

4. 製品に含有される物質について(例)

4 - 1 鉛のライフサイクルと用途

鉛は自動車等の蓄電池、無機薬品、電気製品等に使用されるはんだ、電線ケーブル用の被覆材等に使用されている。このうち使用量が最も多いのは蓄電池である(総消費量の約76%：2001年)。

鉛の回収について、蓄電池として最も使用量の多い自動車用蓄電池は、相当量は回収されており、また、テレビのブラウン管に使用される鉛ガラスや電線ケーブル用の被覆材も回収が進んでいる。

R o H S 指令への対応等のため、電気製品等に鉛を使用しないはんだ(鉛フリーはんだ)が使用されるケースがあるが、鉛フリーはんだでウイスカ()が発生し、信号不良など、コンピューター機器に悪影響を及ぼす例が報告されている。また、鉛はんだ製品を鉛フリーはんだで修理した場合(又はその逆)には、不具合が発生することが確認されている。

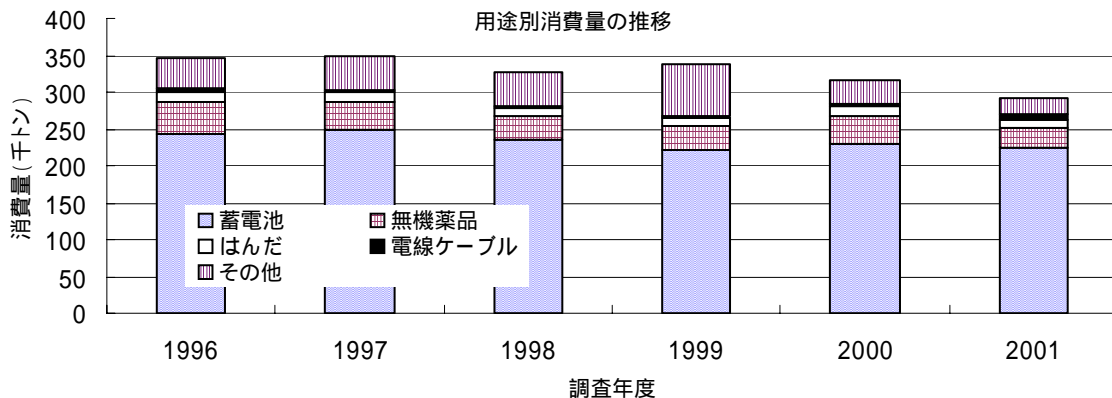
銅合金に鉛が含有すると銅合金の品質を低下させるため、ある製品に銅と鉛が混在する場合、鉛含有部位についての情報を開示することで、リサイクル段階において鉛を含有している部品を予め分離することが可能となり、リサイクルされた銅の品質低下を避けることができる。

ウイスカ：電気メッキ皮膜表面に発生した、太さは約2ミクロン、長さは2～3ミリ前後まで成長するヒゲ状の結晶生成物で、信号不良や電気回路をショートさせるなど、コンピューター機器に悪影響を及ぼす例が報告されている。

1. 消費実態

【 鉛の用途別消費量の推移 】

鉛の消費の主な用途は蓄電池(総消費量の約76%：以下同じ。)である。その他無機薬品(約10%：カメラの光学レンズ等に使用)、はんだ(約3%)、電線ケーブル(約2%)等に使用されている(2001年)。



出典：資源統計年報

注) 総消費量には輸入製品に含有される鉛量は含んでいない。

2 . 回収・3 R 実態

テレビのブラウン管に使用される鉛ガラスは、家電リサイクル法施行後回収が進んでいる。

電線ケーブル用の被覆材は、電線と同時に回収され、まとまった量が回収できることなどからリサイクル率が高い。

3 . 代替に係る動向

電気電子機器メーカーでは、錫、銀、インジウムなどを用いて、はんだの鉛フリー化を進めてきているが、基板のメッキ部分を鉛フリー化すると、コネクタでウイスカが発生し、信号不良などを起こすことが新たな問題として浮上してきている。

