

ケイ素 Si

【用途】鋼材の添加剤や半導体、電子部品、太陽電池部材部品等の用途で幅広く使用

単体、化合物ともその用途は幅広く、ガラス、陶磁器の他、ファインセラミックス分野における高温構造材、耐火材料、耐熱性絶縁材料、切削工具等に使用されている。また高純度の単体結晶は半導体素子としてその重要性及び需要が増しており、液晶ディスプレイへの応用や太陽電池へのアモルファスシリコンや多結晶シリコン等の応用開発も進展している。

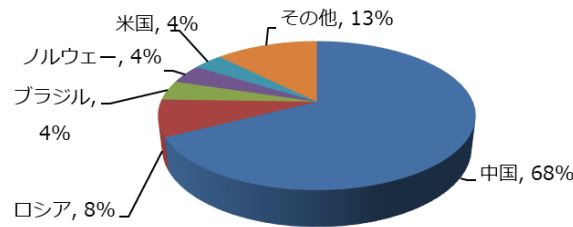
【特性】

- ・常温で極めて安定
- ・通常の酸には侵されないがフッ酸と硝酸には容易に侵される
- ・融解状態では極めて反応性に富み多くの金属と合金又はケイ素化合物を形成する

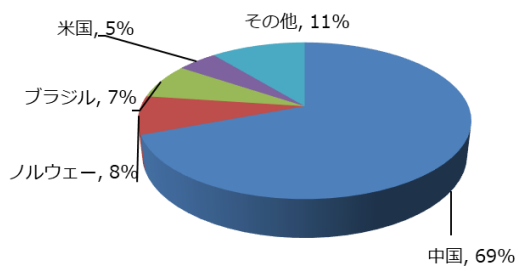
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2020年世界計) 出典:USGS2021、工業レアメタル No137(2021)

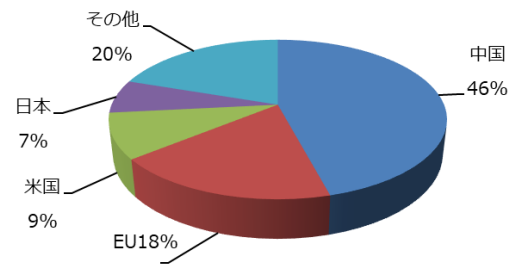
世界のシリコン(シリコンアロイ(FeSi など)、低純度金属シリコン(4N 以下))生産量(合計 8,000 純分千 t)



国別金属シリコン供給量(合計 2,672 純分千 t)



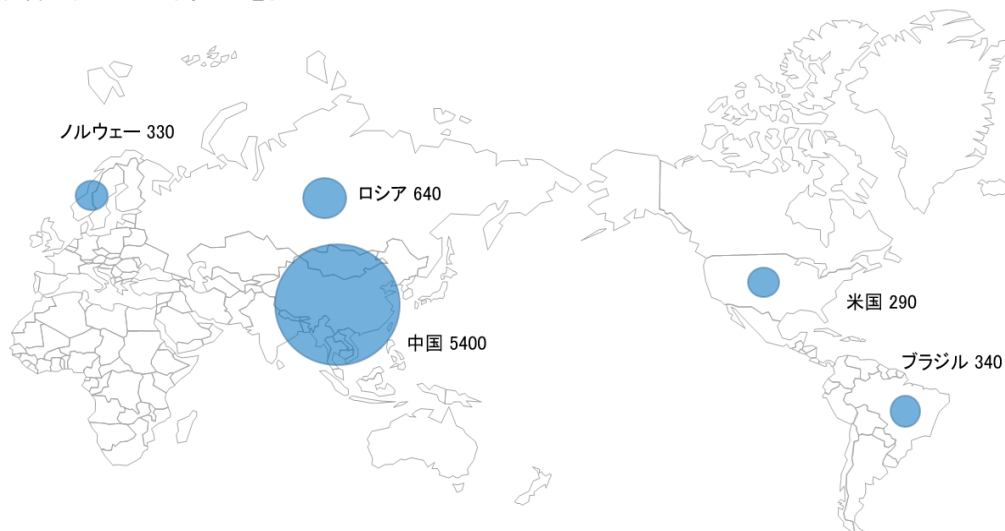
国別金属シリコン需要量(合計 2,727 純分千 t)



【世界の主要シリコン(シリコンアロイ(FeSi など)、低純度金属シリコン(4N 以下))生産国】

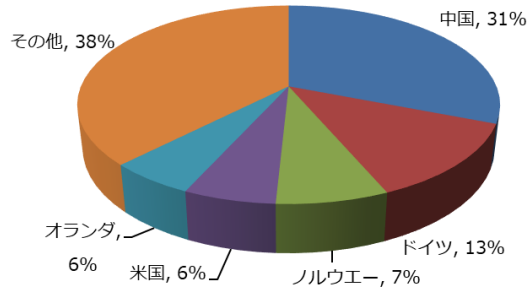
国名、国別生産量(純分千 t、2020年間値)、出典:USGS2021

中国が世界生産量の6割以上を占めている

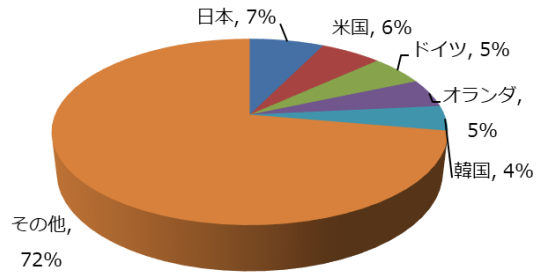


【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

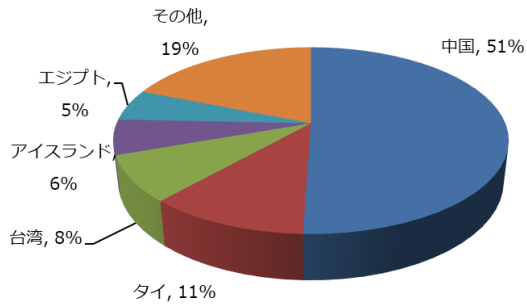
■世界 シリカ(二酸化ケイ素) 主要輸入国
(2020年合計 1,672 マテリアル千t; その他:10カ国以上含む)



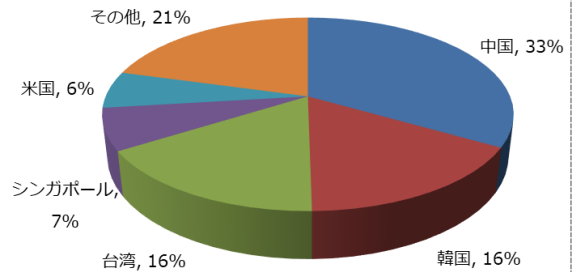
■世界 シリカ(二酸化ケイ素) 主要輸出国
(2020年合計 1,970 マテリアル千t)



■日本 シリカ(二酸化ケイ素) 主要輸入相手国
(2020年合計 67,247 純分t)



■日本 シリカ(二酸化ケイ素) 主要輸出相手国
(2020年合計 18,507 純分t)



【鉱石から製品まで】 出典:財務省貿易統計

1.特性・用途

ケイ素(Siliconシリコン)は、酸素に次いで地殻中に2番目に多い元素で、資源量・埋蔵量は非常に多く、主成分は、二酸化ケイ素(シリカ、 SiO_2)で自然界では石英等の形で珪砂・珪石等の砂や鉱石として存在し、古くから研磨剤や耐火材、ガラスの原料として使用されている。

<シリカ(二酸化ケイ素):フェロシリコン(FeSi)、シリコマンガン(SiMn)、炭化ケイ素>

珪石の用途は、ケイ素を合金材料として使うため、鋼材の添加剤として鉄源に珪石や炭素材を加えて電気炉で処理する。例えば製鉄工程で電気炉において鉄1tあたり約4kgのケイ素が使用される等フェロシリコンやシリコマンガンの鉄鋼材料や建材、土木用材料などに利用されている。また、ケイ素合金として製鉄の脱酸素剤にも用いられる。ケイ素鋼板は、うず電流による損失が少なくなるため変圧器などに使われている。また鉛レス黄銅にもケイ素が添加されている。

珪砂は鑄造用、建材用、研磨用(サンドブラスト)、流動床炉用流動媒体、耐火物原料、窯業、絶縁体、製鋼用などの用途がある。日本でも各地で珪石・珪砂が得られたが、輸入鉱石に押されて多くの鉱山が閉山した。

