

## 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、さらに塩酸で抽出し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ール、粉碎メディア、刃物などの用途で使用されている。また、スカンジウムを安定化剤として添加したスカンジウム( $Sc_2O_3$ )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。最近ポーラスなアルミナ  $Al_2O_3$  上に 0.02mm の厚さでコーティングされることで、劇的にジルコニウム原単位が減ったとされる。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。2014 年の世界のジルコニウム鉱石生産量は前年比 102%の 1,540 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 カ国で、この 2 カ国で全体の 69%の生産量を占めている。豪州の 2014 年の生産量は前年比 106%の 900 千 t と増加した。また、南アは前年比 100%の 170 千 t と変化がない。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、インドなどがある。モザンビークは前年比 119%と拡大を続けている。

表 1-1 世界のジルコニウム鉱石生産量

単位:純分千t

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	14/13比	構成比
豪州	445	491	605	550	476	518	762	605	850	900	106%	58%
南ア	305	398	400	400	392	400	383	380	170	170	100%	11%
中国	17	170	180	140	130	140	150	140	150	140	93%	9%
インドネシア	—	—	—	42	63	50	130	120	110	120	109%	8%
モザンビーク	—	—	—	—	—	37	44	47	47	56	119%	4%
インド	20	21	29	30	31	38	39	40	41	40	98%	3%
その他	93	100	216	118	68	67	110	130	140	110	79%	7%
合計	880	1,180	1,430	1,280	1,160	1,250	1,620	1,460	1,510	1,540	102%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Zirconium 2014」World mine production  
 ※米国の鉱石生産量は除外されている。

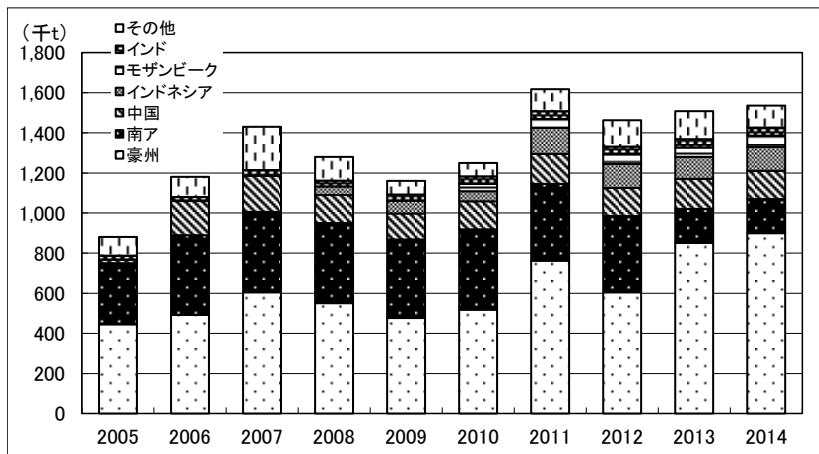


図 1-1 世界のジルコニウム鉱石生産量

### 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。2014 年のジルコン鉱石の輸入量は前年比 122% の 19,254t、バデライト鉱石は前年比 214% の 2,999t で、原料輸入量は合計で前年比 130% の 22,253t であった。ジルコニウム原料の輸入量は 2009 年に大きく落ち込んだが、それ以外は 30,000t 前後の水準で推移してきている。しかし、2012 年には 2009 年に次ぐ大幅な落ち込みとなり、2013 年も減少したが、2014 年は内需の好調を反映し増加に転じている。

中間原料に関しては、2014 年の二酸化ジルコニウム輸入量は前年比 104% の 2,777t、粗製塩類(オキシ塩化ジルコニウム)は前年比 120% の 6,409t の増加となっている。これは自動車用排ガス助触媒の海外向けや酸素センサーの需要増に起因している。その他、塊・粉は 51t、くずは 57t、製品は 182t であった。これらの素材の 2014 年の合計供給量は前年比 125% の増加になっている。なお、この中の製品 182t 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。一方の需要をしてみると、ジルコニウムの中で最も需要量が多いのが耐火物である。この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。2014 年のジルコン系耐火物の需要量は前年並みの 5,472t であった。また、ジルコニア系耐火物は前年比 160%、2,966t と 2012 年の水準に回復している。

