

ジルコニウム Zr

【用途】 耐火物をはじめ、自動車排ガス触媒等に使用

ジルコニア(二酸化ジルコニウム)は、高温における耐食性や耐摩耗性等に優れる特性から耐火物のほか、セラミック、鑄造用砂、研磨研削材に用いられる。また、他元素との反応性や圧電特性等を活かして触媒やコンデンサ、センサーに使用される。熱中性子の吸収断面積が金属の中で最も小さいことから、金属ジルコニウムは発電用軽水冷却型原子炉のジルカロイ燃料被覆管、燃料チャネル及び部材の素剤としても利用されている。

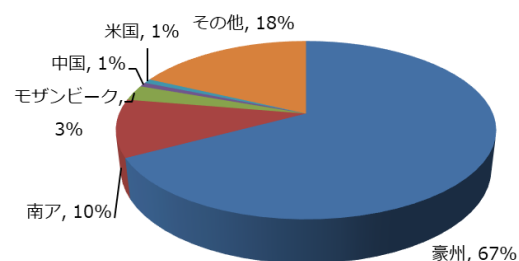
【特性】

- ・酸やアルカリに対して安定で耐食性が高い
- ・高温でステンレス鋼、アルミより耐久性が高い
- ・金属の中で熱中性子の吸収断面積が最少
- ・高温で反応し、多様な化合物を生成

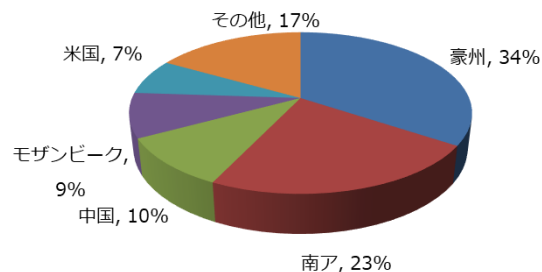
【資源国と消費国】

[国名、数量、構成比(%)](数量は国別埋蔵量:ZrO₂換算、国別鉱石生産量:マテリアルベース、単位千t、2020年世界計) 出典:USGS2021

国別埋蔵量 (合計 64,000 千t)

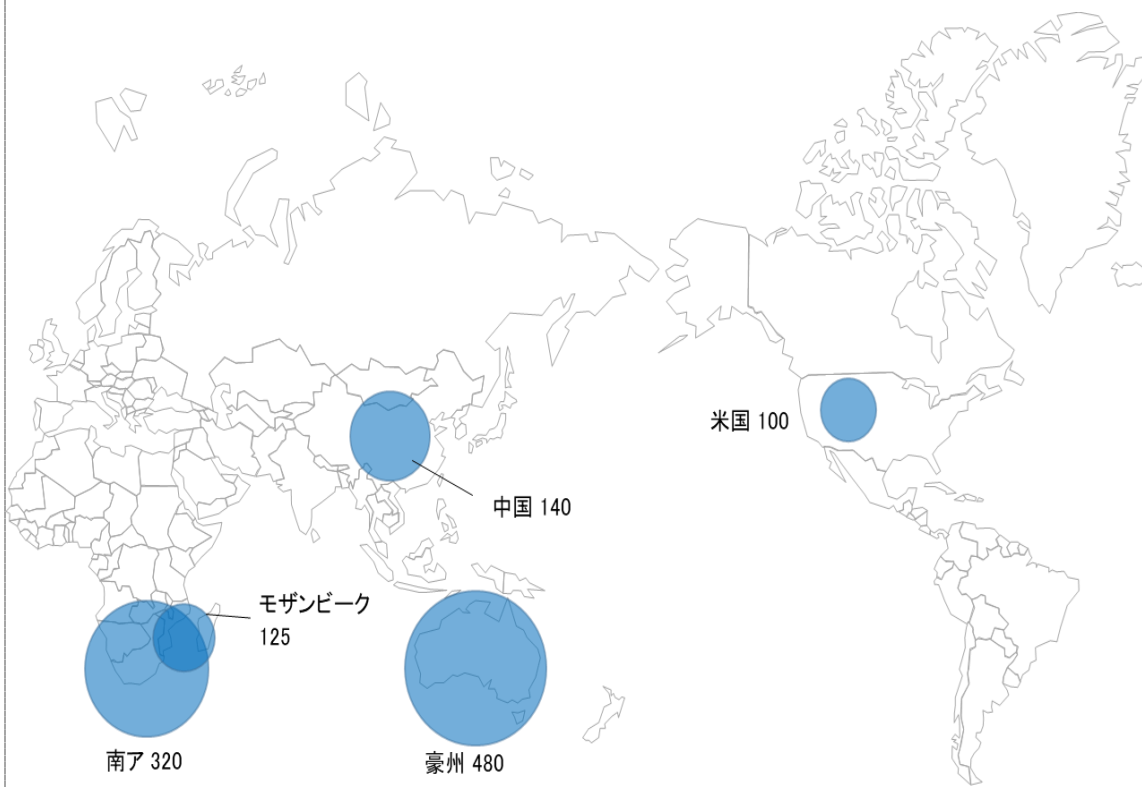


国別鉱石生産量(合計 1,400 千t)



【世界の主要ジルコニウム鉱石生産国】国名、国別生産量(マテリアルベース 1,400 千t、2020年間値)

