

25 ベリリウム (Be)

25 ベリリウム(Be)

25.1 需給動向

ベリリウムは、比重約 1.85 で軽量にもかかわらず鉄鋼並みの弾性係数を有し、強度が高い。また、熱伝導率が高く線膨張係数が小さいので高温での使用に適する。このため金属ベリリウムは、航空宇宙・軍事用等に使用されるほか、X線透過率が高い特性を生かしたX線源、X線検出器、またアルファ照射により中性子を放出する中性子源、原子炉における中性子減速材としても使用されている。国内では、主としてベリリウム銅合金として、ばね性を生かしたスイッチ、コネクタなどの電子部品をはじめ、衝撃による火花が発生しない特徴を生かした防爆安全工具等広い範囲で使用されている。また、金属ベリリウムはオーディオ機器の高音域スピーカー振動板としても使用されている。

世界のベリリウムの需給(鉱石生産)を表1に示す。USGSの統計上、2004～2009年の鉱石生産は平均159tであるが、1990年代は米国、中国以外にカザフスタン、ロシア、ポルトガル、ブラジル、マダガスカル、ザンビア等での生産が行われていたことが報告されており、現在もこれら諸国で生産が行われている可能性が高い。(参考1)に示した米国の輸入量が平均67tあることから、USGS統計に反映されていない生産が行われているとみられる。米国の輸入量67tの主な品目は、カザフスタンからのベリリウム銅マスターアロイである(後述の参考3)。この事実からも表1以外にベリリウムの生産が行われていることは明らかである。新しい情報がないため、(参考2)に2000年時点の主要なベリリウム埋蔵国と鉱石生産能力を示す。

表1 ベリリウム鉱石の生産

		単位:純分t						
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	04-09平均
鉱石生産	米国	90	110	155	152	176	120	134
	中国	20	20	20	20	20	20	20
	モザンビーク	3	6	6	6	1	2	4
	その他	1	1				1	1
	合計	114	138	180	180	200	144	159

(参考1)米国のベリリウム需給

		単位:純分t						
米国の需給	鉱石生産①	90	110	155	150	175	120	133
	輸入②	85	93	62	72	70	21	67
	輸出③	217	201	135	101	112	23	132
	備蓄放出④	106	79	158	36	39	19	73
	見掛消費⑤	69	84	226	107	211	167	144
	①+②-③+④	64	81	240	157	172	137	142

出典:USGS、注)①+②-③+④はUSGSによる見掛消費⑤の検証のための試算

(参考2)2000年における鉱石生産能力

		単位:純分t	
		埋蔵量	生産能力
西欧	ポルトガル	1,000	3
東欧	カザフスタン	10,000	7
	ロシア	90,000	70
北南米	米国	21,000	360
	ブラジル	140,000	5
アフリカ	合計	54,000	14
アジア	中国	50,000	75
	インド	64,000	—

出典:Roskill "The Economics of Beryllium, 2001"から作成

25. 2 輸出入動向

ベリリウムの輸出入動向(輸入については主要輸入相手国を含む)を表 2 に示す。単位が kg であり、原料(塊・粉、くず)は輸出入とも非常に少ない。主要な輸入相手国は中国、米国、カザフスタンである。くず、酸化ベリリウムはスポット的な輸出入が多い。

表 2 ベリリウムの輸出入

		単位: 純分 kg						
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	04-09平均
塊・粉	輸入	340	555	90	64	68	11	188
	内中国	15	503	0	0	0	0	86
	内米国	61	2	20	34	44	10	29
	内カザフスタン	264	50	61	30	24	0	72
	その他	0	0	9	0	0	1	2
	輸出	290	2,404	3,400	1,861	2	180	1,356
くず	輸入	5,129	3,202	0.0	0	3	0	1,389
	内タイ	5,107	3,127	0.0	0	0	0	1,372
	内米国	22	75	0.0	0	3	0	17
	その他	0	0	0	0	0	0	0
	輸出	0	4	824,070	0	0	0	137,346
製品	輸入	1,152	3,534	751	241	795	573	1,174
	内韓国	303	3,231	0	0	0	0	589
	内中国	333	0	169	0	0	2	84
	内米国	506	229	465	184	727	561	445
	内EU	10	50	117	57	68	10	52
	その他	0	24	0	0	0	0	4
	輸出	8,187	14,998	11,747	13,608	15,267	6,276	11,681
酸化Be	輸入	25	16	3	0	3,748	14	634
	内韓国	0	0	0	0	3,744	0	624
	内中国	0	0	0	0	0	11	2
	内米国	25	16	3	0	4	4	9
	その他	0	0	0	0	0	0	0
	輸出							
合計	輸入	6,646	7,307	844	305	4,614	598	3,386
	輸出	8,477	17,406	839,217	15,469	15,269	6,456	150,382
	輸入－輸出	-1,831	-10,099	-838,373	-15,164	-10,655	-5,858	-146,997