歴史的には 1970 年末から 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。ジルコンショックは 2010-2011 年の第三次を最後に 3 回繰り返され、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系耐火物の割合は決して大きくない。

この他、電子材料が前年比 113% の 579t、ガラスが前年並みの 67t、センサーが前年比 99% の 416t、ファインセラミックスが前年比 122% の 1,219t、触媒等が前年比 98% の 3,006t であった。

触媒向けジルコニアは、高温に晒される助触媒としてのセリウムを安定的な状態に保つ優れた機能を有し、需要は堅調に推移している。

2014 年の輸出量は原料が 1,930t、製品が 76t 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

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	14/13比
供給	原料											
	鋇石(ジルコン)	35,690	34,043	24,721	29,462	10,080	29,249	28,632	16,577	15,733	19,254	122%
	鋇石(バデライト)	2,658	3,289	2,710	2,680	1,805	2,016	3,495	3,174	1,401	2,999	214%
	原中間											
	二酸化Zr	4,939	4,477	5,780	7,038	3,458	5,891	6,231	2,339	2,666	2,777	104%
	粗製塩類	3,533	5,294	7,119	6,156	3,031	7,305	9,095	3,764	5,350	6,409	120%
	原料/中間原料・素材計	46,819	47,103	40,330	45,336	18,373	44,461	47,453	25,854	25,150	31,439	125%
	地金											
	塊・粉	242	154	129	184	52	119	109	41	43	51	120%
	くず	42	93	68	74	11	33	51	5	38	57	150%
製品												
	製品	428	632	533	606	553	437	472	428	177	182	103%
供給(輸入)計		47,531	47,982	41,061	46,200	18,990	45,050	48,085	26,328	25,408	31,729	125%
需要	①耐火物(ジルコン系)	9,984	9,216	9,552	9,360	6,624	9,600	7,488	5,568	5,472	5,472	100%
	②耐火物(ジルコニア系)	3,500	2,668	2,813	2,202	1,862	3,314	3,360	2,959	1,856	2,966	160%
	③研磨研削材	406	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	④電子材料	574	816	787	627	532	666	657	586	515	579	113%
	⑤窯業顔料	259	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	⑥ガラス	315	149	146	121	72	69	90	74	67	67	100%
	⑦センサー	406	354	374	269	305	393	407	379	420	416	99%
	⑧ファインセラミックス	385	1,127	1,369	1,069	702	1,198	1,821	1,259	1,001	1,219	122%
	⑨触媒、その他	2,100	2,748	3,261	2,620	2,760	3,020	3,081	2,803	3,052	3,006	98%
	内需計	17,929	17,078	18,301	16,268	12,858	18,260	16,903	13,627	12,382	13,724	111%
	輸出											
	原料/中間原料・素材輸出	3,334	4,137	3,586	3,154	1,736	2,644	2,614	1,940	2,014	1,930	96%
	地金/製品輸出	99	83	140	106	91	100	125	62	60	76	126%
輸出計	3,432	4,220	3,726	3,260	1,827	2,744	2,739	2,001	2,074	2,006	97%	
需要計		21,361	21,298	22,027	19,527	14,685	21,004	19,642	15,629	14,457	15,730	109%

出典:工業レアメタル(No131、①):P105 耐火物生産量とジルコンサンド消費、②~⑨:P58 ジルコニアの用途別需要量)