4 . 管理

銅合金に鉛が混入すると銅合金の品質を低下させる（例：鑄造割れなど）。製品や回収素材に銅と鉛が混在する場合、銅のリサイクルを阻害しないよう、鉛を含有することを表示することで、鉛を含有している部品等を予め分離することが可能となり、銅品質の低下を避けることができる。

鉛はんだ製品を鉛フリーはんだで補修・修理する（又はその逆）ことができないため、鉛はんだ製品であることを表示し、分別・再利用することが望まれる。

4 - 2 水銀のライフサイクルと用途

水銀は、計量器、電気機器、電池材料等に使用されている。このうち消費量が最も多い用途は、計量器である（総消費量の約 32%、2001 年）。

年間 1 万トンを超える廃乾電池及び廃蛍光灯の処理を行ない、約 1 トンの水銀を回収しているリサイクル事業者も存在する。

1991 年に、水銀無添加のマンガン電池が、1992 年には、水銀無添加のアルカリ電池が実用化・生産された。1995 年には、水銀電池の生産が中止されている。現在、一部を除いて、電池に水銀は使用されていない。

RoHS では電気電子機器における水銀の使用を禁止しているが、蛍光灯等への使用については、適用除外規定を設けている。しかし、蛍光灯についても、自動車、家電、事務機器メーカー等を中心に、蛍光灯中の水銀の使用量削減や、製品への搭載見合わせの動きが起こっている。他方で、食品業界では、食の安全性を確保するために紫外線殺菌を行っているケースがあり、その際水銀ランプを搭載した機器を使用するケースがある。

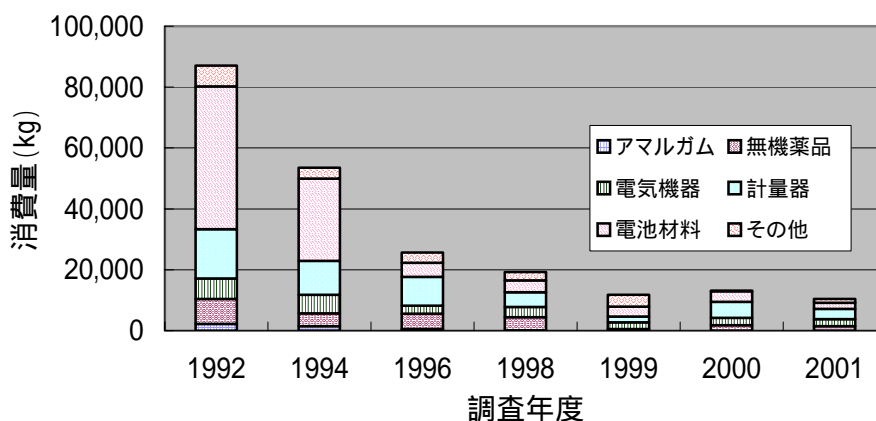
酸化第二水銀は、化学物質審査規制法の第一種監視化学物質に指定されている。また、廃棄物処理法等では、環境基準が設けられている。

1. 消費実態

【 水銀の用途別消費量の推移 】

水銀の消費の主な用途は計量器（総消費量の約 32%：以下同じ）である。その他、電気機器（約 22%）、電池材料（約 20%）、無機薬品（約 14%）等に使用されている（2001 年）。

用途別消費量の推移



出典：資源統計年報

注) 総消費量には輸入製品に含有される水銀量は含んでいない。

2 . 回収・3 R 実態

野村興産(株)は、年間1万トンを超える廃電池及び廃蛍光灯の処理を行ない、約1トンの水銀を回収している。また、蛍光灯リサイクルへの要望の高まりを受け、大都市近郊の事業者で、廃蛍光灯からの水銀の回収処理を行っている事業者もある。