愛知県、山形県などで産出され、日本産は、ガラスの原料として使われているが、全体としては不純物のより少ない海外産に依存している状況となっている。

また、珪石・珪砂を原料とした湿式シリカと呼ばれるものがある。湿式シリカの用途は、表面シラノール基が多いことを特徴として、樹脂の透明性・耐水性・補強性を改良する目的で使用される。例えば、ホワイトカーボンと呼ばれるタイヤゴムの充填剤等がある。

炭化ケイ素は、炭素原料(C)とケイ素原料(Si)を混合したものを電気炉に詰め、直接通電して製造される黒色のセラミックスで、他のファインセラミックスと比べ高温域(1000℃以上)での機械強度の低下が小さく、耐摩耗性の高い材料で、耐食性に優れ、耐火材や研磨・研削材として利用されている。

<金属シリコン:多結晶シリコン、単結晶シリコン>

ケイ素の重要な用途として、原料が金属シリコンである半導体や太陽電池などの電子材料、また種々のシリコーン(Silicone:ケイ素樹脂)がある。

金属シリコンは、珪石(SiO_2)¹を還元、精製して、ケイ素の純度を高めたものである。低純度金属シリコンは、アルミ合金の添加材として使われる。半導体や太陽電池グレード用には、金属シリコンを塩素化してトリクロロシラン(SiHCl_3)を生成、精製したガスを水素還元して高純度金属シリコンを得る。

高純度金属シリコン(具体的には多結晶シリコン²)の製造工程からガス状物質の四塩化ケイ素(Silicon tetrachloride; STC)が副生される。これを蒸留精製した高純度四塩化ケイ素は、合成石英ガラスの原料となる。合成石英ガラスは、金属不純物が少なく、光透過性が高いことから、光ファイバーや半導体製造時のフォトマスクなどに使われる。さらに、四塩化ケイ素ガスを酸水素炎中で高温加水分解させて製造(燃焼法)した微粉末が乾式シリカである。乾式シリカは、工業用材料として、ゴムの補強剤、塗料等の粘度調整剤、半導体ウエハの研磨剤(CMP、ケミカルメカニカルポリッシング)、医薬品添加剤、農薬・肥料等のフィラーなどの用途がある。乾式シリカは、燃焼法の他にアーク法でも製造されている。

シリコーンは、金属シリコンを塩化メチルと加熱反応させ、その反応物を蒸留によって精製・製造する。得られた製造品は、シラン類(シロキサン:Si-O-Si結合(シロキサン結合)を保有するシランの重合体)を、加水分解あるいは重合させ、また反応精製することで、様々な形態のシリコーンが得られ、潤滑油、シーラント、コーティング材、食品、化粧品などの様々な用途がある。

¹珪石:カルシウムやアルミニウムなどの不純物の少ないものが求められており、限られた地域でのみ採掘されている。

珪石からフェロシリコンやシリコマンガ、また金属シリコンを得るには電気炉において大量の電力を消費すること、発生する不純物の処理なども必要であることから、現在では、ボーキサイトからのアルミの製造と同様に、電力の安価なところで還元し、フェロシリコン、シリコマンガ、金属シリコンとして輸入している。シリコマンガは、国内でも生産されている。

²多結晶シリコンは、単結晶シリコンを製造する過程で発生したシリコンの残りやパソコン用のIC端材などを集め、熱で溶かしたものを鋳型に入れて固める「キャスト法」によって製造される。単結晶シリコンはシリコンの原子が規則正しく並んでいるため発電量を左右する変換効率が高いのに対し、多結晶シリコンはシリコンの原子がつぎはぎにつながっているため電気エネルギーが移動しにくく、変換効率が低いとされている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

表 2-1 世界のシリコン(シリコンアロイ(FeSi など)、低純度金属シリコン(4N 以下))生産量

単位:純分千t

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比
中国	4,780	5,050	5,200	5,500	5,000	5,000	4,800	4,800	5,700	5,400	95%	68%
ロシア	647	733	733	700	747	750	750	600	610	640	105%	8%
ブラジル	225	225	230	154	117	110	110	220	340	340	100%	4%
ノルウェー	297	339	362	332	375	380	380	370	375	330	88%	4%
米国	326	383	365	373	411	348	405	430	310	290	94%	4%
フランス	164	174	130	130	121	120	120	140	130	130	100%	2%
マレーシア	-	-	-	-	68	82	110	140	150	130	87%	2%
南ア	142	132	84	84	84	85	85	-	96	96	100%	1%
アイスランド	78	75	75	75	75	79	79	83	88	87	99%	1%
ブータン	61	61	54	72	78	69	69	90	90	85	94%	1%
スペイン	-	-	-	81	81	81	75	69	66	66	100%	1%
ウクライナ	98	78	96	92	59	66	61	49	63	60	95%	1%
カナダ	50	55	60	52	54	51	51	57	57	57	100%	1%
インド	68	70	86	86	60	59	59	57	60	55	92%	1%
ベネズエラ	46	53	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他	388	342	357	379	300	310	280	295	275	234	85%	3%
合計	7,370	7,770	7,880	8,110	7,630	7,590	7,434	7,400	8,410	8,000	95%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries SILICON」World Production 2020