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%

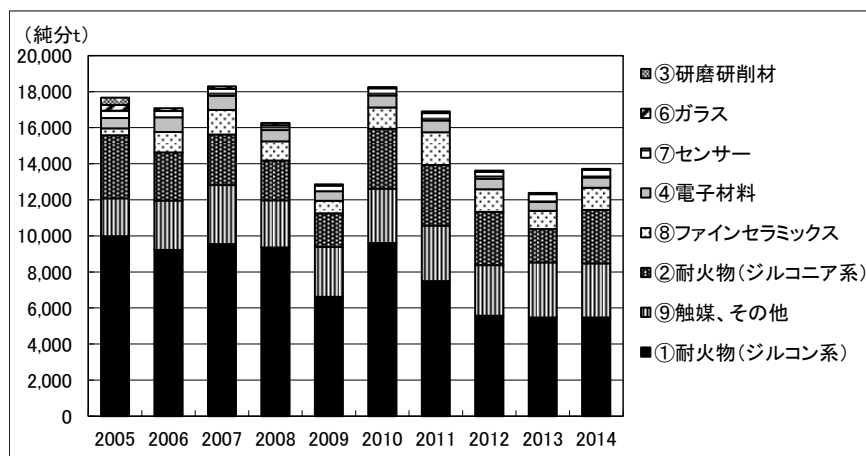


図 1-2 ジルコニウムの内需

## 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。鋇石の輸入のうち、ロシア以外の国からの輸入鋇石をジルコン鋇石、ロシアからの輸入鋇石をバデライト鋇石と推定した。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										
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	14/13比
原料	鉱石	輸入	35,690	34,043	24,721	29,462	10,080	29,249	28,632	16,577	15,733	19,254	122%
		バデライト	2,658	3,289	2,710	2,680	1,805	2,016	3,495	3,174	1,401	2,999	214%
		小計	38,348	37,332	27,431	32,142	11,884	31,264	32,127	19,751	17,134	22,253	130%
		輸出	834	1,197	391	291	338	578	164	313	281	72	26%
中間原料	二酸化Zr	輸入	4,939	4,477	5,780	7,038	3,458	5,891	6,231	2,339	2,666	2,777	104%
		輸出	2,499	2,941	3,195	2,862	1,398	2,066	2,450	1,627	1,733	1,858	107%
原料	粗製塩類	輸入	3,533	5,294	7,119	6,156	3,031	7,305	9,095	3,764	5,350	6,409	120%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
原料/中間原料小計	輸入	46,819	47,103	40,330	45,336	18,373	44,461	47,453	25,854	25,150	31,439	125%	
	輸出	3,334	4,137	3,586	3,154	1,736	2,644	2,614	1,940	2,014	1,930	96%	
	輸入-輸出	43,486	42,966	36,745	42,182	16,637	41,816	44,839	23,915	23,136	29,509	128%	
地金	塊・粉	輸入	242	154	129	184	52	119	109	41	43	51	120%
		輸出	71	54	73	37	18	35	28	20	17	10	58%
	くず	輸入	42	93	68	74	11	33	51	5	38	57	150%
		輸出	9	13	42	46	50	17	47	2	10	44	422%
地金小計	輸入	284	247	197	258	63	152	160	46	81	109	134%	
	輸出	79	67	114	83	69	51	75	23	28	54	195%	
	輸入-輸出	204	180	83	175	-6	101	86	23	53	55	102%	
製品	輸入	428	632	533	606	553	437	472	428	177	182	103%	
	輸出	19	16	26	23	23	49	50	39	32	22	67%	
	輸入-輸出	409	616	508	583	531	389	421	389	145	160	110%	
合計	輸入	47,531	47,982	41,061	46,200	18,990	45,050	48,085	26,328	25,408	31,729	125%	
	輸出	3,432	4,220	3,726	3,260	1,827	2,744	2,739	2,001	2,074	2,006	97%	
	輸入-輸出	44,099	43,762	37,335	42,940	17,162	42,306	45,346	24,327	23,334	29,723	127%	

