

## レアメタル 2007 (3)

# インジウムの需要・供給・価格動向等

希少金属備蓄部 企画課長代理  
minami-hiroshi@jogmec.go.jp

南 博志

### はじめに

本シリーズは、現代産業に必要な不可欠なレアメタルのうち、JOGMEC が動向を注視し、次の備蓄の可能性を検討している7鉱種（プラチナ、レアアース（希土類）、インジウム、ニオブ、タンタル、ストロンチウム、ガリウム）について、順次需給動向等を取りまとめていくものです。

本号では、第3回としてインジウムを取り上げています。

＜レアメタル備蓄制度についての詳細は、レアメタル備蓄のページ

([http://www.jogmec.go.jp/mric\\_web/organization/japan/g3/index.html](http://www.jogmec.go.jp/mric_web/organization/japan/g3/index.html))

からご覧になることができます。＞

インジウムは、1863年にドイツのライヒ（F.Reich）とリヒター（H.T.Richter）によって発見された。彼らが、タリウムを検出する目的でドイツ・フライブルグ産の閃亜鉛鉱の製錬残滓をスペクトル分析していたところ、過去に報告されていない未知の元素のスペクトルパターンを発見したのが、その経緯である。発見されたスペクトルの色は濃い藍色（Indigo：ラテン語では Indicum）であり、これにちなんでインジウム（Indium）と名付けられた。なお、1933年にアメリカでインジウムを含む歯科用合金が開発され、これにより初めて商業ベースとして用いられることとなった。

インジウムは、光沢のある銀白色の金属で、爪でかいても傷が付くほど軟らかい。また、可鍛性、展延性に優れているほか、低融点で、ガラス、水晶、セラミ

ックスの表面と接合できるので、電子材料のはんだ向けに適した性質を持つ。また、酸化物は、酸化錫が添加されることによって、透明な高性能導電体（ITO：Indium Tin Oxide：酸化インジウム錫）となる。このITOは、その特性から、液晶やプラズマといったフラットパネルディスプレイの電極（透明導電膜）に用いられている。なお、その他に、ボンディング、半導体素子（InP：燐化インジウム）、電池材料、ベアリング等にも用いられている。

### 1. 需要・供給

#### 1-1. 世界の需給状況

表1に世界のインジウム需給を示す。

表1 世界のインジウム需給

単位：t

	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年 (推定)
中国	34	59	73	100	129	118	197	274	292	262	183
日本	40	50	50	50	55	60	74	75	76	89	121
カナダ	25	30	35	35	45	45	43	72	63	82	90
韓国	—	—	—	—	—	—	—	—	34	70	90
ベルギー	40	40	35	35	40	40	30	30	30	35	35
アメリカ	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
カザフスタン	—	—	—	—	—	—	—	15	15	15	15
ロシア	30	15	15	15	15	15	7	7	7	12	12
フランス	35	35	43	43	65	65	10	5	0	0	0
その他	32	44	24	25	24	25	26	25	26	26	26
一次地金供給 合計	251	288	290	318	388	383	402	518	558	606	587
日本	—	—	—	—	—	120	161	270	350	530	680
中国	—	—	—	—	—	49	51	132	120	137	20
その他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
二次地金供給 合計	—	—	—	—	—	169	212	402	470	667	700
日本	180	210	274	337	325	353	399	541	696	888	1,146
アメリカ	50	50	52	55	65	85	90	100	115	125	136
その他	42	45	45	56	63	65	67	69	71	73	58
					(うち中国)	(15)	(18)	(24)	(31)	(34)	(39)
需 要 合 計	272	305	371	448	453	503	556	710	882	1,086	1,340

※「一次地金」は、鉱石を製錬して生産された地金。「二次地金」は、スクラップから回収・再生された地金。(注) “—”は、データ無し。

出典：ハイテク産業を支える亜鉛製錬副産物 インジウム(日本金属経済研究所)

