

## 1.需給動向

### 1-1.世界の需給動向

ジルコニウム鉱石には、ジルコン鉱石( $ZrSiO_4$ ; 純分 48%程度)と、産出量は少ないが、ロシアを主産出国とするバデライト鉱石( $ZrO_2$ ; 純分 72.5%程度)がある。

ジルコン鉱石は、タイルや煉瓦などのジルコン質耐火物に使われるとともに、二酸化ジルコニウム(ジルコニア)の原料になる。二酸化ジルコニウムの精製には乾式と湿式があり、乾式は電融法によるが、湿式は水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムとともに加熱処理し、さらに塩酸で抽出ろ過することで得られる粗製塩類(オキシ塩化ジルコニウム)を加水分解している。

乾式によるジルコニアにマグネシウムやカルシウムを安定化剤として加えると、カルシア安定化ジルコニアやマグネシア安定化ジルコニアとなり、耐火物、鋳鋼の鋳型用材料、タイル、瓦用等が主要用途である。その他、カルシア安定化ジルコニアは製鉄所の連続鋳造ノズルに使用されている。この他の用途としては、研磨研削剤や窯業顔料、プレーキパッド粉などがある。また、バデライト鉱石からもカルシウムやマグネシウムを添加剤としたカルシア安定化ジルコニアやマグネシア安定化ジルコニアが生産されている。

湿式によるジルコニアは、セラミックコンデンサーや圧電セラミックの添加剤、ファインセラミックス原料、自動車用排ガス助触媒、酸素センサーとして使用される。また光学ガラスにもこの高純度ジルコニアを添加剤として使用している。その他の用途としては、上質紙のコート材、吸着剤、塗料乾燥剤、溶射材料、耐火材、研削研磨材、窯業用顔料などがある。これらの用途の中でファインセラミックス原料は、高純度で粒径や粒度分布が高度に制御された材料で、イットリアを部分安定化剤として添加したイットリア部分安定化ジルコニアは構造用セラミックスとして、人工陶歯や光コネクタフェルール、粉砕メディア、刃物などの用途で使用されている。また、スカンジウム( $Sc_2O_3$ )を安定化剤として添加したスカンジウム安定化ジルコニアは固体酸化燃料電池(SOFC)の電解質として使用されている。自動車用排ガス助触媒には、セリア安定化ジルコニアが使用されている。自動車用排ガス助触媒は高温環境下において助触媒としてのセリウムの活性が落ちないようにする役割を持っている。

その他に、金属ジルコニウム及び合金は市場が小さいものの、耐食性が高く金属の中で中性子を最も吸収しにくいなどの性質から、原子力燃料被覆管(ジルカロイ)、原子力燃料の再処理施設等、原子力関連機器を中心として化学・医療用機器、超電導材料などにも使用されている。

世界のジルコニウム鉱石生産量を表 1-1、図 1-1 に示す。2016 年の世界のジルコニウム鉱石生産量は、前年比 96%の 1,460 千tであった。ジルコニウム鉱石の主要産出国は豪州と南アの 2 か国で、この 2 か国で世界の生産量の 65%の生産量を占めている。2016 年の豪州の生産量は、前年比 97%の 550 千tと微減であった。また、南アの生産量は、前年比 105%の 400 千tと微増であった。その他の産出国としては、中国、インドネシア、モザンビーク、セネガル、インドなどがあるが、生産量はモザンビーク、セネガルを除き、横這いである。米国の鉱石生産量が 2015 年実績で 80 千tであることが開示されたが、2016 年は再度非開示となった。

中間製品であるオキシ塩化ジルコニウムは、中国が全生産量の 9 割以上を生産しており、日本はほぼ全量を中国から輸入している。中国国内の湿式ジルコニア需要は、経済成長や富裕層の増加に伴い堅調に増加するとの見方もあり、今後オキシ塩化ジルコニウムの輸出が減少する可能性がある。

表 1-1 世界のジルコニウム鉱石生産量

単位: 千t gross weight

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	16/15比	構成比
豪州	605	550	476	518	762	605	850	551	567	550	97%	38%
南ア	400	400	392	400	383	380	170	387	380	400	105%	27%
中国	180	140	130	140	150	140	150	150	140	140	100%	10%
インドネシア	—	42	63	50	130	120	110	110	110	110	100%	8%
米国	W	W	W	W	W	W	W	W	80	W	—	—
モザンビーク	—	—	—	37	44	47	47	51	52	55	106%	4%
セネガル	—	—	—	—	—	—	—	—	45	50	111%	3%
インド	29	30	31	38	39	40	41	40	40	40	100%	3%
その他	216	118	68	67	112	128	142	131	106	115	108%	8%
合計	1,430	1,280	1,160	1,250	1,620	1,460	1,510	1,420	1,520	1,460	96%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Zirconium」World mine production  
 ※その他はUSGSの生産量合計値(概算値)と各国生産量の合計値の差分とした  
 ※米国の鉱石生産量(W)は、企業情報保護のため2015年以外は非開示であり、合計値に含まれていない。  
 ※W: Withheld to avoid disclosing company proprietary data