3 . 代替に係る動向

1991年に水銀無添加のマンガン電池が、1992年には水銀無添加のアルカリ電池が実用化された。また、1995年以降、水銀電池の生産も中止されている。現在、一部の電池を除き、電池に水銀は添加されていない。

RoHS指令では、例えば「一本あたり水銀5mgを超えない範囲」等、蛍光灯への水銀使用について適用除外規定を設けている。しかし、蛍光灯についても、自動車、家電、事務機器メーカー等を中心に、蛍光灯中の水銀の使用量削減や、製品への搭載見合わせの動きが起こっている。他方で、食品業界では、食の安全性を確保するために紫外線殺菌を行っているケースがあり、その際水銀ランプを搭載した機器を使用するケースがある。

4 . 管理

酸化第二水銀は、化学物質審査規制法の第一種監視化学物質に指定されている。また、廃棄物処理法等では、「水銀及びアルキル水銀化合物」として環境基準が設けられている。

リサイクル工場等で、水銀ランプが搭載されている冷蔵庫等水銀が搭載されている製品を誤って破碎した場合、作業従事者が水銀に暴露され、また破碎後に再生利用しようとする物質等の品質が劣化する可能性があることが考えられる。水銀含有部位の情報を開示し、リサイクル段階で予め分離することにより、暴露を避けることができる可能性がある。

4 - 3 カドミウムのライフサイクルと用途

カドミウムは、電気製品等の二次電池、顔料、合金への添加剤等に使用されている。このうち、使用量が最も多いのは、ニカド電池である（総消費量の約 96%：2001 年）。

ニカド電池は、2001 年に改正された資源有効利用促進法により、電池メーカー、電池使用機器メーカー等に回収・再資源化が義務付けられたため、975 トン（カドミウム純分量：205 トン）が回収されている（2004 年度実績）。

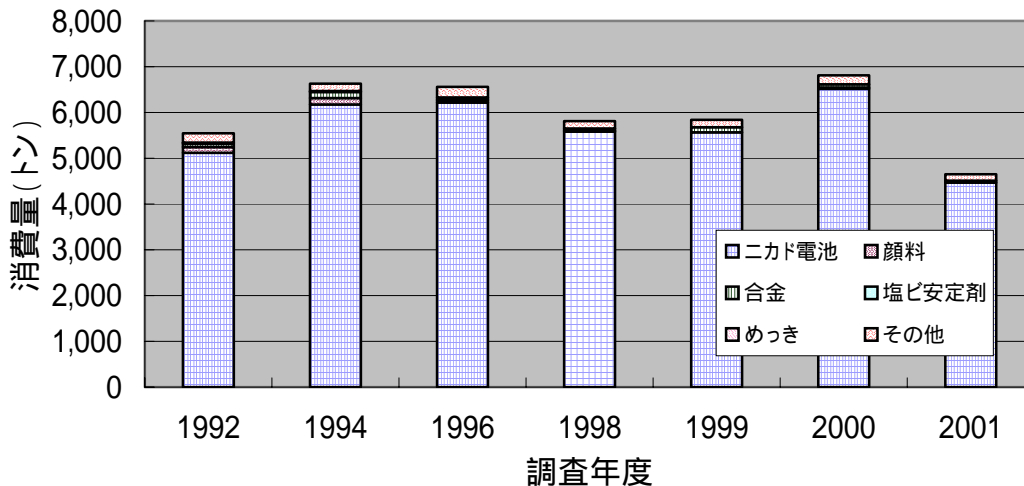
ニカド電池の販売数量は減少しているが、ニカド電池は、大きな電流を連続して使用する機器に適しており、また、充電することで数百回の使用ができることから、防災機器や医療機器等に引き続き使用されている。

1. 消費実態

【 カドミウムの用途別消費量の推移 】

カドミウムの主な用途はニカド電池（総消費量の約 96%：以下同じ）である。その他、合金（約 1%）、顔料（約 1%以下）等に使用されている（2001 年）。以前は、光劣化や酸化防止のため、塩化ビニルの安定剤として使用されていたが、1996 以降ほとんど使用されていない。

