

## 9 錫 (Sn)

## 9. 錫 (Sn)

### 9. 1 マテリアルフロー分析

錫は古代より知られている元素であり、錫と銅から作られる青銅は古代から用いられていた合金の一つである。硬いが容易に鑄造することができる性質を持つ青銅は、現代においてもベアリングやバルブ、あるいは機械の部品材料として用いられている。最近では電子材料や電子部品にも使用されている。

錫の原料は錫石( $\text{SnO}_2$ )であるが、その他に  $\text{WO}_3$ , S, Cu, Pb, Fe 等を含むことがあるのでこれら不純物を溶解前にできるだけ除去する。Sn は比較的卑なため、溶錬のときにスラグに入り易く Fe との分離が難しいので、2段階に分けて還元溶錬を行う。まず第1段の鉱石溶錬では歩留を考えず品位の高い粗錫 (Sn90%) を得る。この際電気炉、反射炉が用いられ、スラグは Sn を 10~15% を含む。次にスラグにコークスや石灰石を加えて強還元し、粗錫 (Sn90%) とする。粗錫を小型反射炉で不純物を溶離して錫とする。この際電解精錬を行うこともある。

日本では、以前は錫石からの製錬を行っていたが現在は行っておらず、廃メタル、錫滓、ドロス、煙灰などから 650-750 t/年程度のリサイクル製錬が行われている。一方、インドネシア、中国、マレーシア、タイから金属錫 (錫塊+くず) として約 34,000 t/年、その他、棒・線材として約 1,500 t/年、錫合金として約 500 t/年、錫製品として 300 t/年が輸入されている。

最終製品は多くの分野で使用されている。ブリキは鉄板に Sn をメッキしたもので、缶詰などに使用されている。錫は鉄よりイオン化傾向が小さいので溶け出しにくいことにより鉄を保護するが、ブリキに穴があいてしまうと中の鉄が溶け出してしまう。最近では鉄板の錫メッキはかなり減少し、Zn メッキが大半を占める。

錫の融点は  $232^\circ\text{C}$  と低く、電子・電気部品産業では融点の低い接合剤として Sn-Pb はんだ (Sn:63% のとき、融点は  $183^\circ\text{C}$ ) が多用されてきた。しかし Pb に有害性があるため、最近では純 Sn はんだを使用したり、Sn-Ag-Cu 系などの Pb フリーはんだの研究開発と実用化が行われている。

電子部品のリードフレームに使用されるリン青銅は、Cu-Sn-P の組成である。展伸材としては Sn は 3~8% で P は 0.2% でばね用に用いられている。

鑄物用合金中の含有量は、Sn5~25%、P0.05~0.5% で、耐食性と耐磨耗性が優れている。青銅中の Sn 含有量は 5~25% で、錫の含有量が多くなるほど硬度が高くなる。軸受合金には、ホワイトメタル (Sn90%) やアルミ軸受合金の需要があるが、最近では軸受合金の需要は少ない。

最近では錫の応用製品としての液晶パネルやプラズマパネルの需要が増加している。それらのパネルには帯電防止の目的で ITO (In-Sn-O の組成) 透明電極が使用されていて、Sn が含有されている。ITO は液晶にもプラズマにも使用されている。しかしながら、パネルの ITO ガラス膜はごく薄く、平面ディスプレイ 1 台当たりの使用量はごく僅かである。

中間生産物に係る我が国及び世界の主要生産者並びに生産品目は次のとおりである。

表 中間生産物に関する主要生産者及び生産品目

主要生産者	国	生産品目
三菱マテリアル	日本	錫
住友金属鉱山	日本	錫合金、化合物
三井金属鉱業	日本	錫
太陽鉱工	日本	錫化合物
本城ケミカル	日本	錫化合物
Baseresult Holdings Ltd.	イギリス	錫
PT Koba Tin	インドネシア	錫
PT Tambang Timah Tbk	インドネシア	錫
Akchatau mining-beneficiation complex	カザフスタン	錫
Thailand Smelting and Refining Co. Ltd.	タイ	錫
Laibin Smelter	中国	錫
Yunnan Tin Industry Co.	中国	錫
Grupo Paranapanema S/A	ブラジル	錫
EuroZinc Mining Corp.	ポルトガル	錫
Novosibirsk smelter	ロシア	錫
Podol'sk smelter	ロシア	錫
Ryazan smelter	ロシア	錫