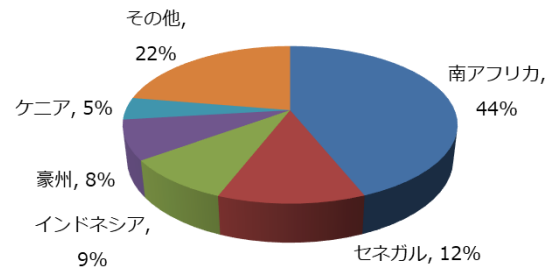
出典:USGS2021



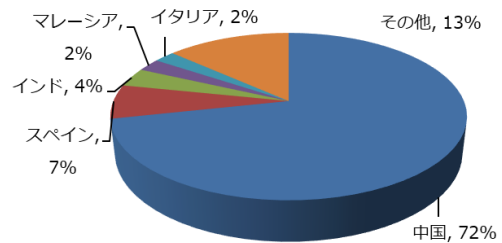
【貿易概況】(数量単位:純分千t、2020年世界計)

■世界 出典:Global Trade Atlas

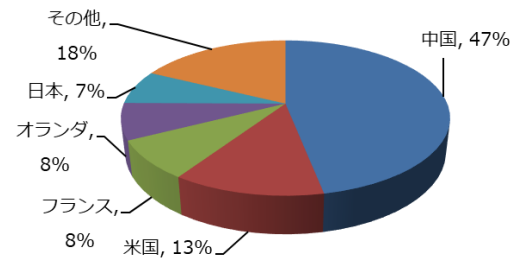
ジルコニウム鉱石 主要輸出国(合計 340 千t)



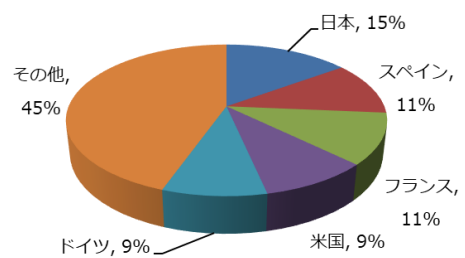
ジルコニウム鉱石 主要輸入国(合計 733 千t)



二酸化ジルコニウム(含酸化ゲルマニウム) 主要輸出国(合計 38 千マテリアルt)

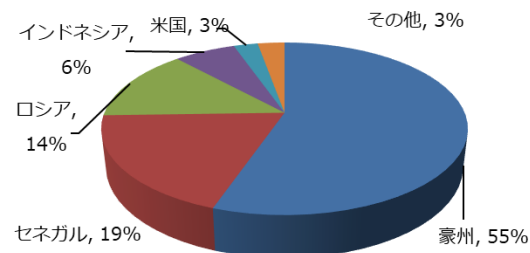


二酸化ジルコニウム(含酸化ゲルマニウム) 主要輸入国(合計 38 千マテリアルt)

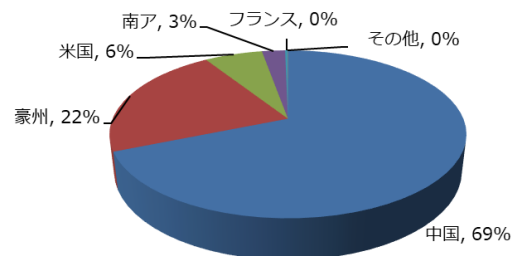


■日本 出典:財務省貿易統計(純分ベース)

ジルコニウム鉱石輸入相手国(合計 9.4 千t)



二酸化ジルコニウム輸入相手国(合計 3.9 千t)



1.特性・用途

ジルコニウムは銀白色の金属で、常温で酸やアルカリに対して安定であるほか、空気中では酸化被膜を形成し、耐食性も高い。また、熱中性子の吸収断面積が金属の中で最も小さい。

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る。乾式は電融法により、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)を加水分解して得られる。

乾式は、ほとんど物理的粉碎であることから、不純物の除去は基本的にできない。一方、湿式は顧客に応じてカスタマイズができ高付加価値製品が多い。

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、自動車用排ガス助触媒やセラミックコンデンサー、圧電セラミックの添加剤、ファインセラミックス原料、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(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、固体酸化物燃料電池(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用いられているセリア安定化ジルコニアは、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。また、すぐれた耐食性から化学工業分野では耐食性材料として利用される。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

表 2-1 世界のジルコニウム鉱石生産量

単位: マテリアル千t

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比
豪州	762	605	850	551	567	450	505	560	470	480	102%	34%
南ア	383	380	170	387	380	360	377	350	370	320	86%	23%
中国	150	140	150	150	140	140	140	140	140	140	100%	10%
モザンビーク	44	47	47	51	52	68	74	80	100	125	125%	9%
米国	W	W	W	W	80	W	80	100	100	100	100%	7%
セネガル	-	-	-	-	45	53	82	64	65	65	100%	5%
インドネシア	130	120	110	110	110	110	110	100	34	60	176%	4%
ケニア	-	-	-	-	-	-	44	45	29	25	86%	2%
その他	151	168	183	171	146	139	138	41	92	85	92%	6%
合計	1,620	1,460	1,510	1,420	1,520	1,320	1,550	1,480	1,400	1,400	100%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Zirconium」World mine production