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%

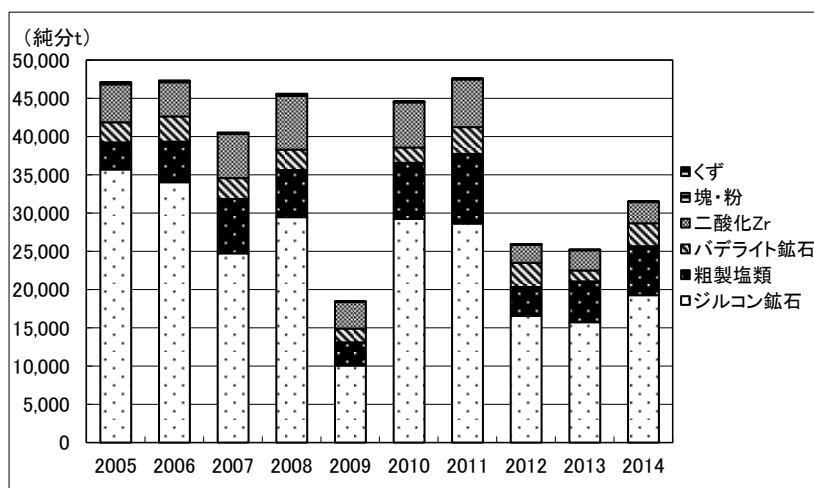


図 2-1 ジルコニウムの輸入数量

## 2-2.輸出入相手国

### 2-2-1.ジルコニウム鉱石

ジルコニウム鉱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、豪州、南ア及びロシアである。2014 年の豪州からの輸入量は前年比 130%、南アは前年並み 100%、ロシアは前年比 214%と大幅に増加したが、2012 年の水準に復したと言える。上位 2 国の増減は両国企業の価格競争の結果と言える。国内のジルコニウム生産企業は双方からの調達体制を敷いているため、価格で選択していると見られている。

表 2-2 ジルコニウム鉱石の輸入相手国

		単位:純分t										14/13比	構成比
輸入	豪州	22,713	20,637	16,615	17,980	6,974	19,198	18,616	12,485	9,758	12,654	130%	57%
	南ア	10,999	12,442	7,467	10,757	2,537	9,143	9,145	2,973	5,189	5,197	100%	23%
	ロシア	2,658	3,289	2,710	2,680	1,805	2,016	3,495	3,174	1,401	2,999	214%	13%
	インド	—	—	—	—	—	—	207	282	266	604	227%	3%
	ウクライナ	—	—	—	—	—	—	—	—	141	305	216%	1%
	ベトナム	893	202	10	29	38	67	70	334	65	246	376%	1%
	米国	831	637	455	435	205	352	239	290	116	158	137%	1%
	台湾	—	29	19	58	48	29	31	48	67	77	114%	0%
	中国	96	88	—	19	—	—	—	—	11	13	122%	0%
	その他	158	9	156	185	277	460	324	166	120	0	0%	0%
	合計	38,348	37,332	27,431	32,142	11,884	31,264	32,127	19,751	17,134	22,253	130%	100%