出典: 財務省貿易統計

換算率: 酸化 Be(BeO)36%

表 2 の合計で輸出が輸入を大きく上回ることから、ベリリウムと判別できない形の輸入があるはずである。貿易統計では、水酸化ベリリウムは「その他無機酸塩・金属酸化物」に一括され、ベリリウム銅マスターアロイ(母合金:ベリリウム含有量 4%程度)は「銅のマスターアロイ」に一括されているため、ベリリウムの輸入量を特定することは困難である。

(参考 2)にあげたベリリウム鉱石生産国からの「その他無機酸塩・金属酸化物」の輸入を表 3 に、「銅のマスターアロイ」の輸入を表 4 に示す。表 3、表 4 の各国からの輸入量の中に水酸化ベリリウム、ベリリウム銅マスターアロイが含まれている可能性が高いとみられる。EU を加えた理由は、ロシア、ポルトガルまたはアフリカ産の鉱石から EU で加工され日本に輸入される可能性があるためである。尚、表 3、表 4 のその他にアフリカからの直接輸入はほとんどない。

(参考 3)は、水酸化ベリリウム、ベリリウム銅マスターアロイの国際流通価格(輸出入価格)を推定する目的で、これらの品目(HS コード)が特定できる米国の輸入統計から輸入量と価格を示したものである。(参考 3)の価格から、表 4 の中国、カザフスタンから輸入されるマスターアロイはベリリウム銅の可能性はあるが、特定はできない。表 3 ではベリリウム以外の酸化物・水酸化物の輸入が多いとみられ、水酸化ベリリウムは特定できない。

水酸化ベリリウムへの輸入について、業界推定値とされる 2002～2006 年の断片的なデータがあり、これを表 5 に示す。2007 年以降は 2002～2006 年の平均値をイタリック体で示した。

表 3 その他無機酸塩・金属酸化物の輸入

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	04-09平均
中国	t	3,215	3,536	4,096	3,646	4,003	1,129	3,271
	\$/t	9,782	20,869	24,386	25,608	25,896	26,653	22,025
米国	t	213	255	155	347	108	417	249
	\$/t	30,872	28,962	26,895	29,236	54,641	30,247	31,299
EU	t	389	498	1,080	577	828	512	647
	\$/t	35,669	26,371	20,165	32,092	42,988	24,516	29,726
ブラジル	t	180	37	99	71	104	165	109
	\$/t	20,412	19,587	20,414	21,315	32,911	43,272	28,203
カザフスタン	t	0	0	0	0	0	0	0
	\$/t							
その他	t	122	136	28	70	213	220	131
	\$/t	30,950	12,170	22,288	33,770	23,718	19,519	22,509
合計	t	4,118	4,463	5,457	4,711	5,257	2,443	4,408
	\$/t	14,408	21,671	23,539	26,726	29,230	27,298	23,848

出典：財務省貿易統計

表 4 銅のマスターアロイの輸入

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	04-09平均
中国	t	172	122	91	17	50	5	76
	\$/t	9,688	10,429	11,580	8,844	15,686	9,230	10,884
米国	t	559	364	385	367	248	142	344
	\$/t	3,449	4,405	8,194	7,915	9,611	6,430	6,241
EU	t	25	32	20	6	42	50	29
	\$/t	6,090	6,839	12,216	26,259	10,953	8,483	9,475
ブラジル	t	0	0	0	0	0	0	0
	\$/t							
カザフスタン	t	0	0	0	3	0	28	5
	\$/t	0	0	0	15,978	0	14,495	14,644
その他	t	341	307	486	346	336	231	341
	\$/t	3,146	4,191	6,773	7,303	7,906	5,578	5,922
合計	t	1,097	825	982	740	676	456	796
	\$/t	4,393	5,311	7,886	7,835	9,299	6,744	6,722

出典：財務省貿易統計

(参考 3) 米国の Be 酸化物・水酸化物、マスターアロイ輸入

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	04-09平均
Be 酸化物・ 水酸化物	t	30	56	32	77	0	0	33
	\$/t	11,361	7,007	9,246	9,861			9,178
Be 銅母合金	t	329	406	645	544	600	122	441
	\$/t	11,506	8,671	11,315	12,061	13,708	11,427	11,635

出典：WTA

輸入相手国：酸化物・水酸化物はドイツ、UK、アイルランド、カザフスタン
ベリリウム銅母合金はドイツ、カザフスタン

表 5 水酸化ベリリウムの輸入

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
酸化Be t	1.11	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	3.75	0.01
水酸化Be t	230	160	200	175	200	200	200	200
酸化Be 純分t	0	0	0	0	0	0	1	0
水酸化Be 純分t	48	34	42	37	42	42	42	42
合計 純分t	49	34	42	37	42	42	43	42

出典：表 2(酸化 Be)、西山孝「レアメタル・資源-38 元素の統計と展望(丸善)」(水酸化 Be)