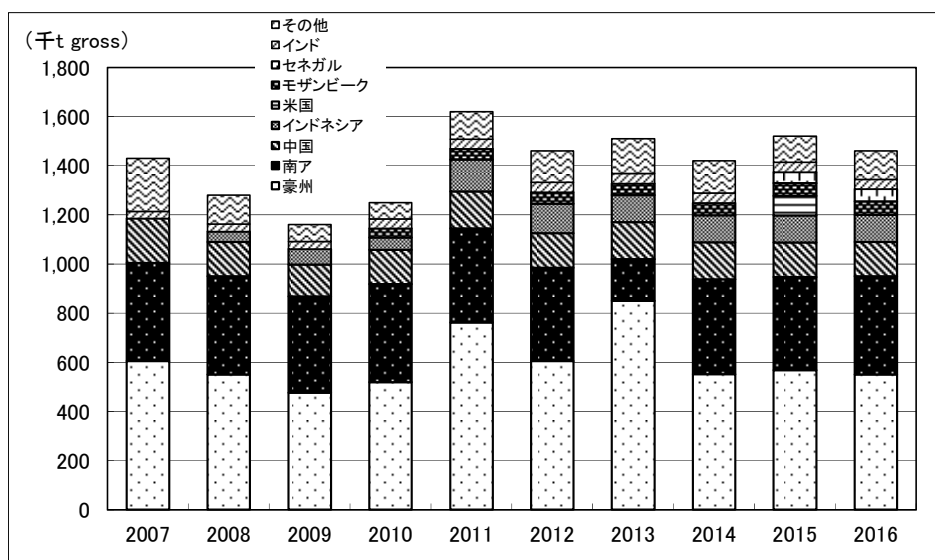


図 1-1 世界のジルコニウム鉱石生産量

### 1-2.国内の需給動向

表 1-2、図 1-2 に国内のジルコニウムの需給動向を示す。

ジルコン鉱石の 2016 年の輸入量は前年比 59%の 10,230t、バデライト鉱石は前年比 98%の 3,136t であり、合計で前年比 65%の 13,366tであった。

原料鉱石(ジルコン、バデライト)の輸入量は、2009年に大きく落ち込んだが、それ以降2010年～2011年は 30 千t前後の水準で推移した。しかし、2012 年は価格高騰の影響で第 3 次ジルコンショックとなって 2009 年に次ぐ大幅な落ち込みとなり、翌 2013 年も減少、2014 年～2015 年は 20 千tを少し超えたレベルに戻ったが、2016 年は 13,300t台まで再び落ち込んだ。

中間原料に関しては、2016 年の二酸化ジルコニウム輸入量は前年比 104%の 2,698t、粗製塩類(オキシ塩化ジルコニウム)は前年比 98%の 6,155tと微増減になっている。

地金・製品の輸入に関しては、塊・粉は 29t、くずは 93t、製品は 114tであった。なお、製品には原子力関連で使用される部材の占める割合が比較的高いものとなっていると推定される。

ジルコニウム関係素材の 2016 年の合計供給量は 22,220tで、前年比 75%と減少幅が大きい。

一方、需要では、ジルコニウムの中で最も需要が多いのが耐火物である。ジルコニウム耐火物はジルコン系とジルコニア系に分かれる。2016年の耐火物需要量は、ジルコン系では、ジルコン質煉瓦の販売が好調で、前年比117%の5,952tと増加した。ジルコニア系では、国内粗鋼生産量と同様にジルコニア質耐火物は前年並みであった。

歴史的には1970年末～1980年にかけてジルコンの耐火物への利用が本格化し、需要増に伴い価格が暴騰した結果、87年に第一次ジルコンショックが起きた。その後、ジルコンショックは2回繰り返され、2010年～2011年の第三次が最後で、都度、ジルコンから、アルミナ、マグネシア系等への代替が進みジルコンの需要が減少した。転炉法、連鑄法等、鉄鋼製造プロセス進展に伴い、耐火物が開発されてきたが、30年来、鉄鋼製造プロセスに殆ど変化はない。鉄鋼プロセスに革新が起きていないため、新たな耐火物は必要とされず、廉価な素材への代替が進展している。耐火物製品全体に占めるジルコン・ジルコニア系耐火物の2016年の割合は約2%と小さい。