出典:財務省 貿易統計

純分換算率:ジルコン48%、バデライト(ロシア)72.5%

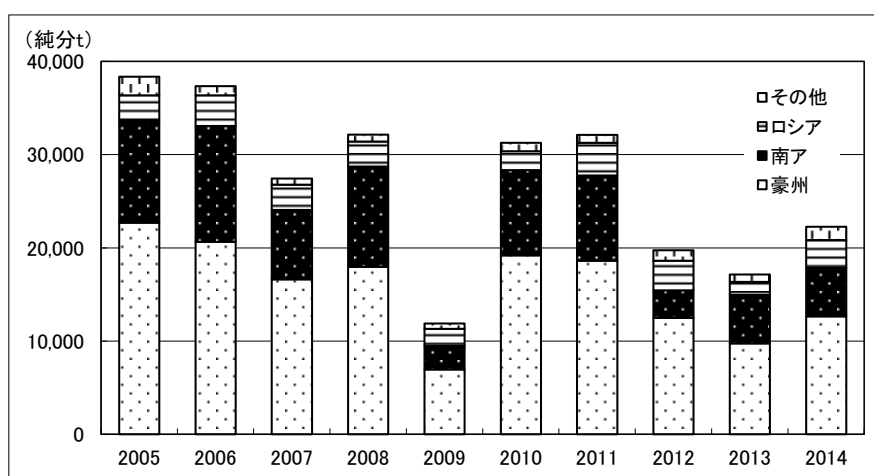


図 2-2 ジルコニウム鉱石の輸入相手国

### 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、米国、豪州であり、中でも中国からの輸入量が多い。2014 年は豪州の回復が前年比 126%と顕著であったが、中国が前年比 101%と前年並み、米国は同 83%と減少し、合計輸入量としては前年比 104%の 2,777t となった。輸出に関しては、米国、中国、オランダ、南ア、台湾、韓国、英国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

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	14/13比	構成比	
輸入	中国	1,553	2,047	2,588	3,857	1,376	3,373	4,047	1,421	1,792	1,810	101%	65%
	米国	934	811	780	968	413	786	547	469	550	455	83%	16%
	豪州	2,205	1,251	2,121	2,147	1,666	1,701	1,579	414	296	374	126%	13%
	南ア	6	—	2	—	—	25	34	34	26	127	488%	5%
	フランス	14	7	4	1	1	4	21	—	0	9	—	0%
	その他	228	362	285	66	3.1	2.9	4	2	2	2.3	94%	0%
	合計	4,939	4,477	5,780	7,038	3,458	5,891	6,231	2,339	2,666	2,777	104%	100%
輸出	米国	492	530	927	716	433	558	676	444	310	360	116%	19%
	中国	741	752	521	403	269	318	320	257	279	281	101%	15%
	オランダ	138	203	257	213	127	135	171	217	230	260	113%	14%
	南ア	168	322	99	170	92	146	217	125	166	238	143%	13%
	台湾	88	135	234	187	105	168	155	121	119	141	118%	8%
	韓国	303	300	308	356	104	241	174	107	147	127	86%	7%
	英国	59	69	73	77	10	13	21	40	68	76	112%	4%
	その他	510	629	774	741	259	489	716	317	413	376	91%	20%
合計	2,499	2,941	3,195	2,862	1,398	2,066	2,450	1,628	1,733	1,858	107%	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%