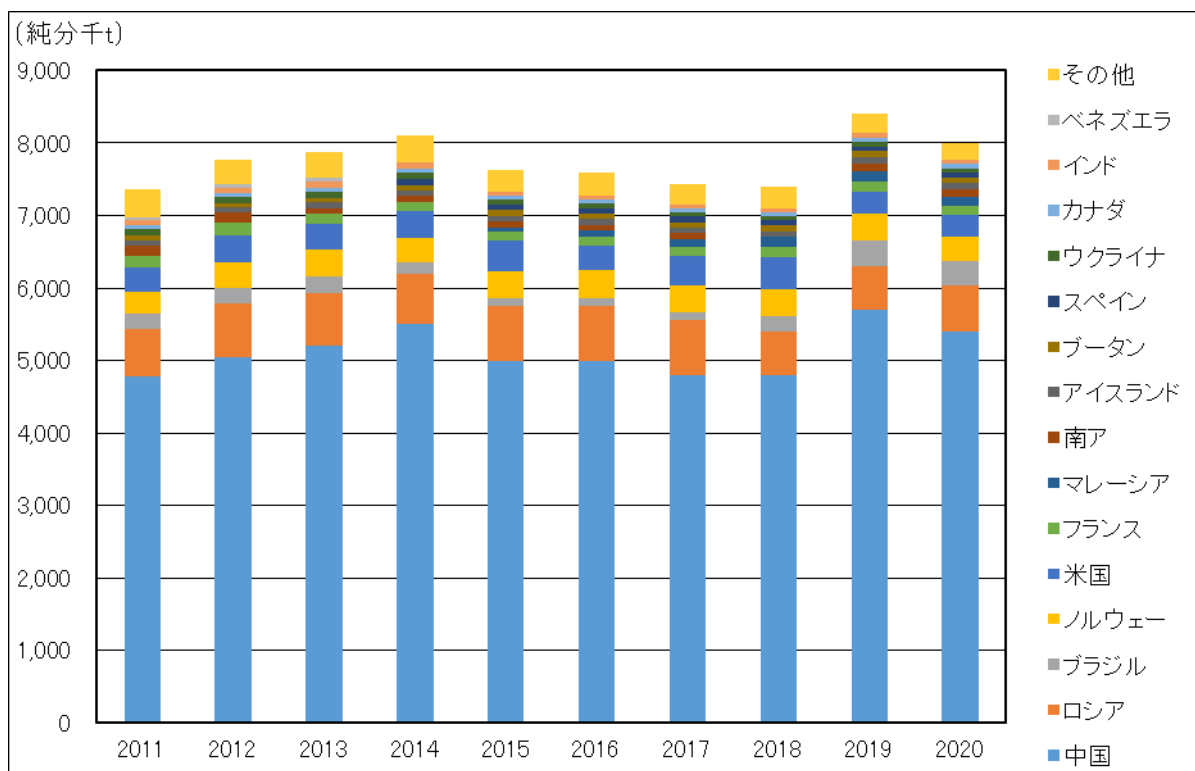


図 2-1 世界のシリコン生産量

2-2.国内の需給動向

表 2-2 ケイ素の国内需給

単位:純分t

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比
供給											
輸入 ¹⁾	804,193	695,753	676,114	749,597	686,622	677,194	741,073	801,157	733,006	617,554	84%
合計	804,193	695,753	676,114	749,597	686,622	677,194	741,073	801,157	733,006	617,554	84%
内需											
金属シリコン※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
高純度多結晶シリコン	12,133	10,964	8,000	7,263	8,855	9,774	10,748	10,856	-	-	-
うち高純度単結晶シリコン	8,454	7,869	7,132	8,506	8,760	9,127	9,985	10,962	10,296	10,462	102%
シリコーン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アルミ添加剤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
製鋼用FeSi消費	279,513	251,451	258,175	266,636	247,192	253,272	264,158	269,367	249,595	183,449	73%
製鋼用シリコマンガ消費	37,799	38,116	42,885	46,616	44,150	41,229	42,663	45,331	43,137	36,093	84%
炭化ケイ素※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
小計	329,445	300,532	309,059	320,515	300,197	304,276	317,569	325,553	303,029	230,004	76%
輸出 ¹⁾	59,532	48,489	57,611	51,371	51,367	54,653	62,658	56,148	51,992	47,815	92%
合計	382,408	344,191	361,841	366,525	346,263	353,130	374,261	381,701	355,021	277,820	78%
供給-需要	419,336	348,895	311,209	379,932	337,775	321,727	364,549	419,456	377,985	339,734	

出典: 1)財務省貿易統計

その他の統計は、経済産業省生産動態統計年報鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計、日本フェロアロイ協会資料

なお、2014年以降の製鋼用FeSi消費量については、2013年の特殊鋼生産量に対するFeSi消費量割合を、2014年以降の特殊鋼生産量に乗じて算出している。

輸出入にはシリカ、金属シリコン(高純度金属シリコン(多結晶シリコン、単結晶シリコン)、低純度金属シリコン、合金鉄(FeSi、シリコマンガ)、炭化ケイ素、シリコンウエハが含まれる

純分換算率: 金属シリコン100%、FeSi75%、シリコマンガ15%、炭化ケイ素80%

※内需には、上記の表に示されたFeSiやシリコマンガなど鉄鋼向けの合金鉄需要以外にも、金属シリコンとしての半導体・太陽電池、樹脂、アルミ添加剤としての需要と、炭化ケイ素としての耐火・研削剤としての需要がある。しかし、金属シリコンの一部及び炭化ケイ素における国内需要に関しては公式的な統計がないため、上記の内需にはその分が計上されていない。

また、金属シリコンのうち、高純度単結晶シリコン需要分は、その原料となる高純度多結晶シリコンの需要分に含まれている。そのため、2018年以前の高純度単結晶シリコンの需要は、高純度多結晶シリコンの需要の内数とする。高純度多結晶シリコンの統計がない2019年以降は、高純度単結晶シリコンの需要を使う。

3 輸出入動向
3-1.輸出入動向

表 3-1 ケイ素の輸出入数量

単位:純分t

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比		
素材	シリカ (二酸化ケイ素)	輸入	46,846	42,757	43,896	46,459	43,779	42,315	46,126	55,498	75,011	67,247	90%	
		輸出	18,672	16,672	14,349	16,635	17,935	18,367	20,445	20,067	19,097	18,507	97%	
	金属シリコン	高純度 (4N以上)	輸入	25,175	20,976	20,614	24,849	21,824	31,887	28,635	27,093	18,361	14,992	82%
			輸出	11,825	12,782	15,024	13,761	11,618	13,357	18,290	13,665	12,737	11,970	94%
		多結晶	輸入	19,666	17,996	16,192	20,500	17,854	26,320	22,062	22,672	14,428	13,196	91%
			輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		単結晶	輸入	5,509	2,980	4,423	4,349	3,970	5,567	6,573	4,421	3,933	1,796	46%
			輸出	11,825	12,782	15,024	13,761	11,618	13,357	18,290	13,665	12,737	11,970	94%
	低純度 (4N未満)	輸入	228,711	182,805	169,925	189,639	188,471	181,299	206,487	229,535	190,777	186,725	98%	
		輸出	527	753	11,490	1,224	2,477	2,080	1,345	1,152	978	1,432	147%	
	小計		輸入	253,886	203,781	190,539	214,487	210,295	213,186	235,122	283,721	227,500	216,710	95%
			輸出	12,351	13,535	26,514	14,985	14,095	15,438	19,634	14,817	13,714	13,403	98%
	合金鉄	FeSi	輸入	379,657	361,400	349,232	382,821	337,695	323,858	355,146	351,339	329,754	252,782	77%
			輸出	7,269	6,611	6,276	6,588	6,761	7,788	7,944	8,534	7,169	4,871	68%
シリコマンガ ン		輸入	38,011	37,249	42,492	45,622	39,424	39,399	39,817	44,025	42,008	35,865	85%	
		輸出	12.0	7.5	9.9	12.5	8.3	11.7	6.5	6.3	7.1	8.9	127%	
炭化ケイ素	輸入	83,344	47,900	46,891	57,068	52,844	56,098	62,598	64,266	56,445	42,686	76%		
	輸出	14,659	6,833	5,633	7,791	7,266	7,250	8,662	6,417	5,894	5,060	86%		
製品	シリコンウエハ	輸入	2,448	2,667	3,063	3,140	2,585	2,338	2,263	2,308	2,288	2,264	99%	
		輸出	6,569	4,830	4,830	5,360	5,302	5,799	5,966	6,307	6,111	5,966	98%	
合計		輸入	804,193	695,753	676,114	749,597	686,622	677,194	741,073	801,157	733,006	617,554	84%	
		輸出	59,532	48,489	57,611	51,371	51,367	54,653	62,658	56,148	51,992	47,815	92%	
		輸入-輸出	744,661	647,264	618,502	698,227	635,255	622,542	678,415	745,009	681,014	569,739	84%	

出典:財務省貿易統計

純分換算率:シリカ(二酸化ケイ素)47%、金属シリコン100%、FeSi75%、シリコマンガ15%、炭化ケイ素80%、シリコンウエハ100%

※素材はシリカ(二酸化ケイ素)、金属シリコン(多結晶シリコン、単結晶シリコン、低純度4N以下シリコン)、FeSi、シリコマンガ、炭化ケイ素による。

※製品はシリコンウエハ(用途は半導体、太陽光パネルなど)

