

## はじめに

本シリーズは、現代産業に必要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るものです。

本号では、第 5 回としてタンタルを取り上げています。  
く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。>

タンタルは、1802 年にスウェーデンの化学者エーケベリ (A.G.Ekeberg) により、スウェーデン・イッテルビー村で発見された新しい鉱物イットロタンタル石の中から発見された。名称の語源は、ギリシャ神話のフリギア皇帝タンタロス (Tantalos) である。当初は、化学的な性質がよく似ているコロンビウム（後のニオブ）と同じ元素だと考えられていたが、1846 年にドイツの化学者ローゼ (H.Rose) によって、コロンビウムとは別の元素であることが判明した。

タンタルは、プラチナに似た灰色の金属で、ニオブと同様、耐食性、耐酸性に優れ、展性・延性に富み加工しやすい。また、炭化タンタルは、モース硬度約 9～10 と非常に硬く、また、導電性及び熱伝導性を併せ持ち、化学的に安定している。タンタルはコン

デンサの原料として最適である。タンタルを用いたコンデンサは、一般的なアルミニウムのコンデンサの約 60 分の 1 の大きさで、同程度の機能を有しており、携帯電話・パソコン等の小型化に大きく寄与している。また、電子デバイス、超硬工具、耐熱・耐食材料、光学レンズ等にも使われるほか、人体に無害な金属でもあるため人工骨や歯のインプラントの材料にも使われることもある。

## 1. 需要・供給

## 1-1. 世界の需給状況

表 1 に世界のタンタル生産量、表 2 に世界のタンタル需要を示す。

表1 世界のタンタル生産量

国名	2006年(推定) (Ta純分t)		国名	2005年 (Ta純分t)		国名	2000年 (Ta純分t)	
オーストラリア	730	56.6%	オーストラリア	730	57.9%	オーストラリア	485	58.0%
ブラジル	260	20.2%	ブラジル	250	19.8%	コンゴ民主共和国	130	15.6%
モザンビーク	81	6.3%	モザンビーク	81	6.4%	ブラジル	90	10.8%
カナダ	70	5.4%	カナダ	70	5.6%	カナダ	57	6.8%
エチオピア	70	5.4%	エチオピア	45	3.6%	エチオピア	38	4.5%
その他計	79	6.1%	その他計	84	6.7%	その他計	36	4.3%
合計	1,290		合計	1,260		合計	836	
上位5か国計	1,211	93.9%	上位5か国計	1,176	93.3%	上位5か国計	800	95.7%

出典: Mineral Commodity Summaries

表2 世界のタンタル需要

単位: Ta純分換算t

	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
電解コンデンサ用(粉末)	792	795	1,014	1,381	751	—	—	—	—	—
炭化物	144	140	128	175	198	—	—	—	—	—
圧延加工物、酸化物、 金属添加用、その他	560	543	596	701	614	—	—	—	—	—
需要 合計	1,496	1,478	1,738	2,257	1,563	1,380	1,476	2,131	2,080	2,534

(注) 数値は、タンタル製品の出荷ベース。また、2002年～2006年の合計値は推定値。

出典:平成18年度レアメタルの備蓄検討調査報告書(日本メタル経済研究所)、工業レアメタル(アルム出版社)

2006年の世界のタンタル生産量は1,290 tで、前年比約2.4%増となった。これは、2000年と比較すると約54%増となっており、長期的には増加傾向にある。また、この1次原料（精鉱及びスラグ）生産量のほかに、アメリカ国家戦略備蓄（DLA）物資の放出、流通在庫及び製造工程内スクラップ等からの供給があり、実際の世界の供給量はさらに多くなっている。トピックスとしては、2006年中に世界最大のタンタル原料生産者のオーストラリア・Gwalia社の2つの鉱山のうち1つの鉱山（Greenbush 鉱山）が生産休止になったことが挙げられる。なお、現在、オーストラリア、ブラジル等で新規・増産プロジェクトが計画されており、将来的には供給は増えるものと考えられる。供給の寡占状況は、世界の上位5か国の集中度が、2000年の95.7%から2005年は93.3%、2006年は93.9%とやや下落傾向ではあるが、引き続きかなり高いレベルを維持している。

一方、2006年の世界の需要は製品出荷ベースで2,534 tで、前年比約22%の増となり、この10年間で最高値を記録した。この背景には、2006年のタンタル粉末や加工品の需要が、中国を中心としてコンデンサやスパッタリングターゲット材向けに好調であったことが挙げられる。コンデンサでは、1個当たりの消費量は減少傾向にあるものの、パソコンや携帯電話の他に、携帯オーディオプレイヤー、次世代ゲーム機の生産が好調であった。また他に、コンデンサのリード線、