世界のインジウム供給（一次地金及び二次地金）は、表1のとおり世界的な需要増を反映して、急激に増加している。また、2003年以降、中国と日本の一次地金供給量は、合わせて世界の供給量の50%以上を占めており、その寡占度は高くなっている。ただし、インジウムの場合、亜鉛等の鉱石からの副産物であるため、一次地金の寡占度だけでは全体の寡占状況を把握することはできない。なお、「ハイテク産業を支える亜鉛製錬副産物 インジウム（日本メタル経済研究所）」によると、亜鉛鉱石を生産する国でインジウムのポテンシャルの高い国として、オーストラリア、カナダ、チリ、ペルー、ボリビア、メキシコ等が挙げられている。また、表1の二次地金供給量にあるとおり、インジウムのリサイクルについては、他のレアメタルと比較してかなり進んでいる状況にある。2006年には、日本と中国の2か国だけで、ついに世界の一次地金供給量を上回り、引き続き2007年も同様の傾向が強まると推定されている（その他の国の二次地金供給のデータは無い）。

一方、需要面でも、世界の需要量は急激に増加してい

る。これは、主にフラットパネルディスプレイ向け透明電極用ITOターゲット材の需要が急増していることによるものである。その中でも、世界最大の需要国日本における需要の伸びは、他の国々に比較して突出したものとなっている。今後は、2008年の北京オリンピック、2010年の上海万国博覧会、南アフリカ・ワールドカップの開催、及び、日本における2011年の地上デジタル放送完全移行に対応した買換えを控えており、ITOターゲット材需要はさらに拡大していくとの見方が強い。ただし、日本以外の国々では、高価な液晶・プラズマディスプレイより、単価の安いリアプロジェクションディスプレイの方が人気があるため、大型の液晶・プラズマディスプレイの需要は日本及び中国の富裕層に限った需要が中心となっており、将来の需要の伸びが期待したほどにはならない可能性も否定できない。また、他のITOを代替できるターゲット材の開発状況等が、需要のマイナスマテリアルとなる可能性も考えられる。

表2に世界の主要なインジウム生産企業（一次地金及び二次地金）を示す。

表2 世界の主要なインジウム生産企業（一次地金及び二次地金）

国名	会社名	備考
中国	葫蘆島鋅業股份有限公司	
	柳州冶煉有色股份有限公司	
	南京ゲルマニウム製錬所	二次地金
	株州冶煉廠	
	雲南蒙自鋅冶有限責任公司	増産計画遅延中
日本	三井金属鋅業株式会社	一次&二次地金
	DOWAメタルマイン株式会社	一次&二次地金
	住友金属鋅山株式会社	二次地金主体
	アサヒブリテック株式会社	二次地金
	新興化学工業株式会社	二次地金
	東邦亜鉛株式会社	
	住友電工株式会社	
カナダ	Teck Cominco Ltd.	
	Xstrata plc (旧Falconbridge)	
ベルギー	Umicore S.A.	
ロシア	The Chelyabinsk Zinc Works	
ドイツ	PPM Pure Metals GmbH	
	Fremat GmbH & Co.	
アメリカ	Indium Corp.	Xstrataの子会社
	Umicore Indium Products	使用済ITOの処理可能
	Alfa Aesar	
	Belmont Metals Inc.	
	MCP Metalspecialities Inc.	
イギリス	Mining & Chemical Products Ltd.	
イタリア	Omodeo A&S Metalleghe S.r.l.	二次地金
オランダ	Whitmetaal BV.	二次地金
韓国	Korea Zinc	

出典：ハイテク産業を支える亜鉛製錬副産物 インジウム（日本メタル経済研究所）

このうち、中国・雲南蒙自亜鉛製錬所では、2005年に予定されていた生産能力拡大の工事が遅れている（工場建設の遅れ）。原因は原料（亜鉛鉱石）不足とされているが、完成すれば生産能力は中国最大級になるとのことである。他には、カナダではXstrata社（旧Falconbridge社）が近年生産を再開したほか、韓国ではKorea Zinc社が2005年から生産を開始している。これら2か国にロシアを含めた3か国については、今後生産量が増加していくものと期待されている。一方、フランスでは、2002年にMetaleurope社が生産を休止し、近年、生産量が減っている（日本の状況については後述する）。