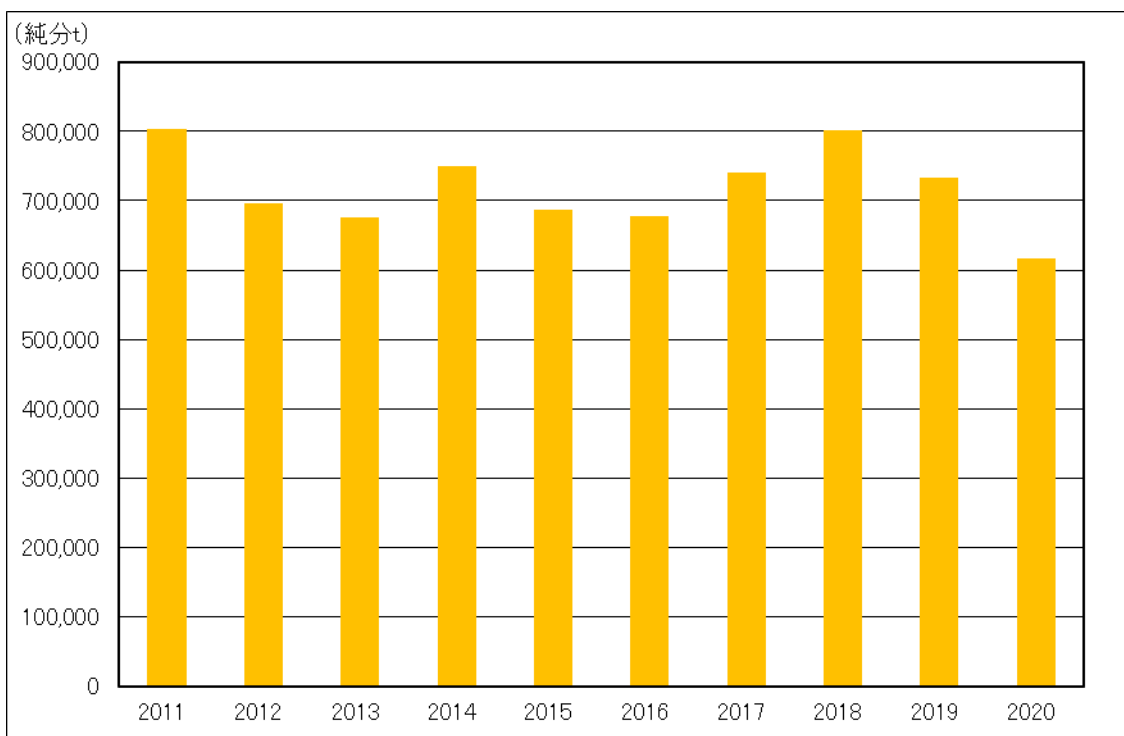


図 3-1-1 ケイ素の輸入数量

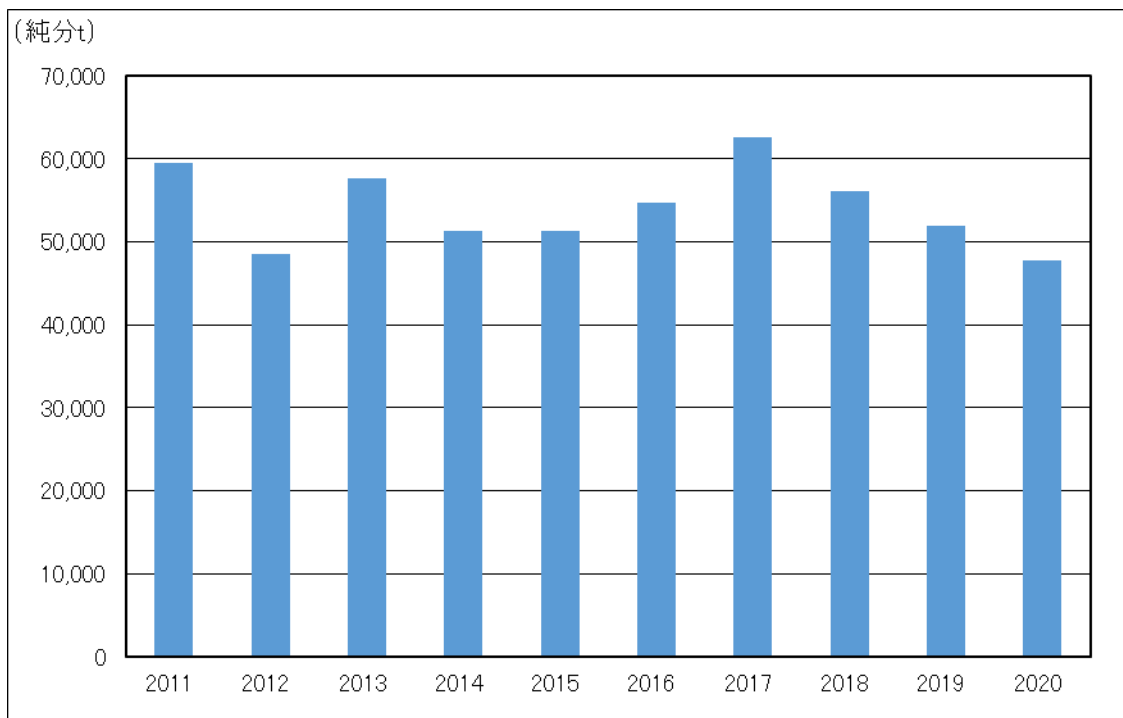


図 3-1-2 ケイ素の輸出数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1. シリカ(二酸化ケイ素)

表 3-2-1 シリカ(二酸化ケイ素)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	中国	23,915	24,224	27,644	29,012	27,911	27,603	28,607	28,617	35,999	33,980	94%	51%
	タイ	4,873	4,857	4,502	4,672	5,277	3,314	4,628	5,581	6,818	7,462	109%	11%
	台湾	5,190	4,803	5,600	6,088	6,315	8,033	8,674	8,298	6,892	5,365	78%	8%
	韓国	6,765	3,998	1,390	2,385	1,698	717	1,585	3,677	4,292	3,191	74%	5%
	インドネシア	436	425	534	404	435	572	664	607	548	599	109%	1%
	その他	5,667	4,449	4,226	3,898	2,143	2,076	1,968	8,719	20,463	16,651	81%	25%
	合計	46,846	42,757	43,896	46,459	43,779	42,315	46,126	55,498	75,011	67,247	90%	100%
輸出	中国	6,008	5,348	4,620	5,539	6,180	7,052	7,832	7,926	7,106	6,165	87%	33%
	韓国	3,472	3,017	2,664	2,650	2,854	2,640	2,663	2,625	3,164	3,040	96%	16%
	台湾	2,973	2,422	2,201	3,101	3,504	2,806	2,750	2,993	2,697	3,027	112%	16%
	シンガポール	858	817	737	882	901	1,122	1,216	1,198	1,145	1,294	113%	7%
	米国	1,038	1,111	1,101	1,145	1,053	938	965	1,221	1,305	1,146	88%	6%
	タイ	691	783	636	710	888	997	1,153	734	847	1,125	133%	6%
	マレーシア	1,476	1,272	864	706	773	907	1,296	1,108	944	1,044	111%	6%
	ベトナム	158	160	142	221	274	544	912	518	470	403	86%	2%
	その他	1,999	1,742	1,384	1,680	1,508	1,361	1,657	1,744	1,418	1,263	89%	7%
	合計	18,672	16,672	14,349	16,635	17,935	18,367	20,445	20,067	19,097	18,507	97%	100%