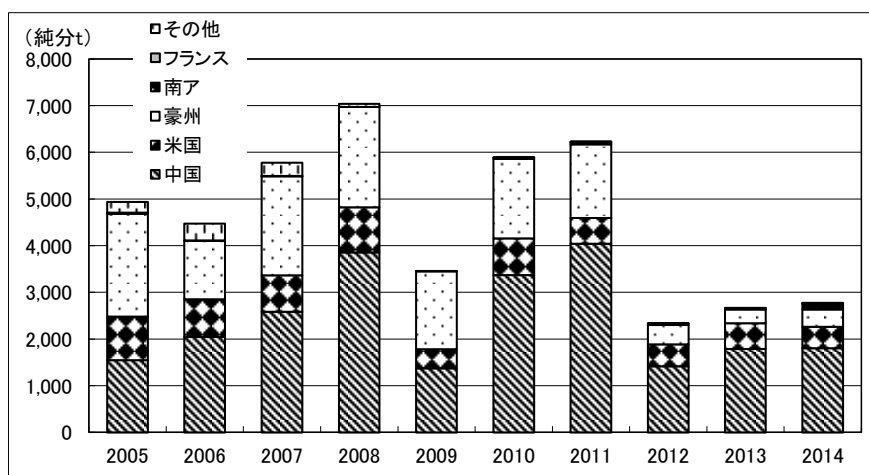


図 2-3 二酸化ジルコニウムの輸入相手国

### 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 2011-2012 年と近年上昇し 2013 年に反落し、2014 年は前年比 85%の 1,394\$/t であった。また、二酸化ジルコニウムは前年比 82%の 5.7 千\$/t で鉱石と同様に価格低下となった。その他、粗製塩類、塊・粉の輸入価格は下落、一方、くずの輸入価格は前年比 114%と上昇に転じた。また、製品の輸入価格は前年比 97%の 113.1 千\$/t の微減になった。

表 2-4 ジルコニウムの平均輸出入価格

		鉱石\$/t、鉱石以外千\$/t											
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	14/13比
鉱石	輸入	601	744	879	942	933	1,103	1,035	2,026	2,756	1,641	1,394	85%
	輸出	886	1,122	1,177	1,320	1,536	1,290	1,382	2,381	2,540	1,323	1,184	89%
粗製塩類	輸入	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	3.3	2.9	1.8	1.6	90%
	輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
二酸化Zr	輸入	2.7	3.0	3.2	3.3	3.5	4.1	4.2	6.0	8.3	7.0	5.7	82%
	輸出	15.5	14.6	17.2	18.6	20.7	25.7	24.9	42.0	42.1	31.9	27.1	85%
塊・粉	輸入	16.0	12.4	26.8	37.2	40.2	45.2	39.4	45.4	66.3	60.4	42.3	70%
	輸出	29.0	12.1	15.3	10.6	25.5	144.6	52.8	70.7	106.2	71.2	94.4	133%
くず	輸入	12.8	11.8	11.8	16.4	23.2	15.4	22.9	17.5	36.8	17.6	20.1	114%
	輸出	4.3	9.5	7.4	8.3	14.0	12.8	9.5	10.3	12.7	4.2	16.5	390%
製品	輸入	61.8	65.6	69.6	72.5	76.9	84.8	94.2	92.6	107.7	116.0	113.1	97%
	輸出	144.4	635.0	451.1	507.8	412.4	421.5	520.5	502.9	326.4	214.8	219.0	102%