この他、国内メーカーの堅調な生産に支えられ、パソコンやスマートフォン、タブレットのセラミックコンデンサーに使われる電子材料向けは前年比143%の560t、光学ガラス向けも前年比127%の98tと増加した。酸素センサーは世界の自動車生産台数が対前年5%伸びたことにより、前年比108%の392tと増加したが、セラミック包丁などのファインセラミックス向けは2015年のインバウンド効果が薄くなり、前年比75%の1,218tと減少した。また、触媒等はほぼ前年並みの3,283tであった。自動車用排ガス助触媒は世界の自動車生産台数の増加があるものの、エンジンのダウンサイジング化の影響で1台当たりの使用量は減少している。

2016年の輸出量は原料が2,411t、製品が68tである。原料の多くがデンタル用や光通信用セラミックス原料として使用されるイットリア安定化ジルコニアや触媒等と推定される。製品は光通信用セラミック部品や産業機械用セラミック部品などが中心である。

表 1-2 ジルコニウムの国内需給

		単位: 純分t										
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	16/15比
供給	原料	24,721	29,462	10,080	29,249	28,632	16,577	15,733	19,254	17,437	10,230	59%
	原料	2,710	2,680	1,805	2,016	3,495	3,174	1,401	2,999	3,197	3,136	98%
	原中	5,780	7,038	3,458	5,891	6,231	2,339	2,666	2,777	2,589	2,698	104%
	料間	7,119	6,156	3,031	7,305	9,095	3,764	5,350	6,409	6,254	6,155	98%
	粗製塩類	40,330	45,336	18,373	44,461	47,453	25,854	25,150	31,439	29,478	22,220	75%
	原料/中間原料・素材計	129	184	52	119	109	41	43	51	64	29	45%
	地金	68	74	11	33	51	5	38	57	67	93	139%
塊・粉	533	606	553	437	472	428	177	182	186	114	61%	
くず	供給(輸入)計											
製品	41,061	46,200	18,990	45,050	48,085	26,328	25,408	31,729	29,478	22,220	75%	
需要	①耐火物(ジルコン系)	9,552	9,360	6,624	9,600	7,488	5,568	5,472	5,472	5,088	5,952	117%
	②耐火物(ジルコニア系)	2,813	2,202	1,862	3,314	3,360	2,959	1,856	2,966	2,772	2,723	98%
	③研磨研削材	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	④電子材料	787	627	532	666	657	586	515	579	392	560	143%
	⑤窯業顔料	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	⑥光学ガラス	146	121	72	69	90	74	67	67	77	98	127%
	⑦酸素センサー	374	269	305	393	407	379	420	416	364	392	108%
	⑧ファインセラミックス	1,369	1,069	702	1,198	1,821	1,259	1,001	1,219	1,631	1,218	75%
	⑨触媒、その他	3,261	2,620	2,760	3,020	3,081	2,803	3,052	3,006	3,262	3,283	101%
	内需計	18,301	16,268	12,858	18,260	16,903	13,627	12,382	13,724	13,586	14,226	105%
	原料/中間原料・素材輸出	3,586	3,154	1,736	2,644	2,614	1,940	2,014	1,930	1,923	2,411	125%
	地金/製品輸出	140	106	91	100	125	62	60	76	78	68	87%
	輸出計	3,726	3,260	1,827	2,744	2,739	2,001	2,074	2,006	2,001	2,478	124%
需要計	22,027	19,527	14,685	21,004	19,642	15,629	14,457	15,730	15,587	16,704	107%	

出典：財務省貿易統計、工業レアメタル(No133、①：P118 耐火物生産量とジルコン消費、②～⑨：P63 ジルコニアの用途別需要推定量)