* 米国の鉱石生産量は、2015年と2017年以外は企業情報保護のため非開示(W)であり、合計値に含まれていない。

* W: Withheld to avoid disclosing company proprietary data

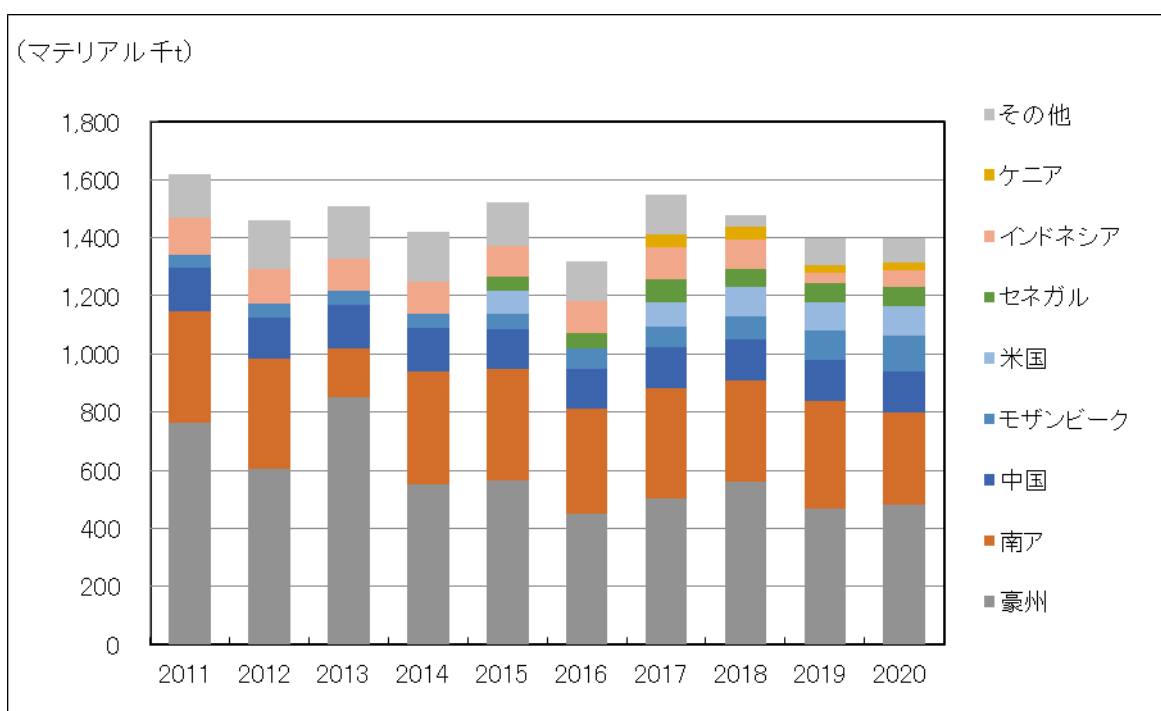


図 2-1 世界のジルコニウム鉱石生産量

2-2.国内の需給動向

表 2-2 ジルコニウムの国内需給

単位: 純分t

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比
供給 1)	原料											
	鋳石(ジルコン)	28,632	16,577	15,733	19,254	17,437	10,230	11,275	18,896	10,794	8,114	75%
	鋳石(パデライト)	3,495	3,174	1,401	2,999	3,197	3,136	2,451	2,619	2,710	1,279	47%
	中間原料											
	二酸化Zr	6,231	2,339	2,666	2,777	2,589	2,698	3,045	4,926	3,821	3,931	103%
	粗製塩類*	9,095	3,764	5,350	6,409	6,254	6,155	6,571	9,518	6,928	4,880	70%
	原料/中間原料・素材計	47,453	25,854	25,150	31,439	29,478	22,220	23,342	35,959	24,253	18,204	75%
	地金											
	塊・粉	109	41	43	51	64	29	38	30	47	29	62%
	くず	51	5	38	57	67	93	44	48	90	96	106%
製品	472	428	177	182	186	114	169	160	135	135	100%	
供給(輸入)計	48,085	26,328	25,408	31,729	29,795	22,456	23,593	36,197	24,526	18,465	75%	
需要 2)	①耐火物 (ジルコン系)	7,488	5,568	5,472	5,472	5,088	5,952	6,480	6,816	7,008	4,944	71%
	②耐火物 (ジルコニア系)	3,360	2,959	1,856	2,961	2,772	2,863	2,590	2,737	2,814	1,575	56%
	③研磨研削材	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	④電子材料	657	586	515	574	392	560	805	1,036	749	952	127%
	⑤窯業顔料	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	⑥光学ガラス	90	74	67	63	77	98	147	84	70	70	100%
	⑦酸素センサー	407	379	420	416	364	392	420	448	497	483	97%
	⑧ファインセラミックス	1,821	1,259	1,001	1,218	1,631	1,218	1,596	2,079	2,044	1,484	73%
	⑨触媒、その他	3,081	2,803	3,052	2,996	3,262	3,283	3,486	3,444	3,227	2,961	92%
	内需計	16,903	13,627	12,382	13,700	13,586	14,366	15,524	16,644	16,409	12,469	76%
	輸出 1)											
	原料/中間原料・素材輸	2,614	1,940	2,014	1,930	1,923	2,411	2,169	2,152	1,942	1,895	98%
	地金/製品輸出	125	62	60	76	78	68	90	117	121	75	62%
輸出計	2,739	2,001	2,074	2,006	2,001	2,478	2,259	2,269	2,064	1,970	95%	
需要計	19,642	15,629	14,457	15,705	15,587	16,844	17,783	18,913	18,473	14,439	78%	