また、中国では、2001年に発生した広西壮族自治区南丹県大昌での事故をきっかけにして、中央政府の指示により多くの違法操業を行っている鉱山が次々に閉鎖された。2005年には湖南省の株州付近で、電力不足と環境汚染のために閉鎖を命令された鉱山もあった。これらにもかかわらず、中国の一次地金供給量は、それぞれ次の年に一時的に減ったものの、増加し続けているが、これは、長期にわたる価格低迷により国内にストックが多量にあったこと、従来副産物としてのインジウム生産にほとんど興味の無かった亜鉛製錬会社が価格高騰に伴い生産を開始したこと等によるものと考えられる。

さらに、中国では、インジウムにおいても、国内資源を守り内需を優先する政策を実施している。具体的には、輸出増値税還付の率引き下げ・撤廃<2004年1月1日に17%から13%へ引き下げ、さらに2005年5月1日に撤廃>、輸出税の導入<2007年1月1日から15%課税>及び輸出許可枠の導入<2007年6月18日から導入>を実施してきている。これらの中国の動向は世界の需給・価格動向に多大なる影響を及ぼしており、また、同国では前述のように環境汚染等による閉山がある等供給面での不安要素もあり、日本をはじめとするインジウム消費国にとってはインジウム安定供給における最大の懸念材料となっている。

また、インジウムは、主に亜鉛、他には鉛、錫等の副産物として生産されるため、インジウムそのものの需給・市況ではなく、主産物である亜鉛等の需給・市況により生産量が左右されることもある。これも、インジウム安定供給における懸念材料の一つと考えられる。

## 1-2. 日本の需給状況

現在、日本は、インジウム全量を地金、亜鉛鉱石の形態で輸入している（インジウムのリサイクルは比較的進んでおり、二次地金による輸入が相当量含まれていると思われる。また、ITOターゲット材製品として輸入される量もある程度はあると考えられる）。表3にインジウム地金の主要対日輸出国の推移を示す。インジウム地金

の対日輸出国の上位5か国集中度は1999年の96.4%から2005年は97.0%となっており、その寡占化は非常に高いレベルで推移しているといえる。同様に、中国1か国への集中度も1999年の45.9%から2005年は70.0%と急激に高まってきており、日本の中国への依存度は、かなり進行している状況となっている。なお、「ハイテク産業を支える亜鉛製錬副産物 インジウム（日本メタル経済研究所）」によると、日本が輸入している亜鉛鉱石中のインジウム含有量の多い国上位3か国は、オーストラリア、ペルー、ボリビアと推定されている。

表3 インジウム主要対日輸出国

国名	2005年(純分換算kg)		国名	1999年(純分換算kg)	
中国	295,625	70.0%	中国	41,920	45.9%
韓国	37,005	8.8%	フランス	36,650	40.2%
カナダ	29,913	7.1%	カナダ	4,004	4.4%
アメリカ	25,575	6.1%	ベルギー	3,014	3.4%
台湾	21,478	5.1%	アメリカ	2,404	2.6%
その他計	12,481	3.0%	その他計	3,281	3.6%
合計	422,078		合計	91,273	
上位5か国計	409,597	97.0%	上位5か国計	87,992	96.4%

出典:貿易統計よりJOGMEC換算

表4に日本のインジウム需給（推定）を示す。日本のインジウム需要においては、近年、透明電極用ITOターゲット材の需要が全需要の80%以上を占めている。ITOターゲット材需要は、前述のとおり急増しており、それに伴い全需要量も急増している。また、その他の分野では、ITOターゲット材と同じくフラットパネルディスプレイに使用されているボンディング向け需要も急増している。一方、供給面でも、これら需要増に対応して、二次地金生産量、輸入量ともに急増となっている。国内生産の動きとしては、まず、唯一国内産の亜鉛鉱石からインジウムを生産していた日鉱金属が、2006年3月に豊羽鉱山を閉山した。これにより、純粋な国内産のインジウムは無くなり、輸入亜鉛鉱石等からの副産物生産のみとなった。また、東邦亜鉛は、2005年11月から安中製錬所にて、亜鉛製錬の副産物としてのインジウム生産を再開している。