出典:財務省貿易統計

純分換算率:シリカ(二酸化ケイ素)47%

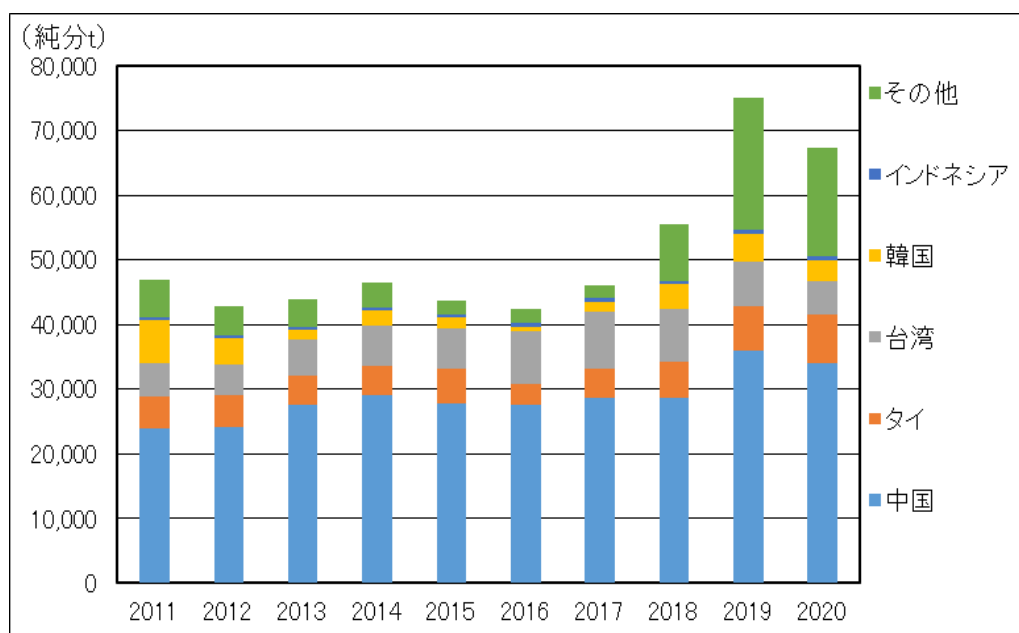


図 3-2-1-1 シリカ(二酸化ケイ素)の輸入相手国

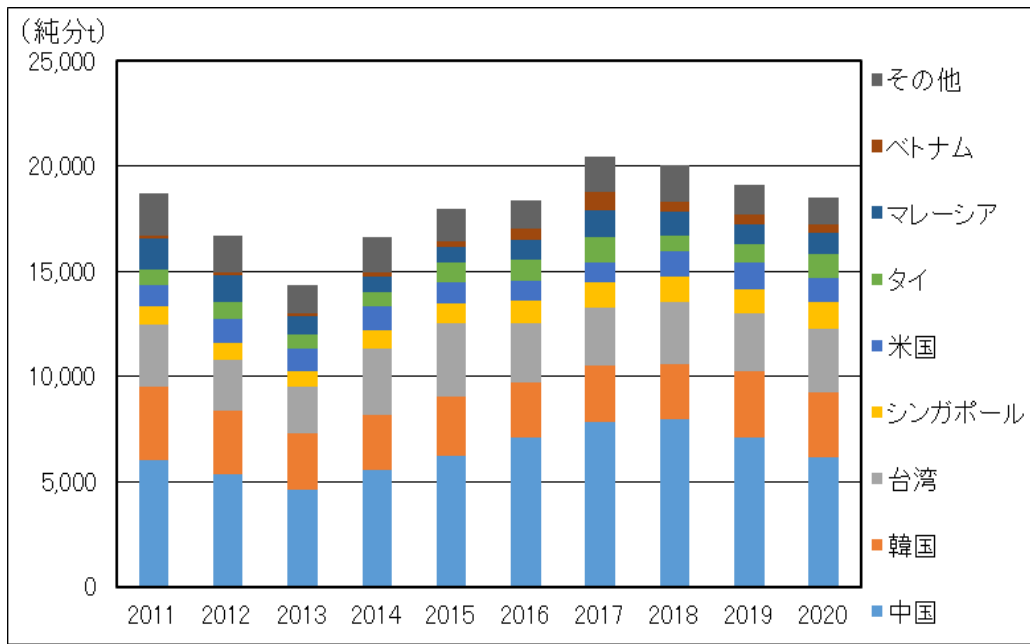


図 3-2-1-2 シリカ(二酸化ケイ素)の輸出相手国

3-2-2. 多結晶シリコン

表 3-2-2 多結晶シリコンの輸入相手国

単位: 純分t

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比	
輸入	米国	12,131	12,515	10,891	13,345	10,971	16,680	16,095	16,801	8,082	8,187	101%	62%
	ドイツ	3,076	3,361	3,121	3,591	3,385	4,521	1,607	2,404	2,628	3,180	121%	24%
	台湾	244	30	1,469	2,241	2,761	4,077	3,724	2,092	2,656	1,701	64%	13%
	韓国	1,915	1,369	14	180	60	564	283	1,251	1,048	18	2%	0%
	中国	232	4	242	93	16	461	235	15	14	110	797%	1%
	シンガポール	2	2	0	0	0	8	115	84	-	-	-	-
	その他	2,066	715	455	1,050	661	9	3	25	1	1	131%	0%
	合計	19,666	17,996	16,192	20,500	17,854	26,320	22,062	22,672	14,428	13,196	91%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 金属シリコン100%

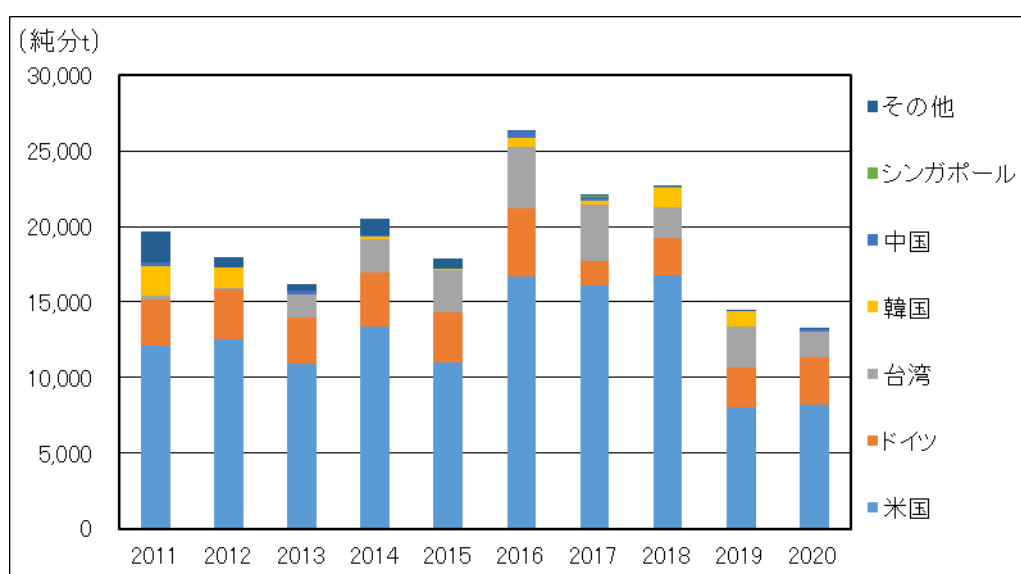


図 3-2-2 多結晶シリコンの輸入相手国

3-2-3. 単結晶シリコン

表 3-2-3 単結晶シリコンの輸入相手国

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	単位:純分t	
												20/19比	構成比
輸 入	米国	2,546	899	1,668	1,727	1,268	3,647	5,152	2,698	3,083	976	32%	54%
	台湾	448	667	666	430	661	547	516	522	549	523	95%	29%
	中国	1,046	819	946	860	817	393	327	281	152	166	109%	9%
	ドイツ	31	120	763	820	436	254	49	556	11	18	162%	1%
	韓国	1,146	286	182	227	261	276	129	70	59	12	20%	1%
	ノルウェー	48	4	10	150	299	264	317	196	1	1	271%	0%
	その他	244	188	186	134	228	186	83	98	77	101	131%	6%
	合計	5,509	2,982	4,423	4,349	3,970	5,567	6,573	4,421	3,933	1,796	46%	100%