換算率：酸化 Be36%、水酸化 Be21%

注)2007 年以降の水酸化 Be 輸入量は 2002~2006 年の推計値平均値を輸入量とみなした(イタリック表示)

25.3 価格動向

ベリリウムの輸出入価格を表 6 に示す。塊・くずは表 2 に示したとおりごく少量かつスポット的な輸出入が多いため、価格の変動が大きい。水酸化ベリリウム、ベリリウム銅マスターアロイについて、一定の輸出入量で国際流通価格とみられるものは(参考 3)に示したとおりである。

表 6 ベリリウムの輸出入価格

単位：特記以外\$/kg

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
塊・粉	輸入	1,282	1,006	575	1,760	1,027	1,289
	輸出	49	1,015	11	31	20,244	40
くず	輸入	4	10	—	—	9,613	—
	輸出	—	1,769	0	—	—	—
製品	輸入	1,075	315	2,965	6,227	2,528	2,878
	輸出	68	130	39	38	87	148
酸化Be	輸入	955	1,065	1,176	—	25	562
	輸出	—	—	—	—	—	—

出典：財務省貿易統計

25.4 国内市場

ベリリウムの場合、国内生産統計または輸出入統計から国内市場を推計することは困難である。

国内用途の多くがベリリウム銅合金(ベリリウム含有量最大で2%以下)とみられることから、表 5 において 2007 年以降の輸入量を 2002~2006 年の平均値とみることに大きな不合理はない。表 5 の数値を前提にすると、2009 年のベリリウムの国内市場規模は、輸入 42t から輸出 6t (表 2) を差引いた 36t 程度(米国のおよそ 25%の規模)とみられる。仮に、国内需要はベリリウム銅のみとし、ベリリウム含有量平均 2%とし、歩留を無視して試算すると、ベリリウム 36t はベリリウム銅合金 1,800t に相当する。国内のベリリウム生産プロセスは、次の通りである(マテリアルフロー図参照)。

金属ベリリウム： 水酸化ベリリウム→フッ化アンモニウム溶解→マグネシウム還元→金属ベリリウム

ベリリウム銅合金： 水酸化ベリリウム→酸化ベリリウム→銅添加→還元→ベリリウム銅母合金

25.5 主要生産者・海外投資

国内の生産者並びにその生産品目は表7のとおりである。また、海外投資の状況は表8のとおりである。

表7 主要生産者及び生産品目

主要生産者	生産品目
日本ガイシ	金属ベリリウム、ベリリウム銅母合金・展伸材

表8 海外投資の状況

企業名	生産国	名称	生産品目
日本ガイシ	米国	NGK METALS CORPORATION	ベリリウム銅展伸材
	ドイツ	NGK DEUTSCHE BERYLCO GmbH	ベリリウム銅展伸材
	英国	NGK BERYLCO U.K. LTD	ベリリウム銅展伸材
	フランス	NGK BERYLCO FRANCE	ベリリウム銅展伸材

出典:ウェブサイト

25.6 リサイクルの現状と評価

ベリリウムを含有する最終製品からのベリリウム回収は行われていない。ベリリウムを含むスクラップが発生する主な応用製品は、コネクタ、スイッチなどの電子機器部品(自動車電装品を含む)、プラスチック金型、溶接用電極などの器具・部品、放射線・原子力機器用金属ベリリウム、及び半導体基板に大別できる。これらの応用製品中におけるベリリウムの利用形態は、銅合金バネ材(電子機器用部品)、銅合金チップまたはブロック材(器具・部品)、純金属(放射線・原子力機器)、焼結ベリリア(半導体用基板)である。

電子機器用部品の銅合金バネ材は廃棄電子・電気機器の組み込み部品として使用済みになる。器具・部品のベリリウム銅は器具・部品の寿命により廃品となる。放射線・原子力機器に使用されている金属ベリリウムは機器等に組み込まれたまま廃品となる。半導体用基板も電子機器に組み込まれたまま廃品となる。

プラスチック金型、安全工具、各種機械部品などのベリリウム銅製品は、比較的製品寿命が長く、使用済み後一部はリサイクルされるものもあるが、その量は明らかになっていない。これらの器具・部品はブロックまたはチップ状で単重の比較的大きいものが多く、大部分は銅スクラップとしてリサイクルされるが、銅製錬工程でベリリウムは回収されない。

金属ベリリウムの加工部品は放射線用機器、原子力装置、航空機用制御機器など最終製品に組み込まれた状態で廃品となる。これらの製品は耐用年数が10年以上と長く、また一つの機器に使用される重量がグラムオーダーと微少である場合が多く、一部の大型部品を除いてリサイクルされていない。ベリリア磁器は機器に組み込まれた部品として廃品になるが、対象量が少なく経済性もないためリサイクルはされていない。

ベリリウムのマテリアルフロー(2009)

単位:特記以外も、イタリックは推定値(本文参照)