純分換算率(2011年以前)：ジルコン48%、バデライト72.5%、ジルコニア(二酸化Zr)70%、粗製塩類33%、

地金(塊・粉・くず)・製品100%

純分換算率(2012年以降)：ジルコン48%、バデライト72.5%、ジルコニア(二酸化Zr)70%、

粗製塩類28.3%(中国からの輸入分を粗製塩類と推定)、地金(塊・粉・くず)・製品100%

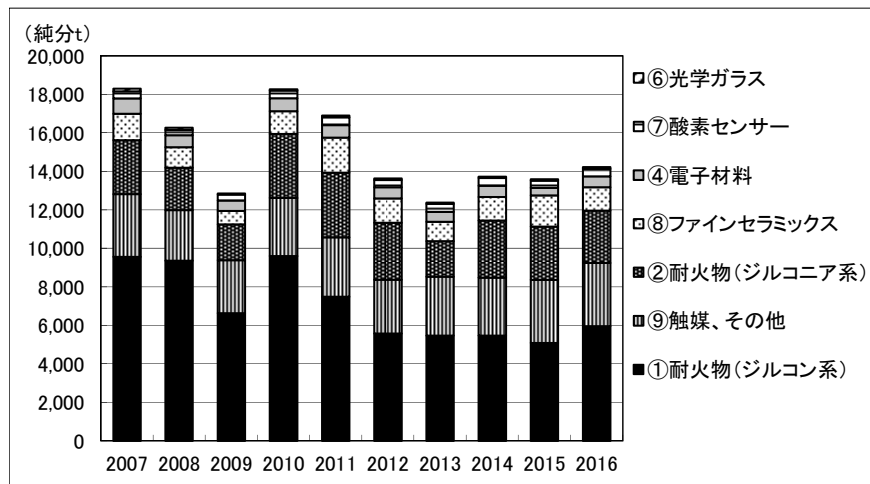


図 1-2 ジルコニウムの内需

## 2.輸出入動向

### 2-1.輸出入動向

ジルコニウムの輸出入動向を表 2-1 に、輸入動向を図 2-1 に示す。鈮石の輸入のうち、ロシア以外の国からの輸入鈮石をジルコン鈮石、ロシアからの輸入鈮石をバデライト鈮石と推定した。各素材・製品とも 2012 年以降、アルミナ、マグネシア系等への代替が進んだのに伴い、輸入量が大きく減少している。

2016 年の合計輸入量は、前年比 75%の 22,456tであった。バデライト鈮石はほぼ前年並みであったが、ジルコン鈮石の輸入量が前年比 59%の 10,230tと大きく減少した。これは 2-2.で後述するように滞留した国内在庫の調整によるものと推定されている。一方、2016 年の合計輸出量は、前年比 124%の増加であった。

粗製塩類(オキシ塩化ジルコニウム)の輸入量は HS コード上で特定できないため、「塩化酸化物及び塩化水酸化物(銅のものを除く):コード 282749000」のうち、中国からの輸入分を粗製塩類と推定した。製品輸入はジルカロイ製の原子力発電用部材やファインセラミックス部品類と推定される。原子炉の燃料被覆管などは、コスト面での優位性から 100%輸入品が利用されている。バデライトは脱珪ジルコニアと競合する。価格差により輸入量は変化する。価格交渉のタイミングでロシアのバデライトが高いと、脱珪ジルコニアが購入される。

表 2-1 ジルコニウムの輸出入数量

単位: 純分t

			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	16/15比
原料	鉍石	輸入	24,721	29,462	10,080	29,249	28,632	16,577	15,733	19,254	17,437	10,230	59%
		バデライト	2,710	2,680	1,805	2,016	3,495	3,174	1,401	2,999	3,197	3,136	98%
		小計	27,431	32,142	11,884	31,264	32,127	19,751	17,134	22,253	20,635	13,366	65%
		輸出	391	291	338	578	164	313	281	72	87	413	476%
中間原料	二酸化Zr	輸入	5,780	7,038	3,458	5,891	6,231	2,339	2,666	2,777	2,589	2,698	104%
		輸出	3,195	2,862	1,398	2,066	2,450	1,627	1,733	1,858	1,836	1,997	109%
粗製塩類	粗製塩類	輸入	7,119	6,156	3,031	7,305	9,095	3,764	5,350	6,409	6,254	6,155	98%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
原料/中間原料小計	輸入	40,330	45,336	18,373	44,461	47,453	25,854	25,150	31,439	29,478	22,220	75%	
	輸出	3,586	3,154	1,736	2,644	2,614	1,940	2,014	1,930	1,923	2,411	125%	
	輸入-輸出	36,745	42,182	16,637	41,816	44,839	23,915	23,136	29,509	27,555	19,809	72%	
地金	塊・粉	輸入	129	184	52	119	109	41	43	51	64	29	45%
		輸出	73	37	18	35	28	20	17	10	18	26	141%
	くず	輸入	68	74	11	33	51	5	38	57	67	93	139%
		輸出	42	46	50	17	47	2	10	44	42	24	56%
地金小計	輸入	197	258	63	152	160	46	81	109	131	123	93%	
	輸出	114	83	69	51	75	23	28	54	60	49	81%	
	輸入-輸出	83	175	-6	101	86	23	53	55	71	73	104%	
製品	輸入	533	606	553	437	472	428	177	182	186	114	61%	
	輸出	26	23	23	49	50	39	32	22	18	19	105%	
	輸入-輸出	508	583	531	389	421	389	145	160	168	96	57%	
合計	輸入	41,061	46,200	18,990	45,050	48,085	26,328	25,408	31,729	29,795	22,456	75%	
	輸出	3,726	3,260	1,827	2,744	2,739	2,001	2,074	2,006	2,001	2,478	124%	
	輸入-輸出	37,335	42,940	17,162	42,306	45,346	24,327	23,334	29,723	27,794	19,978	72%	