液晶ディスプレイデバイス、ターゲット材（ゲート電極、配線用バリア材）もデジタル家電向けに好調に推移した。2007年は、電子機器・電子部品の需要が年初から調整に入ったため、軟調に推移していると思われる。

なお、他のレアメタルと同様に、タンタルにおいても、中国は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＜タンタルの鉱石・精鉱・スラブ等に対し2004年1月1日に13%から撤廃へ、未圧延タンタル・タンタル粉末・タンタルスクラップに対し2006年11月1日に13%から撤廃へ、タンタル坩堝、他の圧延タンタル及びその製品に対し2007年7月1日に13%から5%へ＞を実施してきている。

### 1-2. 日本の需給状況

現在、日本は、タンタル全量をタンタルフッ化物、タンタルの塊・粉・くず、その他タンタル製品等の形態で輸入している。表3にタンタルの主要対日輸出国の推移を示す。

タンタルの対日輸出国上位5か国集中度は、2000年の91.7%から2006年は95.5%とやや上昇しており、引き続きかなり高いレベルを維持している。しかし、上位4か国の間では、中国及びタイからの輸入量が増加し、やや分散化が進んでいる状況となっている。

表4に日本のタンタル需要を示す。

表3 タンタル主要対日輸出国

国名	2006年 (純分換算t)		国名	2000年 (純分換算t)	
アメリカ	280	31.2%	アメリカ	352	37.6%
中国	223	24.9%	ドイツ	188	20.1%
ドイツ	197	22.0%	中国	157	16.8%
タイ	132	14.7%	タイ	98	10.5%
韓国	25	2.8%	イギリス	63	6.7%
その他計	40	4.5%	その他計	78	8.3%
合計	897		合計	936	
上位5か国計	857	95.5%	上位5か国計	858	91.7%

出典：貿易統計よりJOGMEC換算

表4 日本のタンタル需要

単位：Ta純分換算t

	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年(想定)
粉末	156	185	269	116	181	219	214	223	277	270
化合物	76	63	157	85	81	109	140	125	122	115
加工品	88	104	126	95	109	116	108	124	147	130
需要 合計	320	352	552	296	371	444	462	472	546	515

出典：平成18年度レアメタルの備蓄検討調査報告書（日本メタル経済研究所）、工業レアメタル（アルム出版社）

2006年の日本のタンタル需要量は546 tで、前年比約15.7%の増となった。世界の需要と同様に、コンデンサやスパッタリングターゲット材向けが好調であった。コンデンサについては、小型高容量化が進んでいるが、機能性高分子タイプのコンデンサは1個当たりの必要量が大きくなっており、需要好調につながったと見られている。また、スパッタリングターゲット材については、半導体の銅配線化に伴うバリア材としての需要が特に増加していると見られている。2007年は、在庫調整等もあって、約5.7%減の515 tになると見込まれている。

また、日本におけるタンタルのリサイクルでは、まず、製品となって市場に流通したタンタルコンデンサのリサイクルは困難で、リサイクル率は10%以下と推定されている。また、他のタンタル製品もほとんどリサイクルされていない。ただし、これら製品の製造工程において発生するスクラップは各工程で管理され、一般加工品くず・コンデンサ不良品等では、その95%以上がリサイクルされている。コンデンサ用のタンタル粉末の場合、粉末、コンデンサ不良品、アノード、リード線等の純度の高いスクラップが発生し、タンタル粉末出荷量の約20%はスクラップと考えられている。国内の粉末メーカー（キャボットスーパーメタル、エイチ・シー・スタルク）は、粉末のユーザーからスクラップを回収し、海外でフッ化物に戻すルートを確立している。

なお、日本国内では、過去に輸入鉱石を原料として生産を行っていたこともあったが、1999年以降は鉱石の輸入は無い。

## 2. 価格

タンタルに関する国際的な価格決定機構は存在しない。なお、Metal Bulletin 誌にはタンタル鉱石のスポット価格（30%  $Ta_2O_5$  ベース：CIF）が掲載されている。

このタンタル鉱石の価格は、1980年に約120\$/lbまで高騰して以来、1980、90年代と約20年間にもわたり20～30\$/lb前後の範囲で推移してきた（うち、1988～89年には約50\$/lbまで一時的に上昇した）。ところが、2000年に旺盛なIT需要を背景に原料不足が表面化して、暴騰を招くこととなった。これは、携帯電話・パソコンの普及によりコンデンサ向けのタンタルの需要が急激に増加したこと、鉱石が手作業的生産から工業的生産へ移行したこと、等によるものである。その後、2001年春には状況が変化してIT不況に陥ったため、携帯電話・パソコンの生産の伸びは停滞し、それに伴いコンデンサも生産調整に入り、タンタル鉱石の価格は下落し、以前の価格帯（20～30\$/lb）にまで戻ってしまった。しかし、2004年には、中国国内での需要増に対して中国タンタルメーカーの旺盛な買いが入ったため、価格は若干上昇して35\$/lb前後になり、そして現在まで好調な需要を背景にほとんど