出典: 1) 財務省貿易統計

2) 工業レアメタル(No137、①:P99 耐火物生産量とジルコン消費、②~⑨:P49 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%、パデライト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%、パデライト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%

* 供給 粗製塩類 輸入 は、2018年以降は工業レアメタル出典

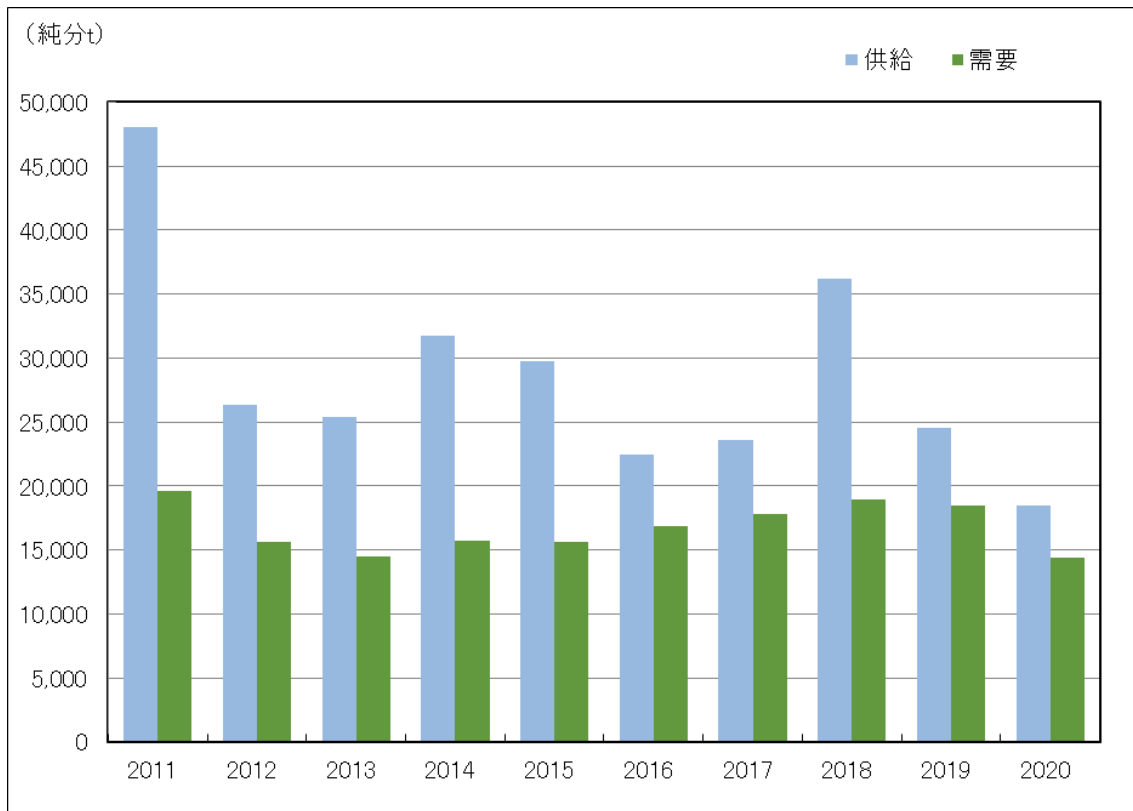


図 2-2 ジルコニウムの国内需給

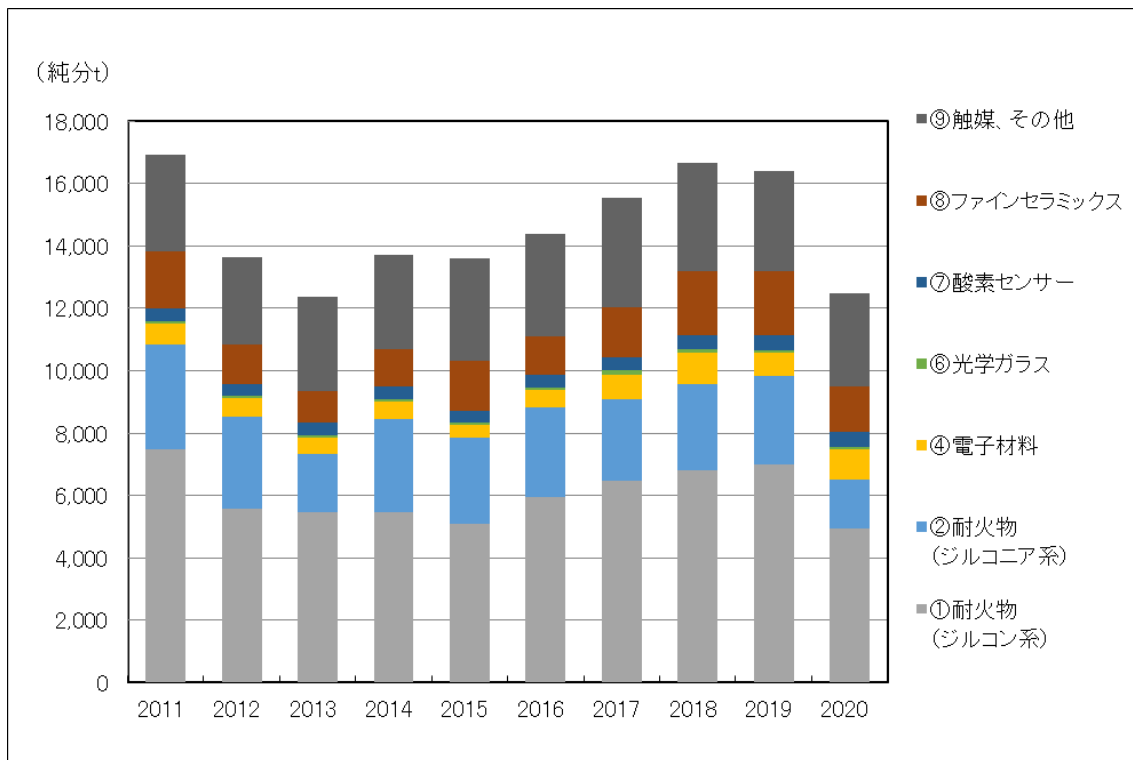


図 2-3 ジルコニウムの内需

3.輸出入動向
3-1.輸出入動向

表 3-1 ジルコニウムの輸出入数量

単位: 純分t

			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	
原料	鉍石	輸入	ジルコン	28,632	16,577	15,733	19,254	17,437	10,230	11,275	18,896	10,794	8,114	75%
		バデライト	3,495	3,174	1,401	2,999	3,197	3,136	2,451	2,619	2,710	1,279	47%	
		小計	32,127	19,751	17,134	22,253	20,635	13,366	13,726	21,515	13,504	9,393	70%	
		輸出	164	313	281	72	87	413	16	4	17	24	142%	
中間原料	二酸化Zr	輸入	6,231	2,339	2,666	2,777	2,589	2,698	3,045	4,926	3,821	3,931	103%	