出典: 財務省貿易統計

純分換算率(2011年以前): ジルコン48%、バデライト72.5%、ジルコニア(二酸化Zr)70%、粗製塩類33%、地金(塊・粉・くず)・製品100%

純分換算率(2012年以降): ジルコン48%、バデライト72.5%、ジルコニア(二酸化Zr)70%、粗製塩類28.3%、地金(塊・粉・くず)・製品100%

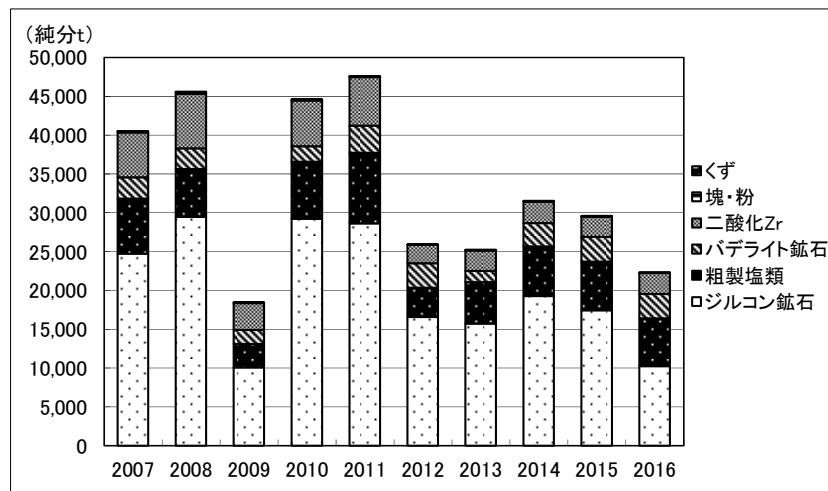


図 2-1 ジルコニウムの輸入数量

## 2-2.輸出入相手国

### 2-2-1.ジルコニウム鉍石

ジルコニウム鉍石の輸入相手国を表 2-2、図 2-2 に示す。主要輸入相手国は、南ア、豪州及びロシアである。2016 年の輸入量は、南アは前年比 146%、豪州は前年比 30%、ロシアは前年比 98%であり、1 位と 2 位が逆転した。豪州からの輸入量激減は国内在庫が滞留し、在庫調整のため 2016 年の輸入数量が急激に減少したものと推定されている。

またインドネシアからの輸入について2014年は未加工鉱石の輸出禁止の影響で0となっていたが、規制が緩和されて回復し、2016年は対前年8倍強の675tと増加した。

表 2-2 ジルコニウム鉱石の輸入相手国

		単位: 純分t										16/15比	構成比
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
輸入	南ア	7,467	10,757	2,537	9,143	9,145	2,973	5,189	5,197	3,036	4,417	146%	33%
	豪州	16,615	17,980	6,974	19,198	18,616	12,485	9,758	12,654	13,362	3,972	30%	30%
	ロシア	2,710	2,680	1,805	2,016	3,495	3,174	1,401	2,999	3,197	3,136	98%	23%
	インドネシア	145	68	154	268	222	98	19	0	81	675	837%	5%
	インド	—	—	—	—	207	282	266	604	392	543	139%	4%
	ウクライナ	—	—	—	—	—	30	141	305	149	161	108%	1%
	ベトナム	10	29	38	67	70	334	65	246	165	133	81%	1%
	米国	455	435	205	352	239	290	116	158	154	121	79%	1%
	台湾	19	58	48	29	31	48	67	77	38	—	—	—
	その他	11	136	123	192	102	37	112	13	61	206	338%	2%
合計		27,431	32,142	11,884	31,264	32,127	19,751	17,134	22,253	20,635	13,366	65%	100%