用途別消費量の推移



出典：資源統計年報

注）総消費量には輸入製品に含有されるカドミウム量は含んでいない。

2 . 回収・3 R 実態

ニカド電池については、資源有効利用促進法により、回収・再資源化を義務付けられた電池メーカー、電池使用機器メーカー等が、共同して有限責任中間法人 JBRC を設立し、回収・再資源化を行っている。2004 年度のニカド電池回収量は 975 トンであり、うちカドミウム量は 205 トンであった。

3 . 代替に係る動向

ニカド電池等の代替品であるリチウムイオン電池の販売数量は増加している（約 3000 万個：1995 年 約 8.3 億個：2004 年）。一方、ニカド電池の販売数量は減少している（約 7.9 億個：1993 年 約 4 億個：2004 年）。しかしながら、ニカド電池は大きな電流を連続して使用する機器に適しており、また、充電することで数百回の使用ができることから、防災機器として非常用照明器具、誘導灯、火災警報装置、防犯警報装置や電源装置、また、医療機器として家庭用電気治療器、電動車いす等に使用されている。

4 . 管理

カドミウムは、RoHS 指令の対象物質であり、EU 域内に製品を輸出するセットメーカーは、製品にカドミウムが含有されていないことが求められる。ただし、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は適用除外となっている。

ニカド電池は、資源有効利用法により、電池本体にマークなどを表示し、販売店での回収を促進させる工夫がなされている。今後、ニカド電池以外にも、カドミウム含有製品の回収・分離分別の効率性を高めるため、製品中の含有の表示を行なうことが望まれる。

4 - 4 六価クロムのライフサイクルと用途

六価クロムは、重クロム酸ナトリウムや無水クロム酸等を使用される。RoHS 指令では、2007 年 7 月以降は吸収型冷蔵庫中のカーボン・スチール冷却システム防錆用以外、電気電子製品への六価クロムの使用は禁止となっている。このような動向に伴い、パソコン、複写機の筐体には、クロムフリー鋼板が採用されている。

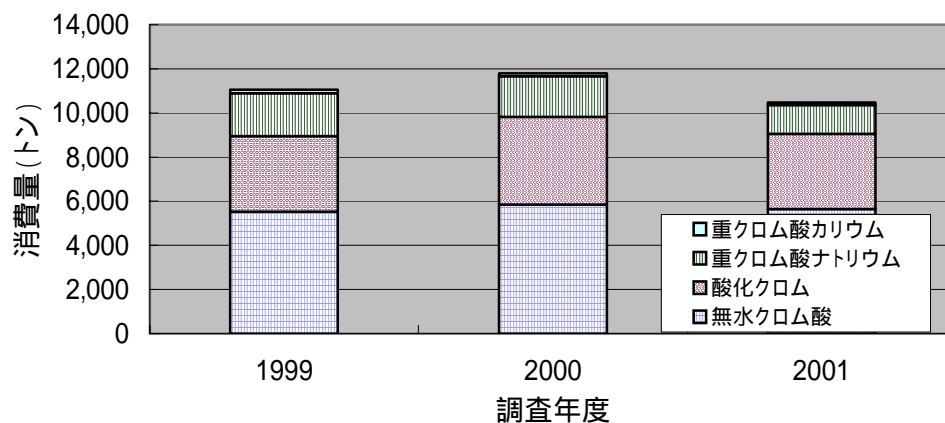
独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（希少金属備蓄制度発足当時は金属鉱業事業団）では、供給障害等に備えるため、昭和 58 年度から希少金属備蓄物資 7 鉱種のうちのひとつとしてフェロクロムを備蓄している。

1. 消費実態

【 六価クロムの用途別消費量の推移 】

六価クロムは、重クロム酸ナトリウムや無水クロム酸等を使用される。なお、重クロム酸ナトリウム、無水クロム酸、重クロム酸カリウムの六価クロム含有量は、それぞれ 34.8%、52.0%、35.4% である。