(出典: USGS「Minerals Information, Statistics and Information by Country」、新金属データブック 2002、国内各社ウェブサイト)

## 9. 2 リサイクルの現状と評価

ブリキは、Sn を取り出すことなく鉄板として回収される。ほんだは Pb フリー化のために需要が増加しており、電子・電気基板を収集・処理する業者が一部を回収して製錬所に戻り、リサイクルされている。電子部品や伸銅品に使われるリードフレームについても Sn を取り出すことなく Cu 合金として回収されている。青銅鋳物は、鋳物としてリサイクルされているが鋳物から Sn を取り出すことはない。軸受合金や電線の錫メッキも Sn を取り出すことなく、軸受合金や電線として回収される。

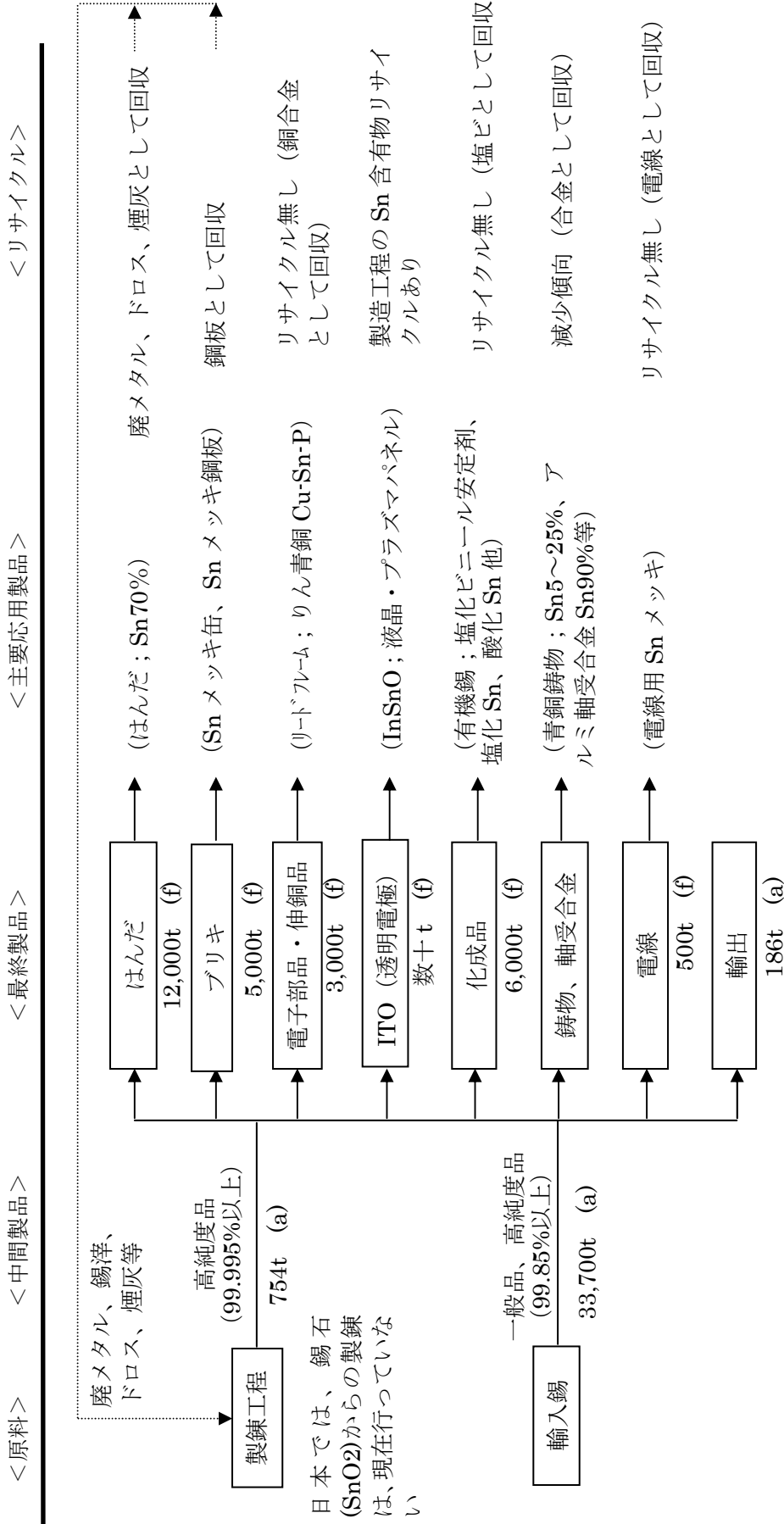
ITO の透明電極はディスプレイパネルやアモルファスシリコン太陽電池でありこれらが使用済み品となる。液晶テレビやプラズマテレビは最近市場に出された製品であって、使用済み品が出回りはじめるところである。メーカーでは生産台数の伸び率が大きく、今後さらに市場の拡大が期待されている。