出典:財務省 貿易統計

純分換算率:ジルコン48%、パデライト(ロシア)72.5%

2016年その他にマレーシア(131t)を含む

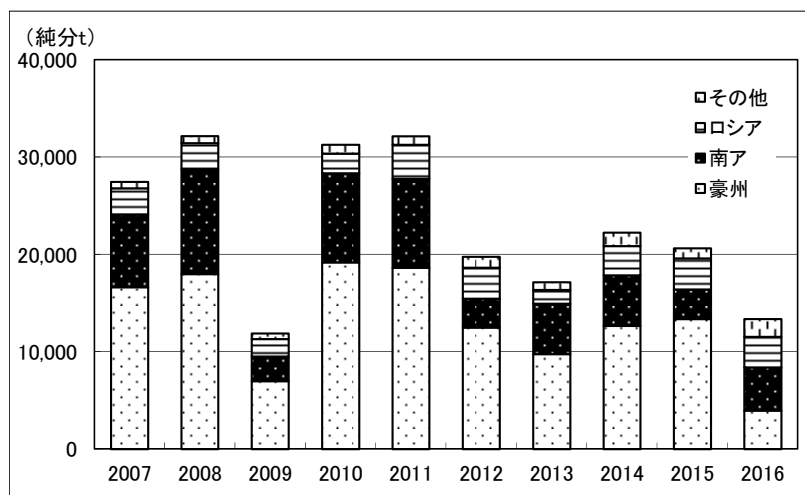


図 2-2 ジルコニウム鉱石の輸入相手国

### 2-2-2.二酸化ジルコニウム

二酸化ジルコニウムの輸出入相手国を表 2-3 に、輸入相手国を図 2-3 に示す。主な輸入相手国は、中国、豪州、米国であり、中でも中国からの輸入量が多い。2016年は中国が前年比103%と微増、豪州は前年比95%と若干の減少であったが、米国は同62%と大幅に減少し、合計輸入量としては前年比104%の2,698tとなった。輸出に関しては、米国、オランダ、中国、韓国、台湾、南ア、ドイツ、タイ、メキシコなど数多くの国が対象となっている。

表 2-3 二酸化ジルコニウムの輸出入相手国

単位: 純分t

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	16/15比	構成比
輸入	中国	2,588	3,857	1,376	3,373	4,047	1,421	1,792	1,810	1,689	1,744	103%	65%
	豪州	2,121	2,147	1,666	1,701	1,579	414	296	374	561	532	95%	20%
	米国	780	968	413	786	547	469	550	455	285	176	62%	7%
	南ア	2	—	—	25	34	34	26	127	46	157	345%	6%
	フランス	4	1	1	4	21	—	0	9	7	88	1250%	3%
	その他	285	66	3.1	2.9	4	2	2	2	2	2	85%	0%
	合計	5,780	7,038	3,458	5,891	6,231	2,339	2,666	2,777	2,589	2,698	104%	100%
輸出	米国	927	716	433	558	676	444	310	360	457	577	126%	29%
	オランダ	257	213	127	135	171	217	230	260	244	372	152%	19%
	中国	521	403	269	318	320	257	279	281	305	327	107%	16%
	韓国	308	356	104	241	174	107	147	127	137	128	94%	6%
	台湾	234	187	105	168	155	121	119	141	137	102	74%	5%
	南ア	99	170	92	146	217	125	166	238	94	87	92%	4%
	その他	774	741	259	489	716	317	413	376	384	404	105%	20%
合計	3,195	2,862	1,398	2,066	2,450	1,628	1,733	1,858	1,836	1,997	109%	100%	