表4 日本のインジウム需給（推定）

	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年 (推定)
一次地金生産量	35	50	50	50	55	60	74	75	76	89	121
二次地金生産量	91	103	137	173	127	120	161	270	350	530	680
輸入量	101	85	91	131	171	140	264	421	422	433	420
供給 合計	227	238	278	354	353	320	499	766	848	1,052	1,221
透明電極	145	165	223	282	260	298	340	470	610	790	1,030
ボンディング	6	10	15	18	19	21	25	35	46	60	78
化合物半導体	6	9	9	9	17	7	7	7	7	9	9
蛍光体	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
低融点合金	3	6	6	6	8	6	6	8	12	8	8
電池材料	4	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5
歯科用合金	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ベアリング	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
その他	7	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
需要 合計	180	210	274	337	325	353	399	541	696	888	1,146

出典:ハイテク産業を支える亜鉛製錬副産物 インジウム（日本メタル経済研究所）

インジウムのリサイクルは、前述のとおり、需要増に対応し、供給不足分を補う形で急増しており、2006年には、ついに二次地金供給量が国内供給量の約50%を占めることとなった。特に、ITOターゲット材の分野では70%近くがスクラップ材からリサイクルされており、このリサイクル率は今後上昇するものと考えられている。ただし、ここでいうスクラップ材のほとんどは、工場内の製造過程で生じた工程くずであり、市場に出たフラットパネルディスプレイ等の最終製品からのリサイクルは全体の10%程度ではないかと見られている。この量が少ないのは、やはり、最終製品からの回収にはコストと時間を要する（分解から回収までの所要時間が長い、製品のストックに広大な場所を要する、回収後の残滓の処理にコストがかかる、製品のインジウム含有率が低い等）ためであったが、最近の価格高騰により、工程くずも含めて製品からのリサイクルを増強する動きが活発になっている。なお、世界の中では、他に、アメリカ、カナダ、ベルギーといった国々で、リサイクルが進んでいると言われている。

## 2. 価格

インジウムに関する国際的な価格決定機構は存在しない。なお、専門誌等に取り上げられる場合、一般的にはMetal Bulletin誌のインジウム地金の価格（インゴット、99.97%、倉庫渡し価格）が用いられている。

インジウムの価格には、1980年以降現在までに、1986～1988年（100\$/kg前後→300\$/kg前後へ高騰）、1994～1995年（100\$/kg前後→400\$/kg前後へ高騰）、2002～2005年（100\$/kg前後→1,000\$/kg前後へ高騰）の3回、高騰した時期があった。そして、高騰時期が終了すると、それぞれ価格最低レベル（100\$/kg前後）まで緩やかに下落する動きとなっていた。なお、1994～1995年の高騰はフランス・Metaleurope社の亜鉛製錬所事故をきっかけに投機筋が介入したことによるもの、2002～2005年の高騰は透明電極用ITOターゲット材の需要急増で需給がタイトになったことによるものである。