変化なく推移してきている。

2007年末現在も、このスポット価格は35\$/lb前後であるが、DLA 物資売却の落札価格を見ると上昇してきており、実際の取引価格は若干上昇気味ではないかと推測されている。原因としては、上記（1-1.の文中）のオーストラリア・Gwalia 社鉱山の生産休止や価格上昇を期待し在庫を持つ投機家筋の存在が挙げられている。

## 3. 用途

図1にタンタルのマテリアルフロー図（日本）を示す。

タンタルの最大の用途は、ここまでに幾度も出てきているように、タンタルコンデンサである。これは、タンタルを陽極酸化して得られる酸化被膜が整流作用を持ち、誘電率がアルミニウムの2.7倍と大きく、電氣的に安定である特性を利用したものである。タンタルコンデンサは、通信機器・大型コンピュータ等の産業用機器、携帯電話・パソコン・デジタルカメラ・ゲーム機等の民生用機器、いわゆる電子工業向けに広く用いられている。このうち、近年では携帯電話・パソコン向けの需要増が顕著となっている。

その他の用途としては、電子デバイス（半導体及び液晶）に用いるスパッタリングターゲット材、真空または不活性雰囲気中での高温炉ヒーター（真空熱処理炉等に用いる）、リフレクタ等の耐熱材、耐食性熱交換器及び反応器、携帯電話・パソコン等に用いる表面弾性波（SAW）フィルタ、光学レンズ添加材（五酸化タンタル  $Ta_2O_5$ ）、超硬工具（炭化タンタル  $TaC$ ）等がある。