		輸出	2,450	1,627	1,733	1,858	1,836	1,997	2,152	2,148	1,925	1,870	97%	
	粗製塩類	輸入*	9,095	3,764	5,350	6,409	6,254	6,155	6,571	9,518	6,928	4,880	70%	
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
原料/中間原料小計		輸入	47,453	25,854	25,150	31,439	29,478	22,220	23,342	35,959	24,253	18,204	75%	
		輸出	2,614	1,940	2,014	1,930	1,923	2,411	2,169	2,152	1,942	1,895	98%	
地金	塊・粉	輸入	109	41	43	51	64	29	38	30	47	29	62%	
		輸出	28	20	17	10	18	26	18	20	19	15	82%	
	くず	輸入	51	5	38	57	67	93	44	48	90	96	106%	
		輸出	47	2	10	44	42	24	51	74	70	38	54%	
地金小計		輸入	160	46	81	109	131	123	82	78	137	125	91%	
		輸出	75	23	28	54	60	49	69	94	88	53	60%	
製品		輸入	472	428	177	182	186	114	169	160	135	134	99%	
		輸出	50	39	32	22	18	19	21	23	33	22	68%	
合計		輸入	48,085	26,328	25,408	31,729	29,795	22,456	23,593	36,197	24,526	18,464	75%	
		輸出	2,739	2,001	2,074	2,006	2,001	2,478	2,259	2,269	2,064	1,970	95%	