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 二酸化ジルコニウム70%

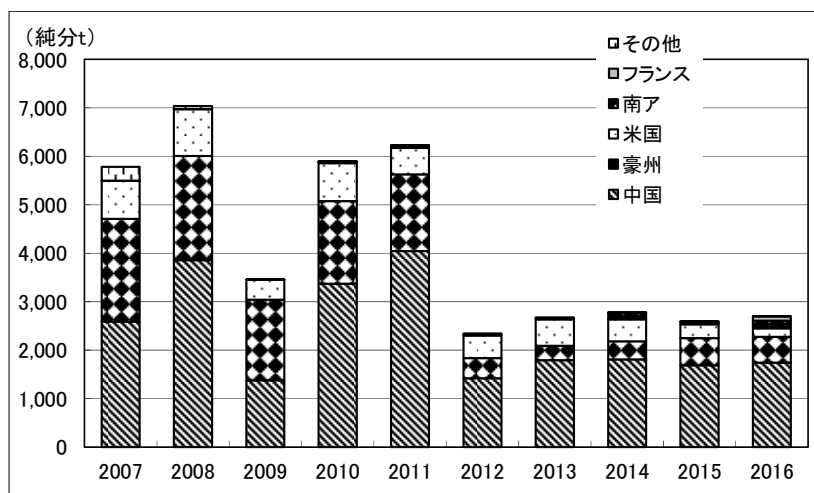


図 2-3 二酸化ジルコニウムの輸入相手国

### 2-3.輸出入価格

ジルコニウムの平均輸出入価格を表 2-4、輸入価格を図 2-4 に示す。ジルコニウム鉱石の輸入価格は 2011 年～2012 年に上昇後、2013 年から反落したが、2016 年は前年比 104%の 1,432\$/tと若干上昇した。

これは世界市場における需給バランスの崩壊によるもので、2011 年から中国の需要が急激に高まったため極端な売り手市場となり 2012 年に価格が高騰した。窯業顔料用など買い手側が代替対応を進めたため供給過多、及び価格低下となり、2016 年前半頃までその状態が続いた。

また、二酸化ジルコニウムは前年比 96%の 4.8 千\$/tで鉱石とは逆に若干の価格低下となった。塊・粉の輸入価格は上昇したが、くずの輸入価格は前年比 79%と低下に転じた。また、製品の輸入価格は前年比 105%の 109.9 千\$/tと若干上昇した。

表 2-4 ジルコニウムの平均輸出入価格

鈮石\$/t、鈮石以外千\$/t

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	16/15比
鈮石	輸入	942	933	1,103	1,035	2,026	2,756	1,641	1,394	1,381	1,432	104%
	輸出	1,320	1,536	1,290	1,382	2,381	2,540	1,323	1,184	1,130	959	85%
粗製塩類	輸入	1.4	1.5	1.4	1.5	3.3	2.9	1.8	1.6	1.6	1.5	92%
	輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
二酸化Zr	輸入	3.3	3.5	4.1	4.2	6.0	8.3	7.0	5.7	5.0	4.8	96%
	輸出	18.6	20.7	25.7	24.9	42.0	42.1	31.9	27.1	22.8	26.3	116%
塊・粉	輸入	37.2	40.2	45.2	39.4	45.4	66.3	60.4	42.3	38.9	53.4	137%
	輸出	10.6	25.5	144.6	52.8	70.7	106.2	71.2	94.4	155.1	72.4	47%
くず	輸入	16.4	23.2	15.4	22.9	17.5	36.8	17.6	20.1	22.1	17.4	79%
	輸出	8.3	14.0	12.8	9.5	10.3	12.7	4.2	16.5	11.0	11.5	105%
製品	輸入	72.5	76.9	84.8	94.2	92.6	107.7	116.0	113.1	104.2	109.9	105%
	輸出	507.8	412.4	421.5	520.5	502.9	326.4	214.8	219.0	219.1	162.0	74%