従って、ブリキ、リードフレーム、青銅鋳物、軸受合金などはそれぞれが回

収されて鋼板、鋳物、軸受合金などに Sn を取り出すことはないが回収されている。ITO における Sn は、平面ディスプレイ 1 台あたりの使用量が少ないためにコスト的な観点から回収の対象となりにくく、今後の課題である。ITO 製造工程で発生する工程ロス分の Sn 含有物が製錬所に集荷されリサイクルされている。

錫 (Sn)

2005 年ベース  
量の単位：( ) 内は Sn 純分 t



1. 鉱石埋蔵量 (Reserves) 6,100 百万 t (c) 2. 出典 (a) 日本鉱業協会資料 (b) 日本貿易月表 (c) USGS : MCS 2006

(d) 工業レアメタル (e) レアメタルニュース (f) 業界ヒアリング

錫 (Sn)

リサイクルの現状

2005年ベース

主な応用製品	利用形態	使用済み品の存在形態		リサイクル形態			リサイクル現 状評価 (A~G) (注③)	備考 (注④)
		形態	量 (注①)	リサイクルの実態	リサイクルのサイ クル(注②)	リサイク ル率		
はんだ	低融点合金	使用済み電子 機器等のはん だ付け	(12,000t)	廃機類のリサイク ル	(10年)	(少量)	G	Pbフリー化の ため、需要は増 加すると推定
ブリキ、メッキ	メッキ	鋼板、缶のメッ キ(鋼板はSn メッキが主流)	(5,000t)	鋼板として、メッキ 錫滓としてリサイク ル	食品用缶;数ヶ月、 機機類;10年	(少量)	G	亜鉛メッキの 増加により、錫 メッキは減少
電子部品・伸銅品	合金	リードフレーム等	(3,000t)	電子部品中の有価物 の回収に伴って回収	(10年)	(少量)	G	電子部品中の 有価物回収に 依存
I TO	透明電極	I TO薄膜(液 晶やプラズマ パネル)	(数十t)	I TOターゲットの 回収・製錬処理	(5~10年)	(少量)	E	製造工程の Sn 含有物リサイ クルあり
化成品	化合物	廃塩(ビニール)	(6,000t)	塩化ビニールとして 回収	(3~10年)	0%	E	
鋳物、軸受合金	合金	使用済み機械 に組み込まれ ている金属	(-)	合金としてリサイク ル	(5年)	0%	E	減少傾向
電線	メッキ	廃電線のメッ キ	(500t)	電線としてリサイク ル	(長期間)	0%	E	

(注) ①業界ヒアリングの概数  
( ) 内は使用量純分 t  
②サイクル:  
( ) 内は推定使用年数  
③現状評価:  
A. 応用製品の単品である  
B. 添加剤として使用されている  
C. リサイクルの流通システムが無い  
E. 経済性が無い  
F. 需要開拓が十分でない  
G. その他  
D. 効果的なリサイクル技術が無い  
④リサイクルのボトルネックと解決の難易度  
毒性、保管の危険性の有無など