出典: 財務省貿易統計

* 中間原料 粗製塩類 輸入は、2018年より工業レアメタルを出典とした

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%

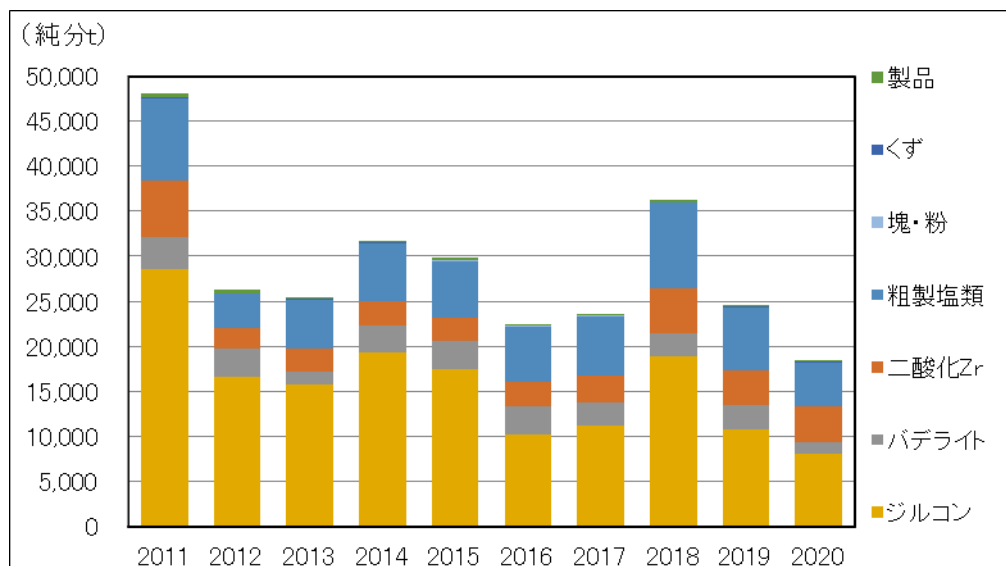


図 3-1 ジルコニウムの輸入数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.ジルコニウム鉱石

表 3-2-1 ジルコニウム鉱石の輸入相手国

単位:純分t

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比	
輸入	豪州	18,616	12,485	9,758	12,654	13,362	3,972	5,911	11,267	8,136	5,196	64%	55%
	セネガル	—	—	—	—	—	10	104	627	1,593	1,804	113%	19%
	ロシア	3,495	3,174	1,401	2,999	3,197	3,136	2,451	2,619	2,710	1,279	47%	14%
	インドネシア	222	98	19	0	81	675	340	441	672	609	91%	6%
	米国	239	290	116	158	154	121	144	175	163	240	147%	3%
	マレーシア	—	—	—	—	30	131	222	282	181	151	83%	2%
	スペイン	—	—	—	—	—	20	—	36	27	79	293%	1%
	ベトナム	70	334	65	246	165	133	30	20	10	10	105%	0%
	南ア	9,145	2,973	5,189	5,197	3,036	4,417	4,372	5,804	10	10	100%	0%
	ウクライナ	—	30	141	305	149	161	101	222	—	—	—	—
	その他	340	367	445	694	461	589	51	24	3	17	583%	0%
	合計	32,127	19,751	17,134	22,253	20,635	13,366	13,726	21,515	13,504	9,393	70%	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%

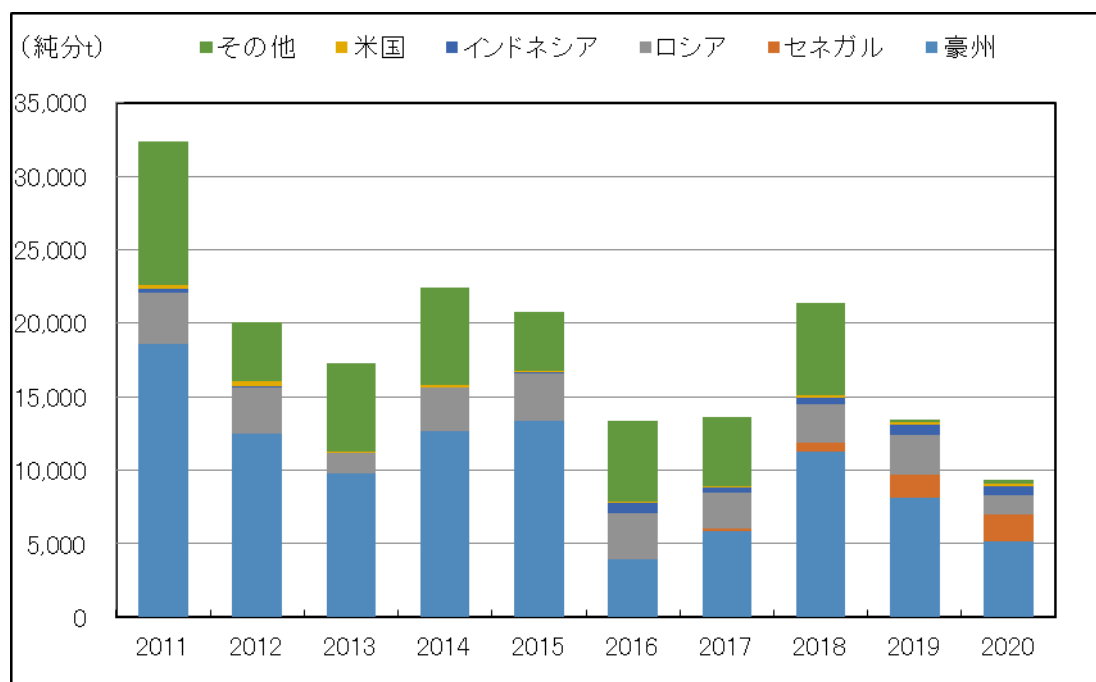


図 3-2-1 ジルコニウム鉱石の輸入相手国

3-2-2.二酸化ジルコニウム

表 3-2-2 二酸化ジルコニウムの輸出入相手国

単位:純分t

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比
輸入	中国	4,047	1,421	1,792	1,810	1,689	1,744	2,119	3,498	2,707	2,706	100%	69%
	豪州	1,579	414	296	374	561	532	408	841	743	868	117%	22%
	米国	547	469	550	455	285	176	269	362	223	247	111%	6%
	南ア	34	34	26	127	46	157	228	204	139	99	71%	3%
	フランス	21	-	0	9	7	88	14	14	5	11	242%	0%
	その他	4.0	1.9	2.4	2.3	2.1	1.8	7.2	6.8	4.7	1.1	24%	0%
	合計	6,231	2,339	2,666	2,777	2,589	2,698	3,045	4,926	3,821	3,931	103%	100%
輸出	オランダ	171	217	230	260	244	372	465	367	413	417	101%	22%
	米国	676	444	310	360	457	577	559	561	519	377	73%	20%
	中国	320	257	279	281	305	327	320	377	286	317	111%	17%
	台湾	155	121	119	141	137	102	137	123	117	132	113%	7%
	韓国	174	107	147	127	137	128	124	143	183	86	47%	5%
	タイ	48	67	46	61	70	66	75	83	72	65	91%	3%
	その他	906	415	602	629	486	424	473	495	335	477	142%	26%
	合計	2,450	1,628	1,733	1,858	1,836	1,997	2,152	2,148	1,925	1,870	97%	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%