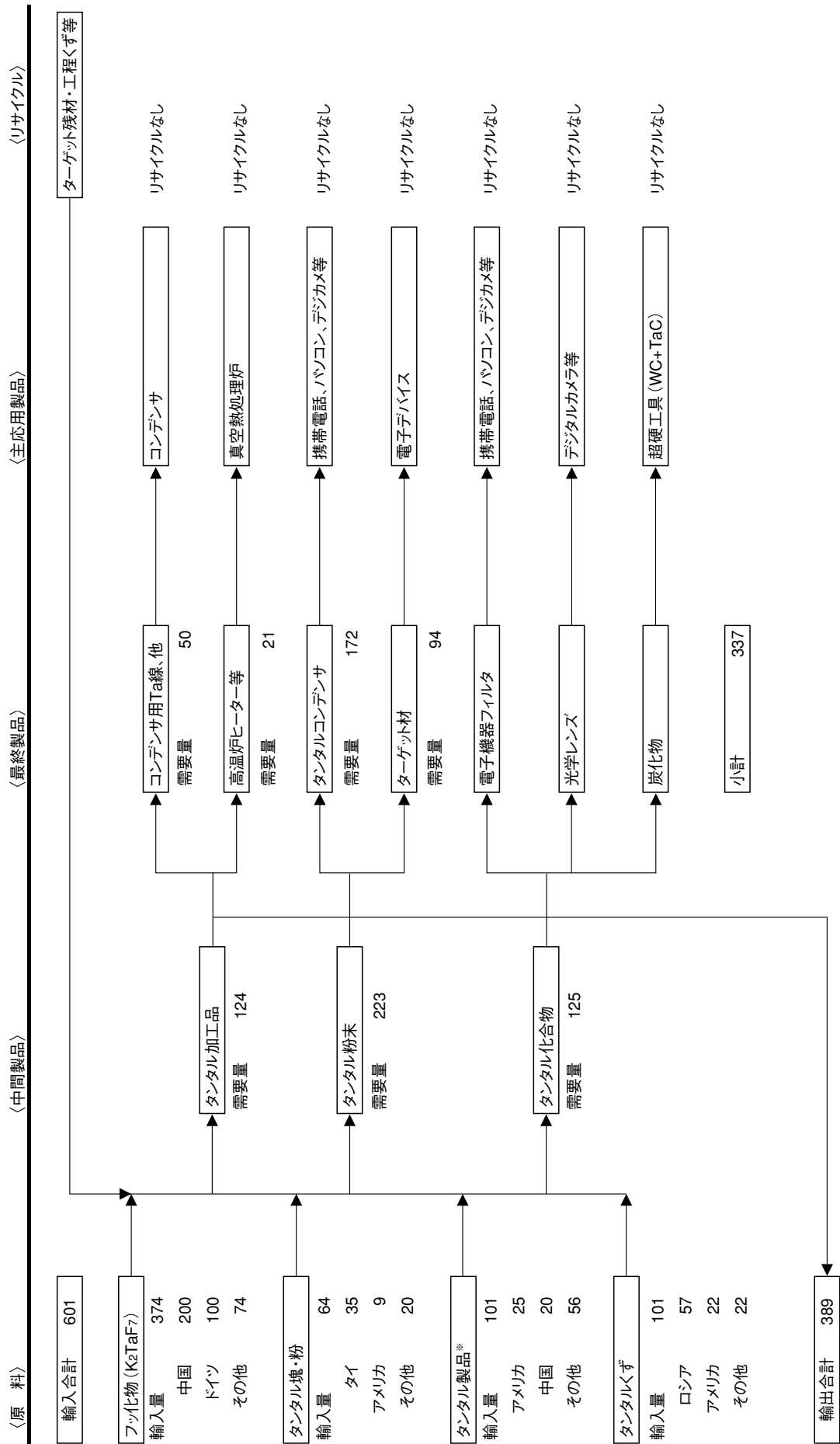
## 4. 生産・製錬

タンタルの生産は、近年では、タンタル鉱石からよりも、錫精錬より併産されている錫スラグ、及びさらにそれから得られる精鉱からの生産の方が多。図2にタンタルの製造プロセスを示す。

錫スラグは、まず、電気炉中でコークスと反応させ炭化物とし、これを精製しアルカリ処理してタンタル分を濃縮する。これが精鉱であり、この精鉱から（精鉱から精錬する場合は、精鉱を粉碎してこの工程から始める）フッ酸溶解・溶媒抽出法によってタンタルを分離する。分離したタンタルは、水溶液中でアンモニアにより中和沈殿させ、焼成して五酸化物とするか、水溶液に苛性カリウムとフッ化カリウムを加えて、フッ化タンタル酸カリウムの結晶を析出させる。

この後、タンタル粉末を製造するには、フッ化タンタル酸カリウムの金属ナトリウム還元法が主に用いられる。還元後、メタノールや温水で洗浄して粗金属を得る。また、フッ化タンタル酸カリウムと五酸化タンタルの熔融塩電解採取でも粗金属が得られる。粗金属は必要に応じ酸洗し、真空熱処理により脱水素を行う。また、粗金属を電子ビーム溶解でタンタルインゴット

