方法や分析方法の変更などがあった。

## 7 製品中の金属含有実態の把握状況について

### 7.1 製品及び廃棄物中に含有する金属の調査事例について

製品（廃棄製品を含む）に含有している有害金属の濃度を調査した主な事例について、それらの概要を表 7.1-1 に整理した。水銀、鉛、カドミウムの事例が比較的多い。継続して調査した事例は1件あるが1999年までのデータしかない。また2000年代に実施した事例は廃木材チップを原料として製造したパーティクルボードのみである。以上より、製品（廃棄製品を含む）に含有している有害金属の最近の状況は把握されていないものと推察される。

また、これらの既存の調査事例の多くが、廃棄段階での製品中含有量を測定したものであるが、これらは製品が製造されてから数年を経て廃棄されたものも多いと思われることから、現在販売されている製品を対象として含有量の調査を行う必要がある。

なお、特定の製品中の有害金属の含有状況について調査したものではないが、上述の（独）製品評価技術基盤機構で実施した調査で得られている業種別の対象化学物質の1事業所当りの取扱量（=1工場当りの製造・使用量）の推計値などは、特定の業種で主力となる製品がある場合、製品中含有量に基づいて推計されたフローとの比較を行うことにより、誤差や信頼性の検証に活用できる可能性も考えられる。

### 7.2 マテリアルフローの精緻化に向けた製品中の金属含有実態の把握

既存のフローにおいて把握されていない場合の多い製品輸入による国外から国内へのフロー、不明分として環境排出量などと一緒に扱われている廃棄物として最終処分されるフローを明確にするため、4.3節で排出インベントリー作成上の課題とした製品中含有量の把握のための調査以外に、以下のような調査が必要となる。

#### (1) 製品・廃棄物中含有量に関する既存データの収集・整理

どのような製品にどのような金属が多く含有しているのかやどのような製品の含有量が判明していないのかを把握するため、市場に出回っている最終製品や廃棄物として収集された最終製品に含有している金属の濃度を調査した事例を収集・整理する。

また業界団体による有害金属含有率等の把握状況について、調査事例の有無やその結果についてアンケートあるいは聞き取りなどによる調査も必要である。

#### (2) 輸入製品についての調査

輸入される製品に含有して我が国に入ってくる有害金属については、その実態把握を行った既存の調査結果を収集するとともに、我が国全体での有害金属移入量を推計するための輸入製品中含有量調査を必要に応じて実施することが必要である。含有量調査にあたっては、暴露経路を考慮して、用途や使用方法などから人への暴露や環境排出の可能性が高いと考えられる輸入製品を対象とすることが重要である。

#### (3) 製品・廃棄物中含有量についての調査

製品中の平均的な含有量については、製品を製造する段階で把握する方法と使用済みの製