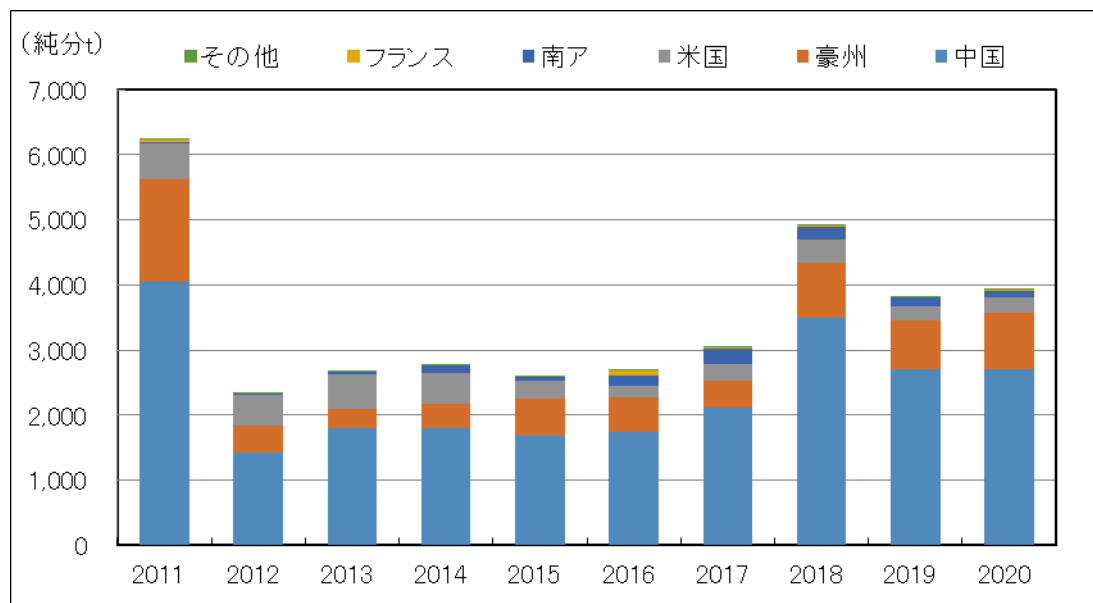


図 3-2-2 二酸化ジルコニウムの輸入相手国

3-3.輸出入価格

表 3-3 ジルコニウムの平均輸出入価格

単位:千\$/t

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比
鉱石	輸入	2.0	2.8	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.9	2.3	2.1	89%
	輸出	2.4	2.5	1.3	1.2	1.1	1.0	1.7	7.7	4.3	3.3	77%
粗製塩類	輸入	3.3	2.9	1.8	1.6	1.6	1.5	1.9	2.7	2.6	2.4	92%
	輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
二酸化Zr	輸入	6.0	8.3	7.0	5.7	5.0	4.8	4.8	6.2	6.0	5.5	92%
	輸出	42.0	42.1	31.9	27.1	22.8	26.3	26.9	27.8	30.3	28.0	93%
塊・粉	輸入	45.4	66.3	60.4	42.3	38.9	53.4	43.7	61.1	65.2	63.8	98%
	輸出	70.7	106.2	71.2	94.4	155.1	72.4	77.5	83.0	94.7	74.1	78%
くず	輸入	17.5	36.8	17.6	20.1	22.1	17.4	22.9	24.8	25.3	25.0	99%
	輸出	10.3	12.7	4.2	16.5	11.0	11.5	13.4	12.0	12.0	10.3	86%
製品	輸入	92.6	107.7	116.0	113.1	104.2	109.9	104.6	149.9	111.0	120.1	108%
	輸出	502.9	326.4	214.8	219.0	219.1	162.0	160.7	183.7	172.5	196.3	114%