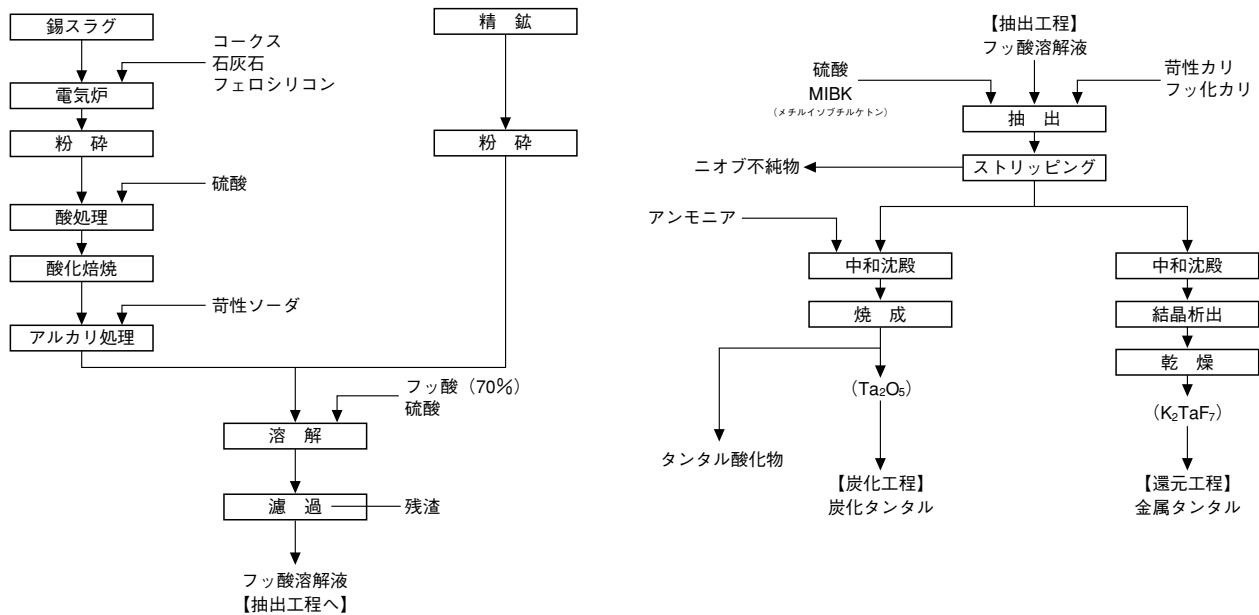
単位:t・Ta純分



\*タンタル製品とは、ターゲット材の元板、コンデンサワイヤー他、最終製品の部品を意味する。

図1 タンタルのマテリアルフロー図(日本) <2005年>

出典:貿易統計、工業レアメタル(アルム出版社)



出典:平成18年度レアメタルの備蓄検討調査報告書(日本メタル経済研究所)

図2 タンタルの製造プロセス

を得る場合もある。タンタル粉末は、粗金属を粉砕するか、電子ビーム溶解したインゴットを水素化し粉砕した後、真空熱処理で脱水素を行う方法で得る。タンタルの精製（高純度化）には電子ビーム溶解が有効で、

さらに高純度化する場合には、電子ビーム帯域溶解法が用いられる。

なお、表5に世界の主要なタンタル中間生産物の生産者を示す。

表5 世界の主要なタンタル中間生産物の生産者

国名	会社名	生産品目
ブラジル	Companhia Industrial Fluminense	タンタル、化合物
	Mineracao Taboca S/A	タンタル、化合物
アメリカ	Cabot Suparmetals	タンタル、化合物
	H.C. Starck Inc. ←H.C.Starckグループ傘下	タンタル
タイ	H.C. Starck (Thailand) Co. Ltd. ←H.C.Starckグループ傘下	タンタル、化合物
日本	三井金属鉱業(株)	タンタル合金、化合物
	キャボットスーパーメタル(株)←上記Cabot Suparmetalsの子会社	タンタル
	エイチ・シー・スタルク(株)←H.C.Starckグループ傘下	タンタル

出典:鉱物資源マテリアルフロー2006(JOGMEC、日本メタル経済研究所)

## 5. 資源

タンタルの主要鉱物は、タンタライト (Tantalite :  $FeO \cdot Ta_2O_5$ ) である。コロムバイト (Columbite :  $FeO \cdot Nb_2O_5$ ) 等と固溶体を作り、ニオブ、マンガン、チタン等を伴った酸化物として存在する。タンタル鉱石は、オーストラリア、カナダ、マレーシア、ブラジル、コンゴ民主共和国、インドネシア、モザンビーク、中国、タイ等の国々で産出する。なお、この場合、その抽出過程でニオブが副産物として回収されていることが多い。

表6に世界のタンタル埋蔵量を示す。

表6 世界のタンタル埋蔵量

国名	埋蔵量(純分t)	
オーストラリア	40,000	93.0%
カナダ	3,000	7.0%
合計	43,000	

※ 他の国々の埋蔵量は不明。  
出典:Mineral Commodity Summaries

ただし、この表6はタンタル鉱石のみのデータであり、世界の実情をあまり的確に表したデータではないと考えられる。なぜなら、近年では、タンタルの生産は、タンタル鉱石からよりも、錫精錬より併産されている錫スラグ、及びさらにそれから得られる精鉱から行われる方が多いからであり、表6にはこの埋蔵量データが反映されていない。なお、タンタルを含んだ錫スラグの生産は、タイ、マレーシア、インドネシア、ボリビア、ブラジル、コンゴ民主共和国、ナイジェリア、オーストラリア等の国々で行われている。

## 6. まとめ

タンタルは、生産がオーストラリアとブラジルに偏っているものの、錫の併産物である場合も多く、工程内リサイクルもしっかり構築されているため、供給面での問題は少ないと考えられる。一方、需要面では、近年、コンデンサ向けのタンタルの需要が増加傾向にあり、実際に2000年にはこれら需要増に対し原料不足が表面化して、暴騰を招いている。従って、最大の需要分野であるタンタルコンデンサについては、代替材料開発や小型化・省資源化技術開発を含めて注視していく必要がある。

なお、タンタルにおいて、中国の動向は、他のレアメタルと異なり、現時点で大きな影響はないが、需要については将来も伸びると予想され、今後消費国として重要性を増す可能性は少なくないと考えられる。

(2007.12.5)

### 〈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. 新金属データブック2002 2002年8月 (株)ホームアット・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. ニオブとタンタル 1995年3月 新日本鑄鍛造協会
5. 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
6. 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
7. 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