出典:財務省貿易統計
純分換算率:金属シリコン100%

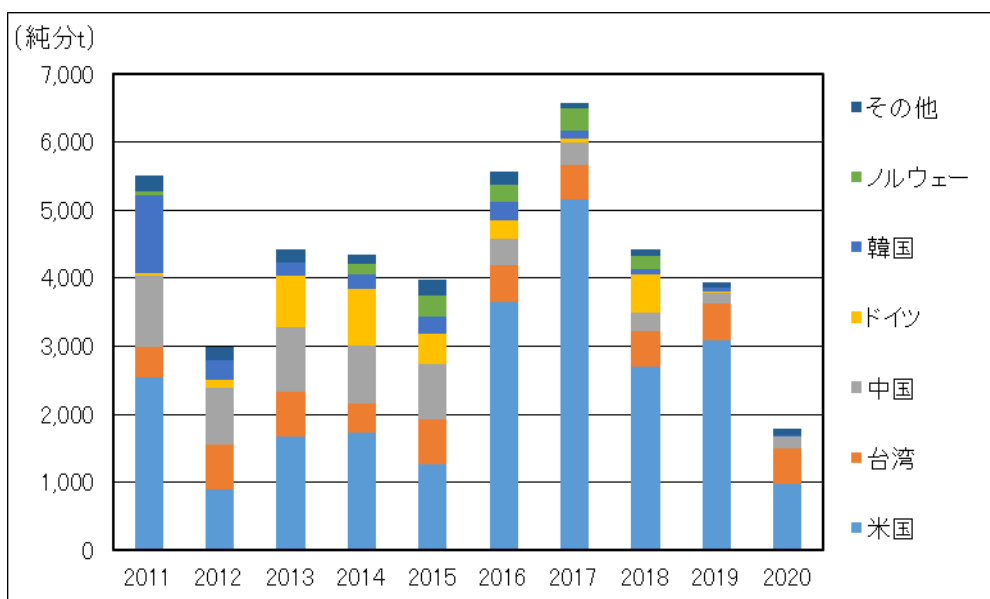


図 3-2-3 単結晶シリコンの輸入相手国

3-2-4.低純度金属シリコン

表 3-2-4 低純度金属シリコンの輸出入相手国

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	単位:純分t		
												20/19比	構成比	
輸入	中国	196,470	147,857	151,294	180,535	177,830	164,934	190,081	204,908	159,000	147,706	93%	79%	
	ノルウェー	10,354	9,392	5,061	4,175	5,201	5,263	6,140	5,534	9,474	16,785	177%	9%	
	ブラジル	10,567	11,476	4,940	1,980	1,000	4,560	4,560	8,880	9,440	10,740	114%	6%	
	豪州	1,719	1,794	612	211	2,614	4,931	4,338	5,976	7,457	7,487	100%	4%	
	マレーシア	-	-	-	0	60	200	16	-	1,020	2,369	232%	1%	
	タイ	521	3,241	2,300	4	254	200	47	353	2,207	862	39%	0%	
	スペイン	-	-	-	-	-	0	20	120	40	260	650%	0%	
	フランス	760	800	881	964	354	140	60	132	120	200	167%	0%	
	韓国	2	206	1	83	193	221	500	840	407	189	46%	0%	
	ラオス	120	260	140	100	-	-	300	2,160	200	40	20%	0%	
	台湾	1	61	100	60	74	40	43	0	-	8	-	0%	
	ドイツ	75	98	88	66	74	124	80	13	0	0	98%	0%	
	南アフリカ	4,440	4,504	3,360	1,400	700	660	300	600	1,335	-	-	-	
	その他	3,682	3,116	1,148	61	117	26	3	19	77	77	101%	0%	
		合計	228,711	182,804	169,926	189,639	188,471	181,299	206,487	229,535	190,777	186,725	98%	100%
	輸出	ポーランド	0	2	144	648	1,296	1,026	989	774	756	990	131%	69%
中国		184	197	417	11	12	22	24	26	5	191	3,697%	13%	
台湾		15	90	91	128	361	715	118	166	80	100	126%	7%	
米国		60	174	148	45	41	24	69	45	32	28	88%	2%	
タイ		44	18	37	43	19	24	23	24	18	22	125%	2%	
ドイツ		25	-	10	35	14	10	10	10	10	10	100%	1%	
韓国		120	47	26	78	273	23	5	10	1	1	59%	0%	
インドネシア		2	-	1	2	8	5	2	1	1	1	100%	0%	
オランダ		22	41	7	104	44	58	55	40	18	-	-	-	
イタリア		-	158	281	98	209	168	47	50	-	-	-	-	
アラブ首長国連邦		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
その他		56	26	10,329	33	200	5	1	7	57	89	156%	6%	
		合計	527	753	11,490	1,224	2,477	2,080	1,345	1,152	978	1,432	147%	100%

出典:財務省貿易統計

純分換算率:金属シリコン100%

2013年その他の輸用量が一時的に増加したのは、マレーシアへの輸出が無いため。(国内大手メーカーの海外工場立ち上げで日本より原料を輸出した。)

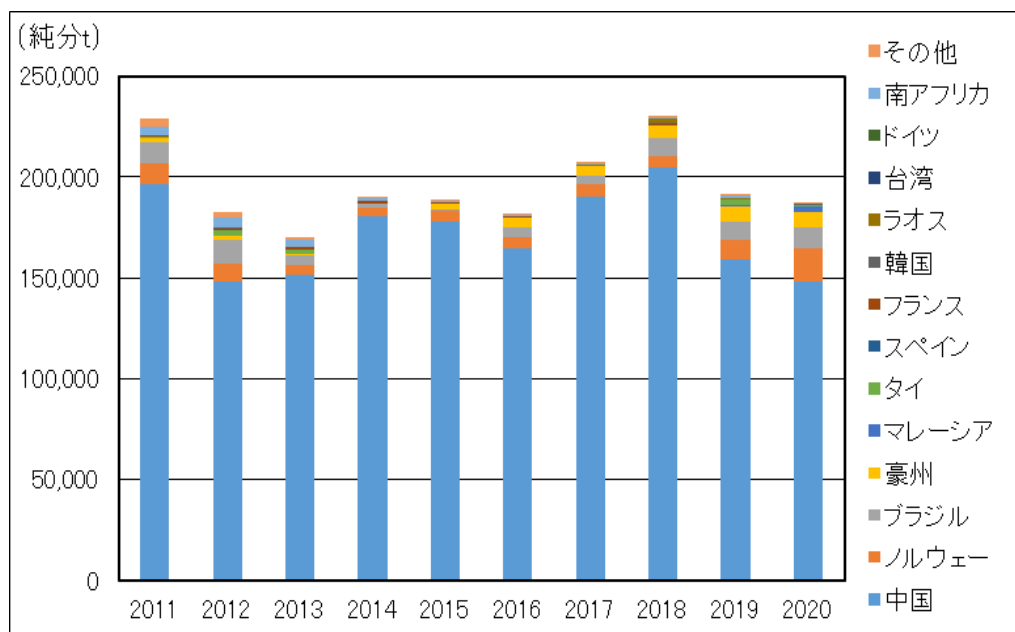


図 3-2-4-1 低純度金属シリコンの輸入相手国

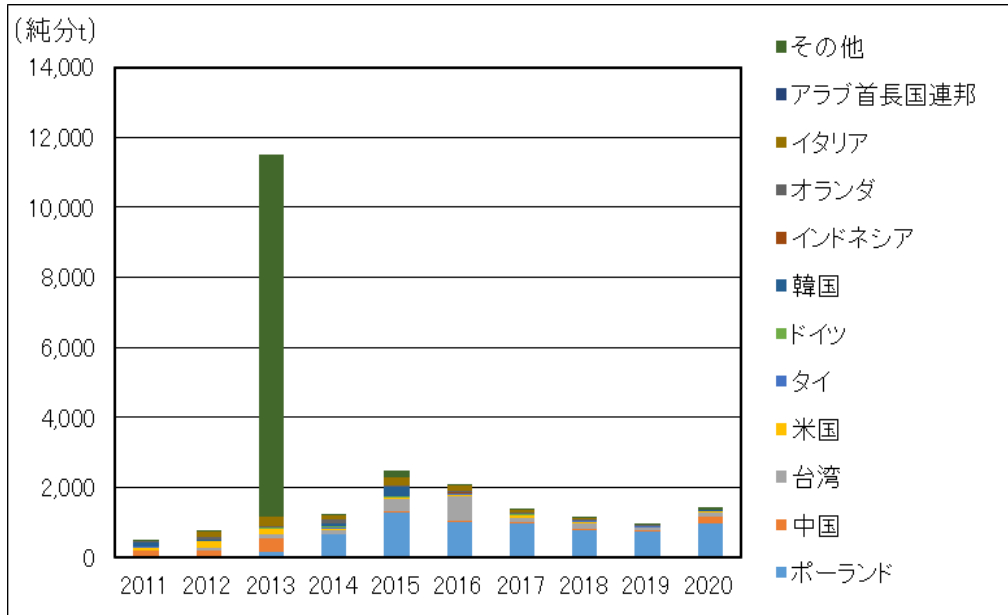


図 3-2-4-2 低純度金属シリコンの輸出相手国

3-2-5.炭化ケイ素

表 3-2-5 炭化ケイ素の輸出入相手国

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	79,557	45,295	45,153	54,692	49,242	50,846	57,787	57,138	50,312	37,052	74%	87%
	ベトナム	32	96	24	298	1,579	3,116	2,102	4,041	3,802	4,055	107%	9%
	ノルウェー	553	162	225	363	618	452	555	1,039	817	615	75%	1%
	スペイン	433	397	405	475	440	422	422	422	372	280	75%	1%
	ブラジル	399	377	318	424	224	186	268	478	269	185	69%	0%
	ドイツ	456	243	269	352	336	401	350	371	392	154	39%	0%
	米国	199	206	138	186	149	193	194	183	194	144	74%	0%
	ロシア	114	-	-	-	0	160	736	452	112	104	93%	0%
	インド	187	116	67	148	164	164	109	58	58	46	81%	0%
	イタリア	-	-	-	-	-	0	74	-	-	-	-	-
	その他	1,414	1,008	293	131	91	158	2	83	118	50	42%	0%
合計	83,344	47,900	46,891	57,068	52,844	56,098	62,598	64,266	56,445	42,686	76%	100%	
輸出	ハンガリー	1,672	1,595	1,732	2,926	3,982	3,460	3,248	2,032	1,977	1,760	89%	35%
	メキシコ	-	-	-	3	67	846	1,313	1,361	1,401	873	62%	17%
	米国	1,626	767	457	450	365	339	514	791	608	517	85%	10%
	韓国	4,013	1,913	966	1,401	809	429	469	331	448	421	94%	8%
	台湾	724	229	240	416	181	108	136	96	99	402	406%	8%
	中国	152	210	282	147	159	252	253	301	190	192	101%	4%
	マレーシア	960	414	246	226	262	218	381	292	222	152	68%	3%
	ポーランド	1,549	1,063	1,220	1,694	944	1,123	1,644	449	271	96	35%	2%
	その他	3,963	641	490	527	496	474	705	763	678	646	95%	13%
	合計	14,659	6,833	5,633	7,791	7,266	7,250	8,662	6,417	5,894	5,060	86%	100%