出典：財務省 貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

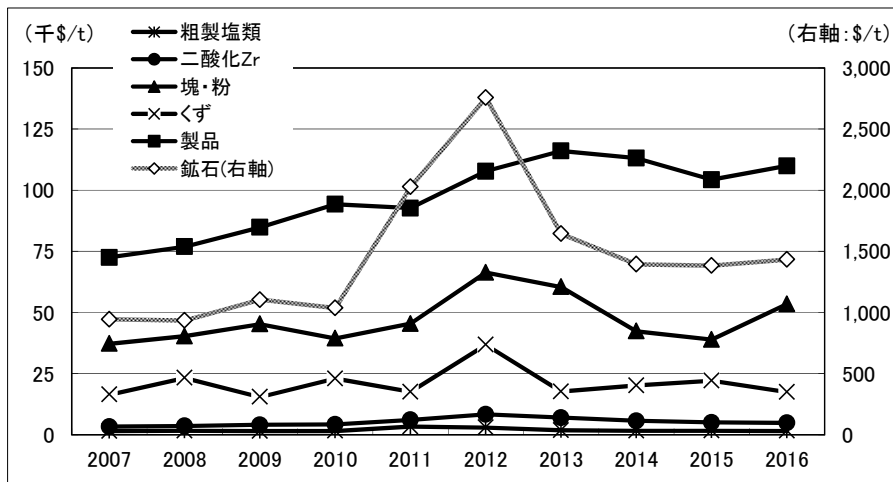


図 2-4 ジルコニウムの平均輸入価格

### 3. リサイクル

ジルコニウムのリサイクル率は以下の定義により推計すると、0%である。

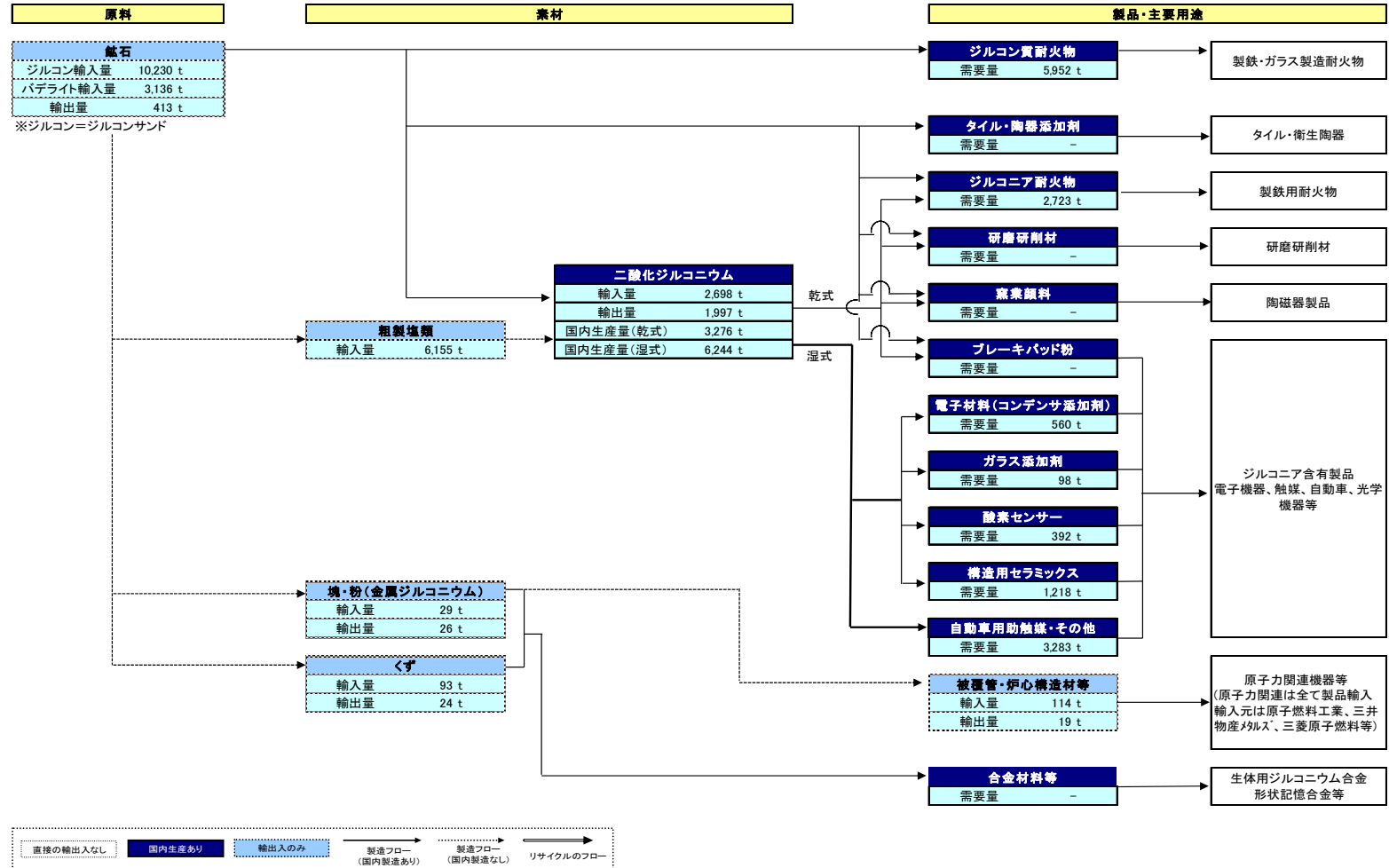
リサイクル率	$= (\text{使用済み製品のマテリアルリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内生産}) + (\text{原料・素材の輸入}) - (\text{原料・素材の輸出})$

※ 原料は鈮石、素材は二酸化ジルコニウム、粗製塩類の合計値。塊・粉、くずの値は含まれない。



4.マテリアルフロー

ジルコニウムのマテリアルフロー(2016年)



純分換算率: ジルコン48%、パデライト72.5%、二酸化ジルコニウム70%、粗製塩類28.3%、塊・粉・くず100%  
 ※二酸化ジルコニウムの国内生産量は工業レアメタルより引用