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。

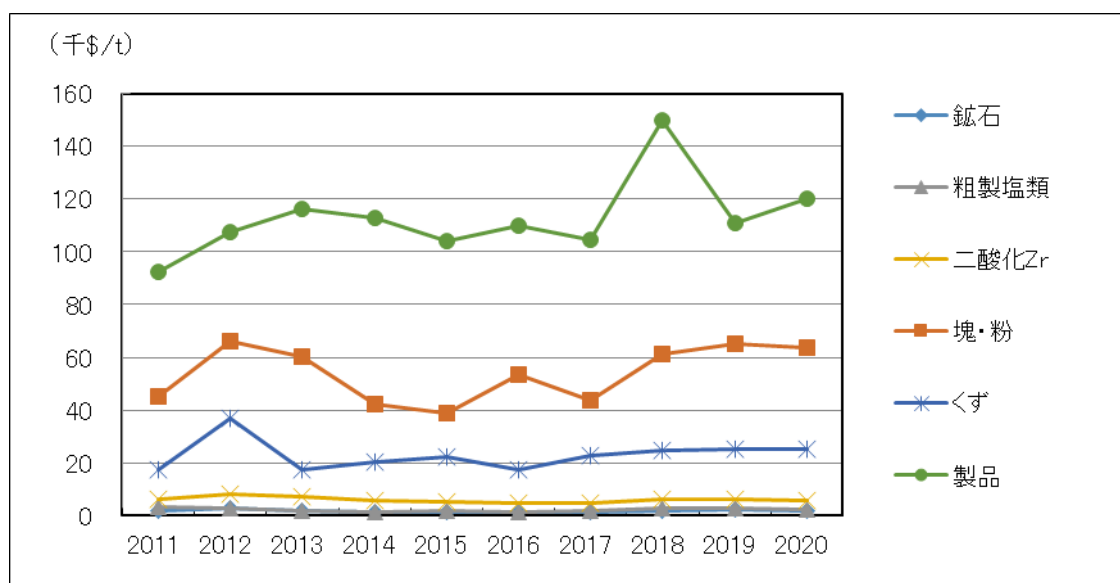
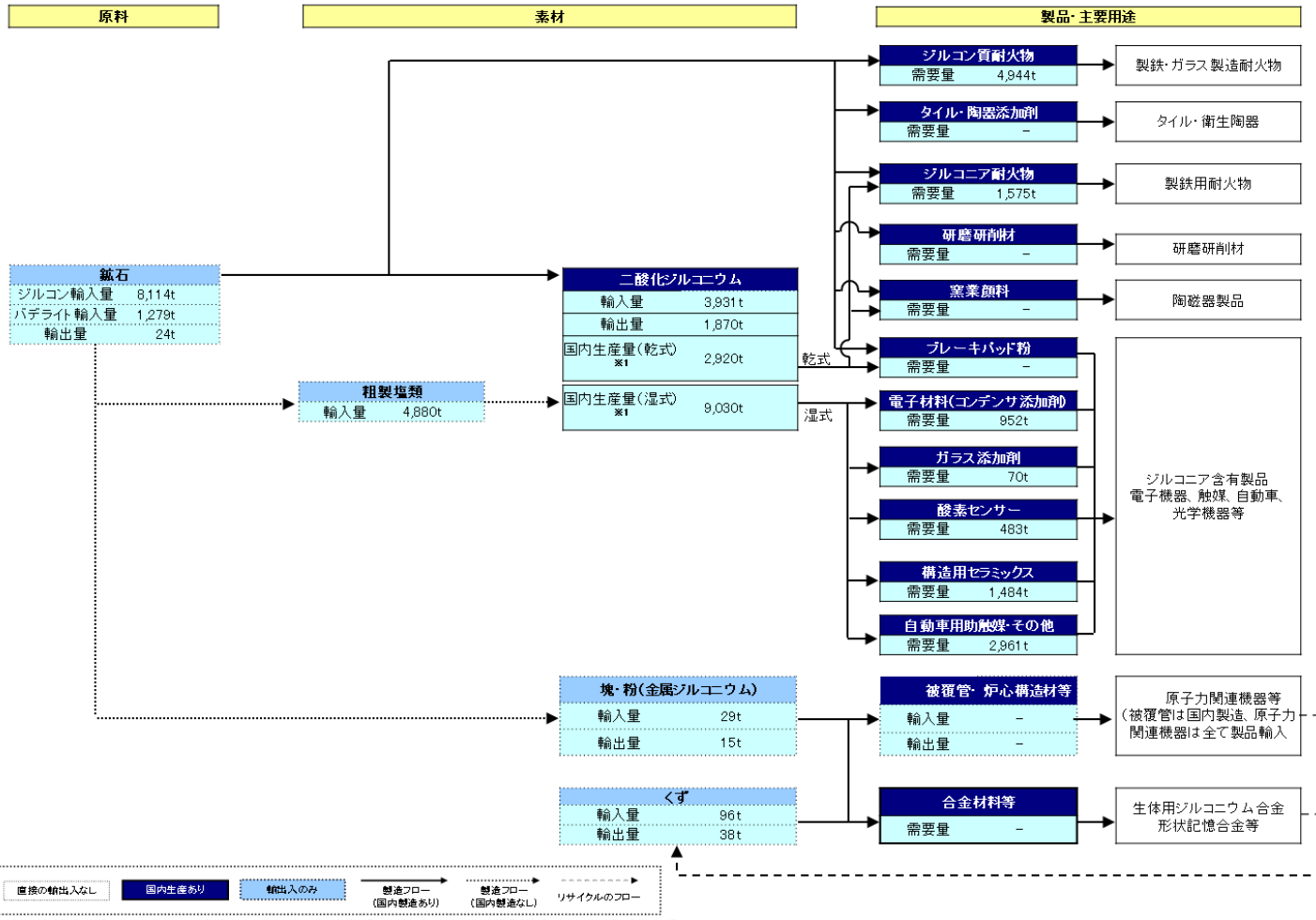


図 3-3 ジルコニウムの平均輸入価格

4.リサイクル
データなし

ジルコニウムのマテリアルフロー(2020年)



純分換算率:ジルコン48%、バデライト72.5%、二酸化ジルコニウム70%、粗製塩類28.3%、塊・粉・くず100%
 注)「-」:生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない
 「0(ゼロ)」:四捨五入して表の最小単位未満である
 出典 ※1 工業レアメタル