出典: 財務省貿易統計
純分換算率: 炭化ケイ素80%

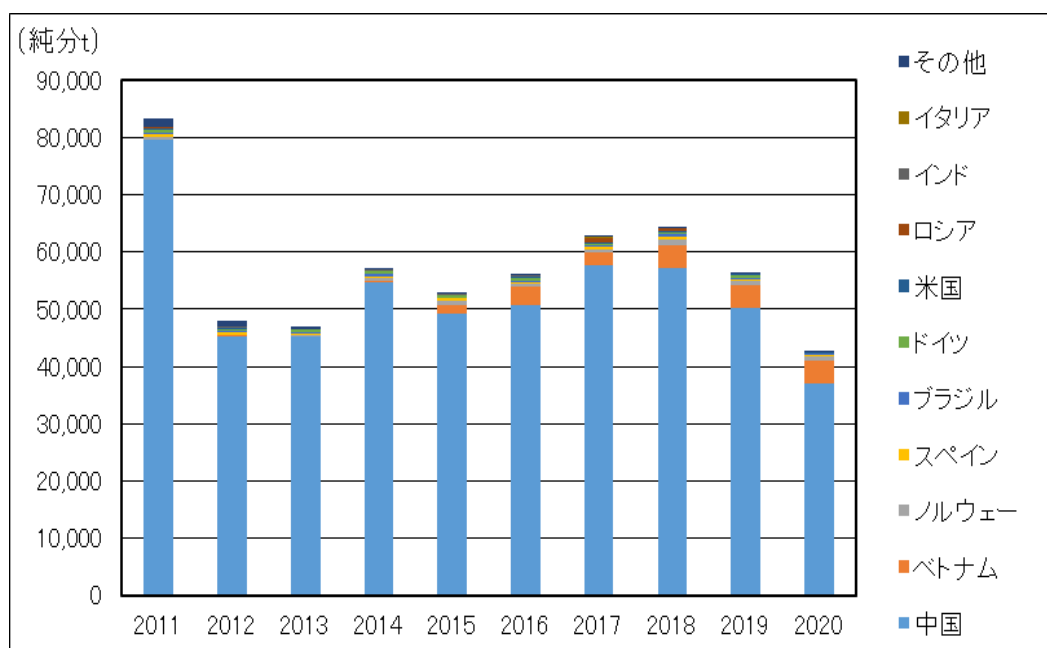


図 3-2-5-1 炭化ケイ素の輸入相手国

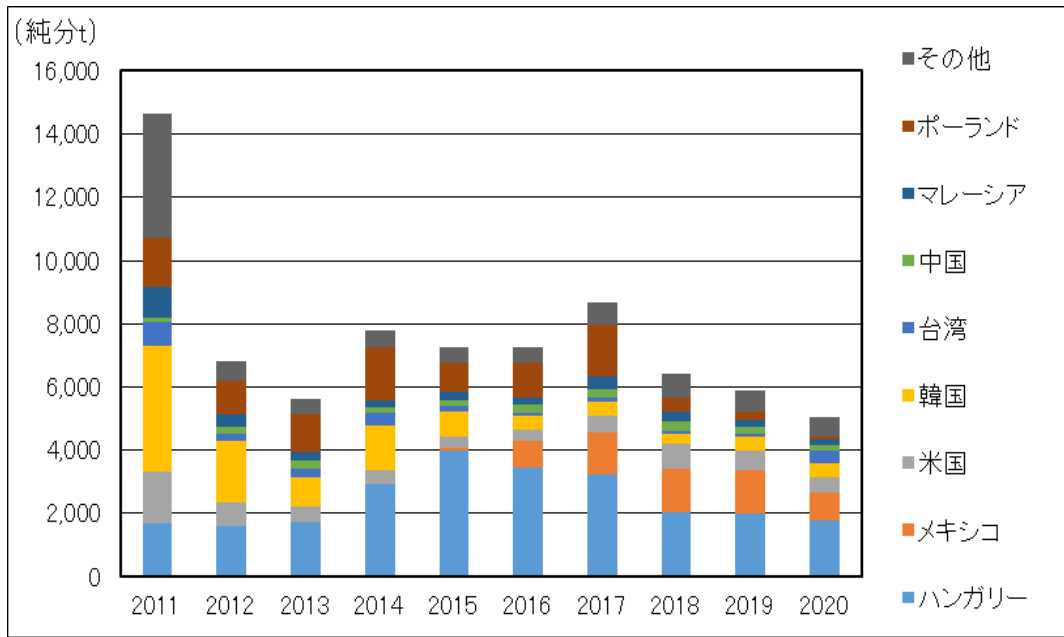


図 3-2-5-2 炭化ケイ素の輸出相手国

3-2-6 フェロシリコン(FeSi)

表 3-2-6 フェロシリコンの輸出入相手国

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比
輸入	ロシア	65,007	68,818	83,142	80,992	76,479	104,228	99,341	98,736	100,500	83,962	84%	33%
	中国	233,029	212,478	200,144	223,373	189,519	129,014	141,702	140,163	101,250	56,167	55%	22%
	マレーシア	-	-	-	211	7,239	33,130	46,919	51,499	58,832	44,364	75%	18%
	ブラジル	47,062	46,884	37,778	45,330	34,595	30,992	36,038	35,100	46,156	38,607	84%	15%
	ノルウェー	8,095	4,955	3,951	5,616	9,285	8,072	8,652	5,992	5,186	9,347	180%	4%
	アイスランド	8,041	4,821	7,531	7,813	8,214	10,131	11,284	11,223	10,847	6,029	56%	2%
	フランス	3,599	3,265	1,515	1,791	1,755	880	2,605	2,576	2,786	1,881	68%	1%
	台湾	447	3,094	1,615	1,968	3,052	4,215	4,863	2,907	155	928	598%	0%
	タイ	-	-	548	-	166	752	1,487	1,886	2,089	903	43%	0%
	その他	14,377	17,084	13,008	15,726	7,390	2,444	2,254	1,258	1,954	10,595	542%	4%
	合計	379,657	361,400	349,232	382,821	337,695	323,858	355,146	351,339	329,754	252,782	77%	100%
輸出	タイ	3,540	3,604	3,512	3,625	3,321	3,444	3,260	3,724	3,046	2,017	66%	41%
	韓国	1,187	619	731	534	1,554	2,069	1,441	1,680	1,854	1,125	61%	23%
	インドネシア	1,107	1,157	844	1,187	735	1,049	1,714	1,407	951	590	62%	12%
	台湾	462	430	558	662	535	600	747	681	445	481	108%	10%
	シンガポール	450	390	450	390	360	360	330	375	315	285	90%	6%
	ベトナム	98	57	43	54	123	116	173	363	239	184	77%	4%
	ロシア	-	-	-	-	15	0	135	151	151	60	40%	1%
	その他	426	354	138	136	118	150	143	153	168	130	78%	3%
	合計	7,269	6,611	6,276	6,588	6,761	7,788	7,944	8,534	7,169	4,871	68%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：フェロシリコン75%