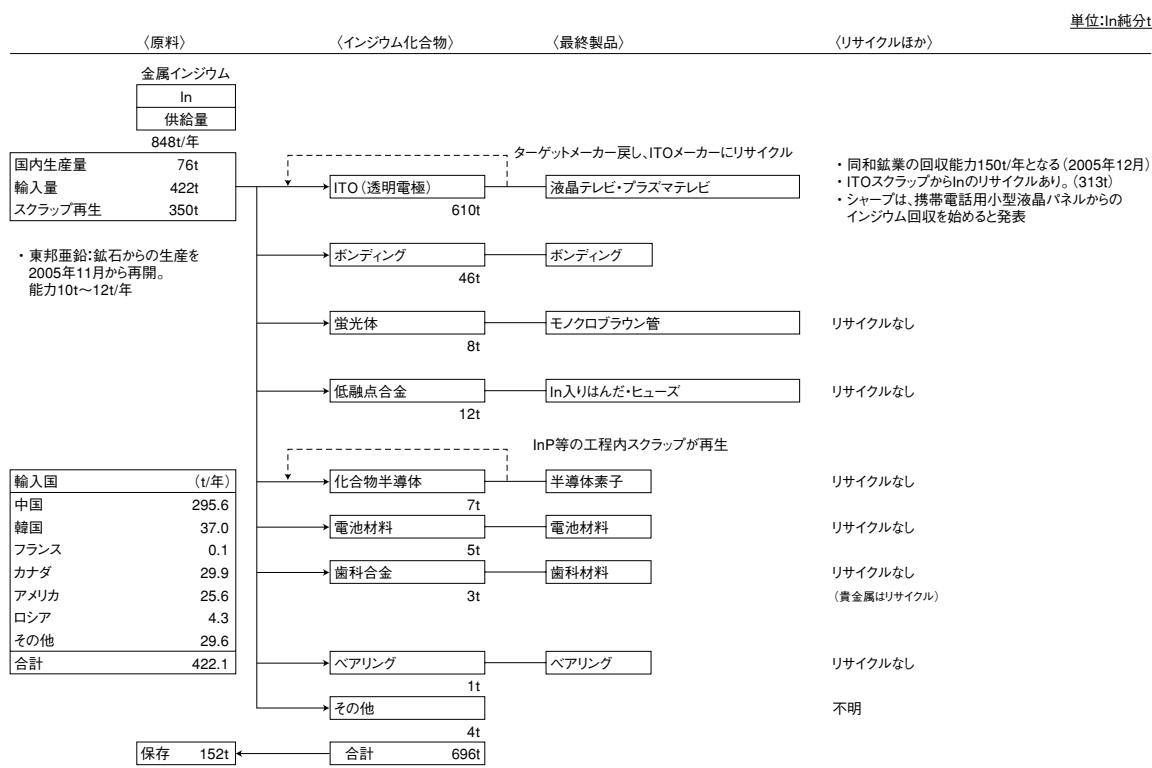
現在、これまでと同様、2005年のピークから緩やかに下落しており、700\$/kg台で推移している。今後、需要面では、前述のとおりITOターゲット材需要がさらに拡大していくとの見方が強い。一方、供給面では、中国の環境汚染等に対処した生産統制、2007年からの輸出許可枠の導入により、中国の供給量は減少すると考えられる。従って、2011年頃までは、価格は高い水準を維持しながら推移するものと予想されている。

なお、インジウムにおいて、亜鉛製錬所における生産が採算ベースに乗る価格帯は400～500\$/kgと言われており、世界の亜鉛製錬所では、価格動向に敏感に反応して、インジウム一次地金の生産開始・再開・増産・減産・中止が行われている。もちろん、二次地金においても同様の傾向にある。

なお、インジウムにおいて、亜鉛製錬所における生産が採算ベースに乗る価格帯は400～500\$/kgと言われており、世界の亜鉛製錬所では、価格動向に敏感に反応して、インジウム一次地金の生産開始・再開・増産・減産・中止が行われている。もちろん、二次地金においても同様の傾向にある。

## 3. 用途

図1にインジウムのマテリアルフロー図（日本）を示す。



※ 鉱石埋蔵量 (Reserves); 2,800t (Mineral Commodity Summaries)

出典:ハイテク産業を支える亜鉛製錬副産物 インジウム、鉱物資源マテリアルフロー2006(ともに、日本メタル経済研究所)