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。

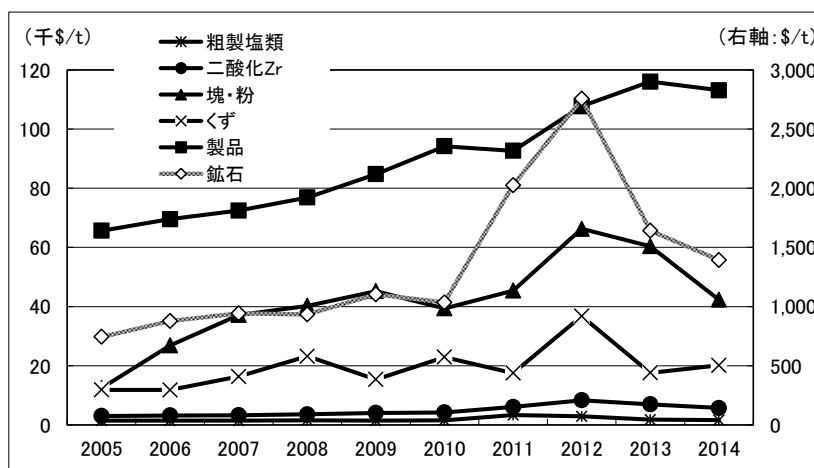


図 2-4 ジルコニウムの平均輸入価格

### 3.リサイクル

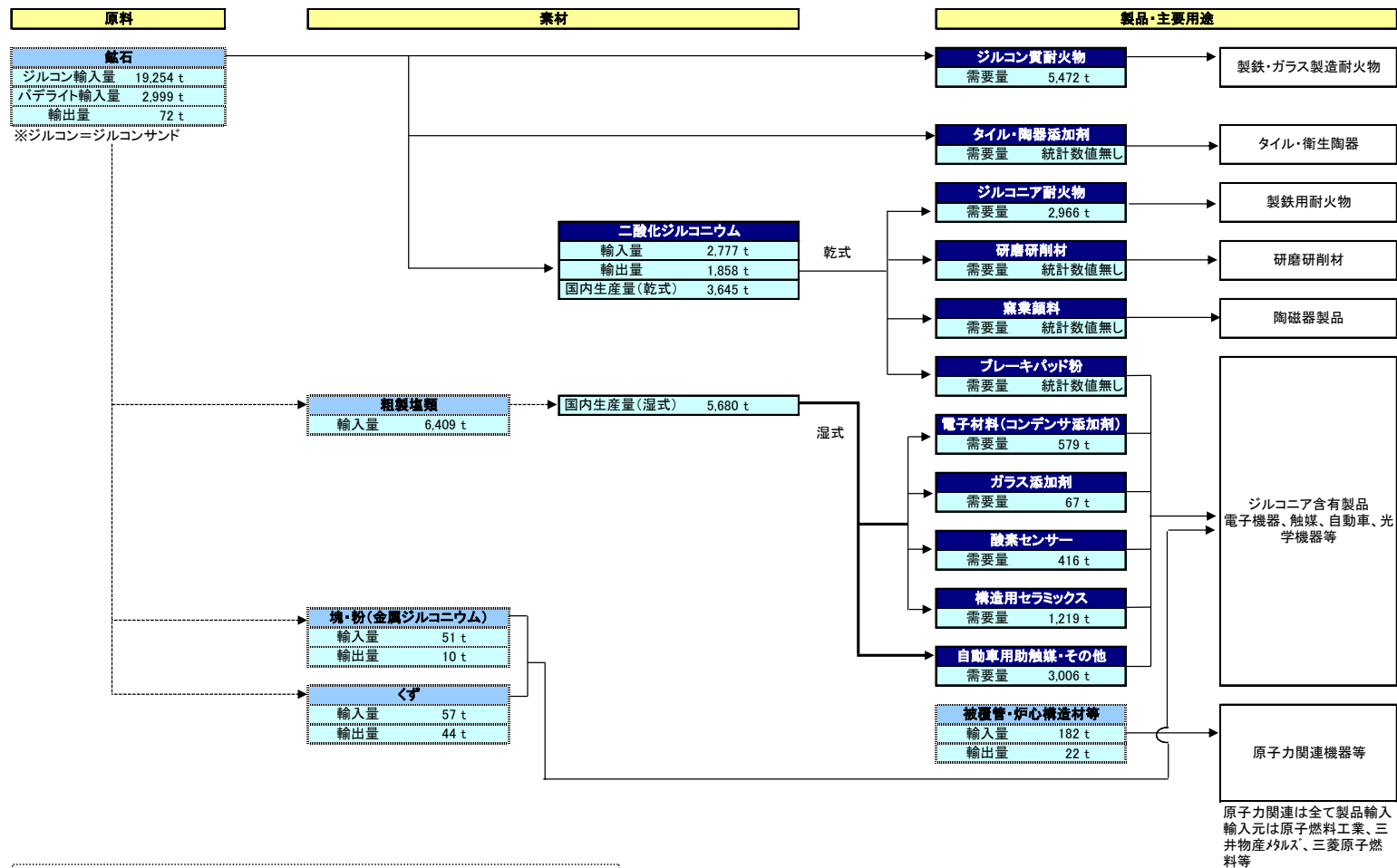
ジルコニウムのリサイクル率は以下の定義により推計すると、0%である。

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	$= (\text{国内生産}) + (\text{原料・素材の輸入}) - (\text{原料・素材の輸出})$

※ 原料は鉱石、素材は二酸化Zr、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(2014)



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