用途別消費量の推移



出典：財務省貿易統計等

無水クロム酸は、クロムめっき液の主材、金属表面処理クロメート処理剤等を使用される。さらに、クロメート処理された金属は、パソコン、複写機、自動車などに使用されている。

重クロム酸ナトリウムは、皮なめし剤や染料・顔料等の原料として使用される。さらに、染料は繊維製品に、顔料は絵具、印刷インキ、陶器・ほうろう、ガラスや塗料に使用されている。

2 . 代替に係る動向

RoHS 指令では、2007 年 7 月以降は吸収型冷蔵庫中のカーボン・スチール冷却システム防錆用以外、電気電子製品への六価クロムの使用は禁止となっている。このような動向に伴い、パソコン、複写機の筐体には、クロムフリー鋼板が採用されており、特に、複写機への導入率が高い。

「クロメート処理は環境面を除けば、耐食性や外観品質をはじめ表面処理としての性能に非常に優れていただけに、代替は容易ではない」との意見もある。

(日経ものづくり 2004 年 10 月号抜粋)

3 . 管理

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(希少金属備蓄制度発足当時は金属鉱業事業団)では、昭和 58 年度から希少金属備蓄物資 7 鉱種のうちの一つとしてフェロクロムを備蓄している。その理由については、我が国国民経済の中で現に重要な位置を占め、供給障害により、多大な影響を与えることが予測されるレアメタルの中で、供給構造が脆弱で供給障害の起こる可能性の高いレアメタルを検討した結果、選定したものの。

クロムは鉄鋼用のフェロクロム等に使用されており、フェロクロムが備蓄鉱種に指定されているように、希少な金属である。このような希少な金属から製造される六価クロムは、製品への含有の表示により、回収・再利用されることが望まれる。

4 - 5 PBDEs(ポリ臭素化ジフェニルエーテル)等の ライフサイクルと用途

PBDEs (ポリ臭素化ジフェニルエーテル) 及び PBBs (ポリ臭化ビフェニール) は臭素系難燃剤の一種 () であり、高熱が発生する部分に使用されるプラスチック類に添加することにより、難燃性を高め当該プラスチックに起因する火災を防止することができる。

難燃剤にはハロゲン系、リン系や無機化合物などの非ハロゲン系の種類があり、臭素系難燃剤はハロゲン系に分類される。

PBDEs の使用量は約 2.8 千トンと少なく、難燃剤全体に占める割合は約 2% である。また、PBBs は現在国内ではほとんど使用されていない。電子電気機器の筐体やプリント基板には、ポリスチレンや ABS 樹脂 () などが使用されているが、それらのうち使用時に高熱にさらされる部分に使用される部品については、PBDEs が添加されている場合がある。他方で、例えばテレビの場合、ABS 樹脂は、テレビに使用されているプラスチック類全体の約 2% であり、PBDEs が添加されている ABS 樹脂はさらにその一部である。

ABS 樹脂：アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン樹脂

PBDEs 及び PBBs は E U における RoHS 指令の対象物質であり、PBDEs が混入した再生プラスチックは欧州向け製品には搭載できなくなる。従って、PBDEs 含有プラスチックや PBBs 含有プラスチックはリサイクル時に分別し、他のプラスチックとは分けてリサイクルすることが望まれるが、そのためには表示等の仕組みを整えておくことが必要となる。

1 . 消費実態

難燃剤別消費量の推移

PBDEs の供給量は約 2.8 千トンであり、難燃剤全体に占める使用量は約 2 % である。PBDEs の代表として、デカブロモジフェニルエーテル、オクタブロモジフェニルエーテル、ペンタブロモジフェニルエーテルの 3 種が挙げられ、オクタ及びペンタブロモジフェニルエーテルは、現在、国内で使用されていないと見られる (2000 年)。なお、PBBs は国内で現在生産・販売された実績がなく、使用されていないと見られる。