図1 インジウムのマテリアルフロー図（日本）＜2005年＞

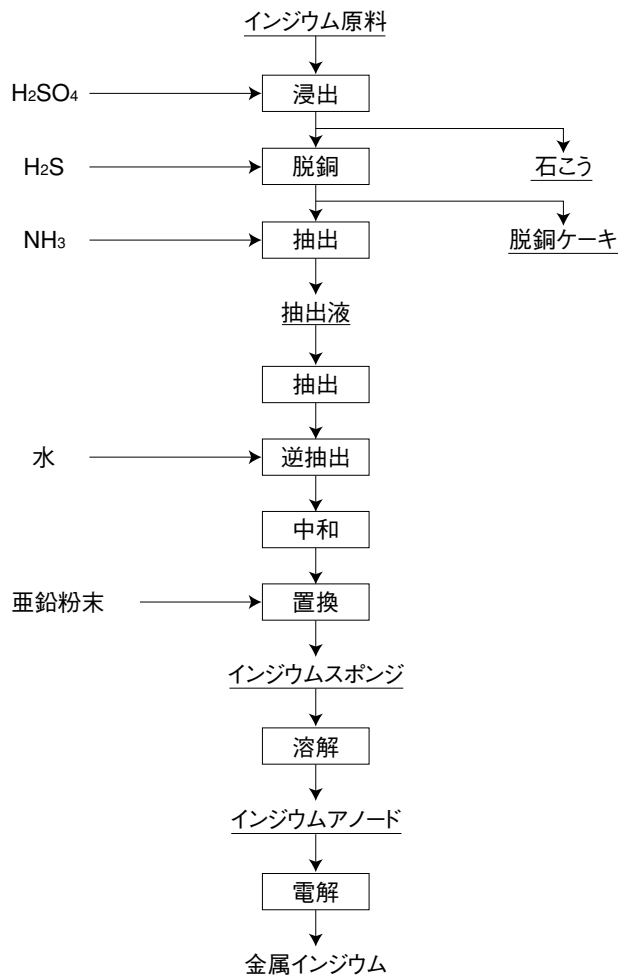
インジウムの最大の用途は、ここまでに幾度も述べているように透明電極用ITOターゲット材向けである。また、二番目の用途のボンディングも、ITOターゲット材製造工程において、ITOと銅製プレートとの接着剤の役目を果たすものであり、二つの用途を合わせて、透明電極向けに全消費量の90数%が使用されていることになる。透明電極は、薄型テレビのフラットパネルディスプレイ（液晶、プラズマ等）に使用される。

このうち、例えば、液晶ディスプレイ（LCD：Liquid Crystal Display）においては、2枚のガラス基板で油状の透明な液晶材料を挟む構造となっている液晶パネルの中で、液晶に電圧を印加するための電極として、ITOを材料とした透明電極が組み込まれている。初期の液晶パネルは、透明電極を用いていないために光の透過率が下がってしまい、輝度やコントラスト比に限界があった。しかし、抵抗値の低いITOターゲット材の透明電極によりこれらの限界が伸びて、広く用いられるようになった。なお、他にITOターゲット材の透明電極を用いているディスプレイとしては、プラズマディスプレイ（PDP：Plasma Display Panel）、有機ELディスプレイ（ELD：organic Electro Luminescence Display）等が挙げられる。

その他の用途には、化合物半導体、蛍光体、低融点合金、電池材料、歯科用合金、ベアリング等がある。その中でも、化合物半導体を用いる発光ダイオード（LED：Light Emitting Diodes）については、より高い輝度の製品が開発されたため、省エネルギー対策として今まで輝度が低いとして使われていなかった空港の着陸用ランプ、車のヘッドライト、交通信号等への使用が増加しており、今後も需要が増加する可能性がある。また、インジウム化合物を用いる太陽電池も、今後の技術開発動向によっては、将来需要が増加する可能性がある。

#### 4. 生産・製錬

インジウムは、主に亜鉛の副産物として生産される。まずは、亜鉛製錬の煙灰、残渣からカドミウム、錫、ガリウム等とともに分離される。次に、各元素毎に分離を進めて、インジウムイオン溶液を得る。そこに、亜鉛（アルミニウム）金属粉末を加えて、置換・析出させると、インジウム地金が得られる。図2にインジウム精製の基本フローを示す。なお、亜鉛の製錬法にはいくつかの種類があり、それぞれの製錬法によってインジウムの精製工程は多少異なってくる。



出典:新金属の手引き・インジウム(金属時評編集部)

図2 インジウム精製の基本フロー（一例）

#### 5. 資源

米国地質調査所（U.S. Geological Survey）の Mineral Commodity Summaries によると、インジウムの世界の埋蔵量は、合計で2,800 tと推定されている（表5参照）。

表5 世界のインジウム埋蔵量

国名	埋蔵量(純分t)	
カナダ	1,000	35.7%
アメリカ	300	10.7%
中国	280	10.0%
ロシア	200	7.1%
日本	100	3.6%
ペルー	100	3.6%
その他	820	29.3%
合計	2,800	

出典:Mineral Commodity Summaries

しかし、日本メタル経済研究所による亜鉛埋蔵量・資源量を基に算出した埋蔵量試算案では、インジウムの世界の埋蔵量は合計で約30,000 tと試算されている。なお、同試算案では、埋蔵量上位国は、ペルー、オーストラリア、ボリビア、ロシア、ポルトガル、カナダ、中国となっている。

インジウム品位の高い有望な亜鉛鉱床としては、火山性塊状硫化物鉱床、熱水性交代鉱床及びスカルン鉱床、熱水性錫・多金属鉱脈鉱床、堆積岩中の層状鉱床が挙げられる。火山性塊状硫化物鉱床は、オーストラリア、ロシア、ポルトガル、カナダ等の国に賦存し、規模が大きくインジウム含有量としては最大規模の鉱床である。熱水性交代鉱床及びスカルン鉱床は、ペルー、中国等の国に賦存し、その中のひとつ、ペルー・Antamina 鉱山ではかなり高品位のインジウムを含有する亜鉛精鉱を生産している。熱水性錫・多金属鉱脈鉱床は、ボリビア、日本等の国に賦存し、この中で最も高品位のインジウムを含有する鉱床である（日本・豊羽鉱山も、この鉱床に分類される）。

なお、インジウム鉱物の中で経済的な資源として最も重要なものは、亜鉛の主産鉱物である閃亜鉛鉱に随伴するZn-In 硫化鉱である。他には、含インジウム閃亜鉛鉱、桜井鉱が生産対象となっていると考えられる。

日本では、豊羽鉱山（北海道札幌市）が国内最大のインジウム資源量を持つ熱水性多金属鉱床である。近年では、産出した亜鉛精鉱から年間30 t程度のインジウムを生産していたが、2006年3月で採掘を終了した。これにより国内産鉱石での供給は無くなった。そのほかの国内の主な鉱床としては、足尾鉱山（栃木県）、生野鉱山（兵庫県）、明延鉱山（兵庫県）等が挙げられるが、これら鉱山の稼行期間においては、まだインジウム需要が小さかったため、生産されたことはほとんどない。

## 6. まとめ

インジウムは、その100%が亜鉛等の副産物として生産されているため、亜鉛等の需給・価格に生産が左右される、という特殊性を持っている。また、地金の生産が日本を中心とした極東地域に集中しており、かつ、需要も日本が8割を占めている中、日本国内産鉱石の供給が無くなり一次地金生産原料も輸入に100%頼らざるを得なくなったため、その安定供給は懸念されているところである。ただし、インジウムはリサイクルが進んでいる鉱種であること、埋蔵量が今まで考えられてきた量より多いという試算があることは、安定供給を考える上ではプラス材料である。なお、中国は、他の鉱種と同様に国内資源を守り内需を優先する様々な政策を実施して、需給・価格に影響を及ぼしており、中国の動向を常に把握することはさらに重要なこととなっている。

(2007.8.9)

## 〈参考文献等〉

1. 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資料  
「レアメタルの需給について〈要注視7鉱種〉」  
2006年10月 経済産業省資源エネルギー庁
2. 新金属の手引き・インジウム 2006年2月（株）ホームツアド・金属時評編集部
3. 工業レアメタル ANNUAL REVIEW 〈過年度分～2007〉 アルム出版社
4. レアメタルニュース 〈過年度分～現在〉 アルム出版社
5. ハイテク産業を支える亜鉛製錬副産物 インジウム 2007年4月（社）日本メタル経済研究所
6. 平成18年度レアメタルの備蓄検討調査報告書 2007年3月（社）日本メタル経済研究所
7. 非鉄金属のしおり＝40鉱種の紹介＝ 2007年5月 JOGMEC 金属資源開発調査企画グループ
8. 鉱物資源マテリアルフロー2006 2007年6月 JOGMEC 金属資源開発調査企画グループ
9. レアメタル備蓄データ集 2007年3月 JOGMEC 希少金属備蓄グループ