表 難燃剤の供給量の推移

(単位:千トン (%))

種類	調査年度						
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PBDEs(Deca)	5.5(4.1)	4.9(3.4)	4.2(2.9)	4.5(3.0)	4.0(2.4)	3.8(2.3)	2.8(1.7)
PBDEs(Penta)	0.5(0)	0.3(0)	0.3(0)	0.03(4)	0.08(0)	0.08(0)	0(0)
PBDEs(Octa)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
PBBs	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
その他の難燃剤	129.5(95.5)	137.5(96.4)	139.8(96.9)	144.8(96.9)	161.0(97.5)	163.9(97.7)	166.7(98.3)
消費量(合計)	135.5	142.7	144.3	149.5	165.0	167.8	169.5

出典：財団法人 クリーン・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」調査研究報告書（平成 14 年度）

注）Deca：デカプロモジフェニルエーテル（Deca については、RoHS 指令の対象にならない可能性がある）、
Penta：ペンタプロモジフェニルエーテル、Octa：オクタプロモジフェニルエーテル

PBDEs の使用方法

一般的に、電気電子機器の筐体やプリント基板には、使用段階においては安全に使用できるよう、一定の絶縁性や耐衝撃性を有することが求められており、これら特性を有するポリスチレンやABS樹脂などが使用されている。そして、高熱が発生する部分、例えば、テレビのバックパネルには火災を防止するために、それらポリスチレンやABS樹脂にPBDEsなどの難燃剤が一般的に添加されている。

PBDEs 含有プラスチックの製品使用事例（ブラウン管テレビ）

ブラウン管テレビにはプラスチック類が構成素材全体の約 16%に使用されているが、そのうちABS樹脂は、ブラウン管テレビに使用されているプラスチック類全体の約 2%に使用されている。PBDEs が添加されているABS樹脂はそれらABS樹脂の一部になると考えられる。

テレビの素材構成

(単位: %)

種類	Fe	プラスチック	ガラス	プリント基板	その他
構成比	8.8		63.2	8.2	3.6

プラスチックの種類	ポリスチレン	ポリプロピレン	ABS樹脂	塩化ビニル	その他
構成比	8.9	84.5	1.7	3.2	1.7

出典：家電製品協会、「環境総合ハンドブック」（1998年3月）

2 . 代替に係る動向

海外において、難燃剤フリーのプラスチックを用いたことで、テレビの火災事故が増えているとの指摘がある（第1回WGにおける桑原代理発言）。

3 . 管理

PBDEs 及び PBBs は、RoHS 指令の対象物質であり、E U域内に製品を輸出するセットメーカーは、製品に PBDEs 及び PBBs が含有されていないことが求められる。

再生プラスチックに PBDEs が混入した場合、E U向け製品にはそのような再生プラスチックを使用できない。他方で、PBDEs 含有プラスチックはリサイクル可能であるため、他のプラスチックとは分別してリサイクルすることが望まれる。

4 - 6 インジウムのライフサイクルと用途

インジウムは、液晶・プラズマディスプレイの構成要素である透明電極中に使用されている（我が国の国内使用量中 80%以上を占める）他、化合物半導体、最近では鉛フリーはんだ中にも一部使用されている。

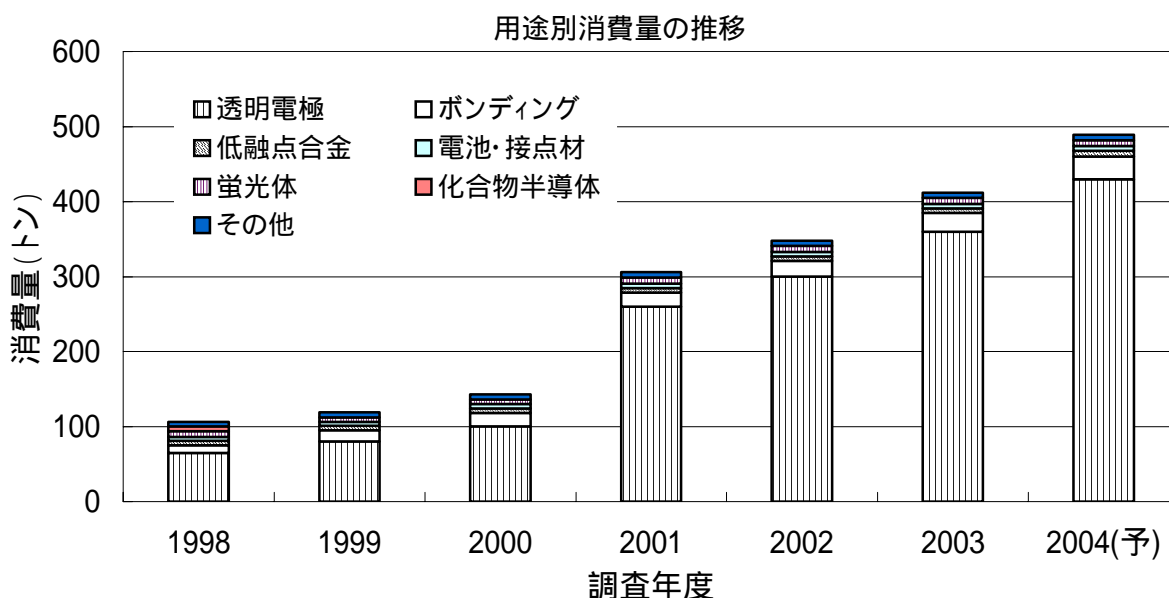
近年の液晶・プラズマディスプレイの生産量増加に伴い、近年、インジウムの国内使用量は急増している。

総合資源エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会は、新たにインジウムを供給偏在性、国内需要・IT関連需要の動向、代替可能性を総合的に評価して、現在国際価格が高騰しており直ちに備蓄を実施する環境にはないものの、今後、「レアメタル要注視鉱種」として注視していくこととした。（総合資源エネルギー調査会鉱業分科会 レアメタル対策部会 平成16年7月28日中間報告）

1. 消費実態

インジウムの用途別消費量の推移

消費量は増加傾向にあり、特に、液晶・プラズマディスプレイ等の透明電極への使用量が急増している。また、近年は鉛フリーはんだ中にも一部使われている。



出典：工業レアメタル No.119、120

注）蛍光体の主な用途は、発光ダイオードである

2 . 回収・3 R 実態

インジウムの使用量の推移

わが国における使用量は液晶・プラズマディスプレイの生産増加に伴い、急増している。

わが国の供給量は 494 t で、国内生産（スクラップ再生含む）が 46%、輸入が 54% となっている。輸入の主たる内訳は、中国（輸入量の 59%）、米国（18%）、カナダ（11%）となっている（2003 年）。

回収状況

非鉄製錬業を営む A 社においては、2004 年 10 月より 50 トンから 100 トンにインジウムリサイクル能力を増強した。

3 . 管理

総合資源エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会は、平成 16 年 7 月に中間報告をとりまとめた。同部会では、供給偏在性、国内需要・IT 関連需要の動向、代替可能性を総合的に評価した結果、インジウムについては相対的に備蓄に係る検討の重要度が増加したと認められるものの、現在国際価格が高騰しており直ちに備蓄を実施する環境にはないこと、経年変化に関する技術的知見が不十分であることを踏まえ、リサイクル動向を含めたマテリアルフロー（物質循環）の実態、保管に関する技術的問題等について、十分な把握が必要であるとして、「要注視鉱種」としてその動向を注視していくこととした。（総合資源エネルギー調査会鉱業分科会 レアメタル対策部会 平成 16 年 7 月 28 日中間報告）