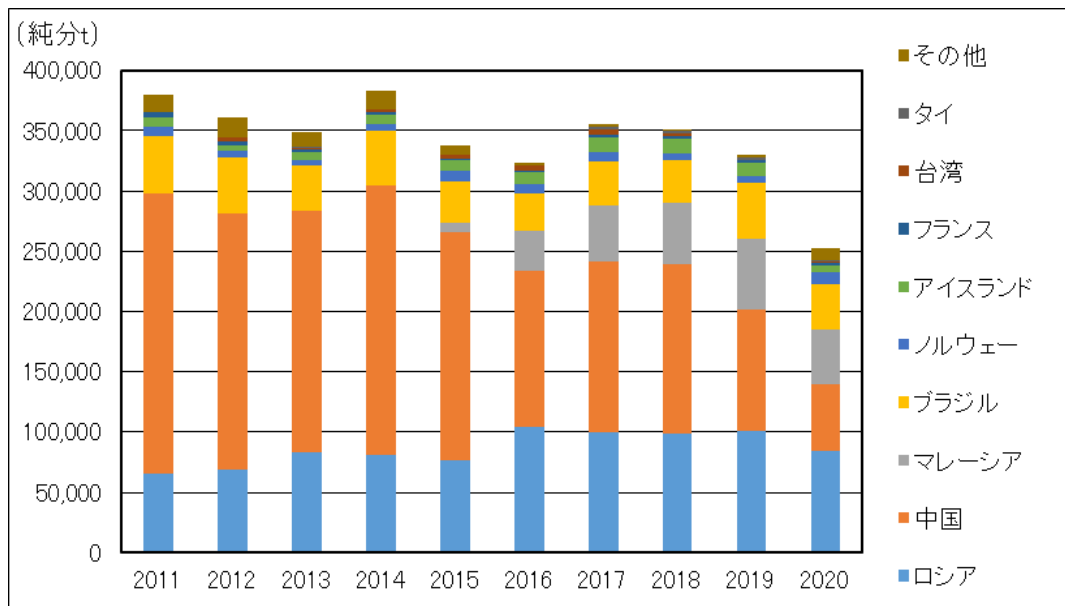


図 3-2-6-1 フェロシリコンの輸入相手国

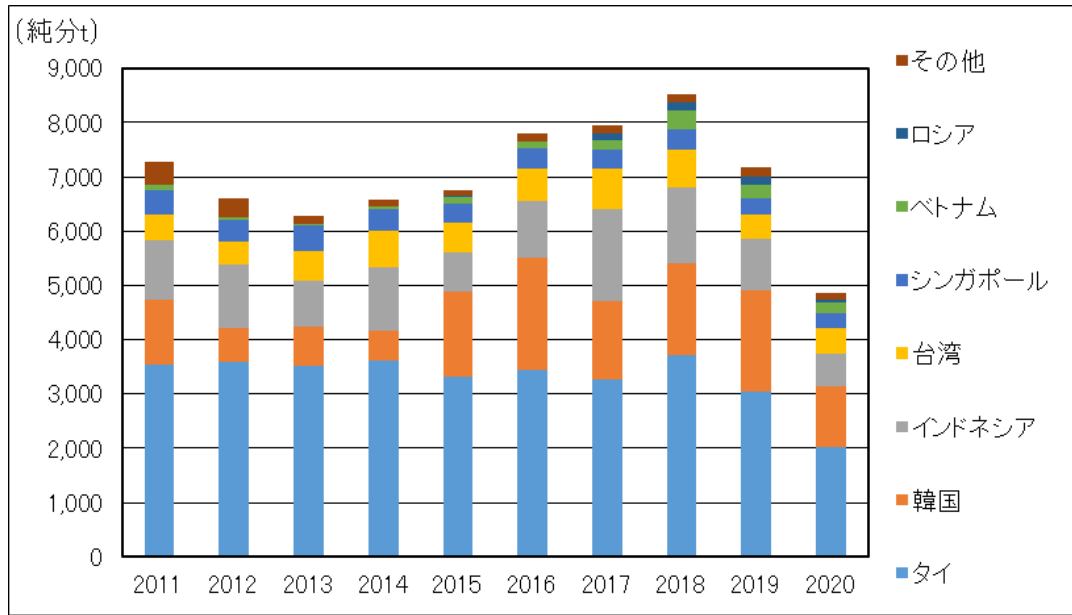


図 3-2-6-2 フェロシリコンの輸出相手国

3-2-7.シリコマンガン(SiMn)

表 3-2-7 シリコマンガンの輸出入相手国

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	単位: 純分t	
												20/19比	構成比
輸入	インド	19,309	21,265	24,893	24,683	19,413	15,903	15,999	16,996	14,785	12,551	85%	35%
	ベトナム	1,722	2,394	4,520	6,441	7,394	7,667	7,742	8,376	8,510	7,667	90%	21%
	マレーシア	-	-	-	-	-	225	3,501	6,891	8,704	6,220	71%	17%
	豪州	532	292	123	730	2,714	3,979	4,889	3,872	2,246	3,603	160%	10%
	カザフスタン	6,474	6,283	6,711	6,256	5,585	4,935	4,762	4,613	4,027	2,499	62%	7%
	ガボン	-	-	-	-	569	645	657	1,806	1,761	1,839	104%	5%
	ウクライナ	3,198	1,236	1,587	2,902	554	1,780	277	395	489	400	82%	1%
	韓国	3,225	3,194	1,919	1,078	812	1,039	245	24	33	225	682%	1%
	ノルウェー	-	-	-	-	60	105	197	183	270	135	50%	0%
	中国	924	263	36	0	-	-	-	-	-	102	-	0%
	南アフリカ	629	83	66	541	564	1,494	596	305	405	75	19%	0%
	ザンビア	-	-	-	-	1,314	157	322	198	189	-	-	-
	その他	1,999	2,238	2,638	2,990	444	1,470	630	365	590	550	93%	2%
	合計	38,011	37,249	42,492	45,622	39,424	39,399	39,817	44,025	42,008	35,865	85%	100%
輸出	台湾	11	7	9	12	6	8	5.7	5.7	6.3	8.6	136%	96%
	タイ	1	0	1	1	1	0.6	0.8	0.6	0.6	0.4	63%	4%
	その他	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	-	-
	合計	12	8	10	13	8	12	6.5	6.3	7.1	8.9	127%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: シリコマンガン15%

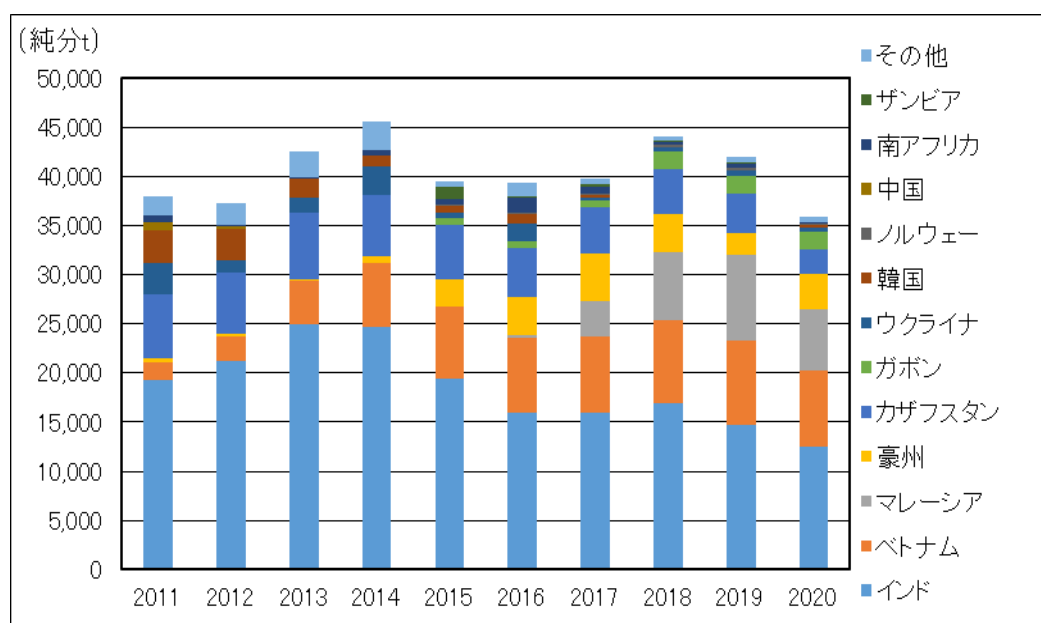


図 3-2-7 シリコマンガンの輸入相手国

3-2-8 シリコンウェハ

表 3-2-8 シリコンウェハの輸出入相手国

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比
輸入	韓国	272	426	617	499	473	582	395	427	427	412	97%	18%
	中国	385	490	652	711	341	307	348	311	465	709	152%	31%
	台湾	273	625	909	908	863	636	610	582	548	368	67%	16%
	シンガポール	101	104	112	155	164	137	133	142	62	94	150%	4%
	フランス	81	48	48	72	69	76	99	109	134	108	81%	5%
	ドイツ	214	225	262	239	246	145	143	114	89	89	100%	4%
	米国	443	471	298	364	331	315	388	471	451	405	90%	18%
	その他	680	278	165	193	98	140	147	153	112	80	71%	4%
	合計	2,448	2,667	3,063	3,140	2,585	2,338	2,263	2,308	2,288	2,264	99%	100%
	輸出	韓国	1,558	1,142	1,078	1,085	1,073	1,088	1,137	1,358	1,376	1,332	97%
中国		747	415	337	407	447	604	864	826	986	986	100%	17%
台湾		1,874	1,463	1,543	1,782	1,587	1,865	1,990	1,965	1,906	1,872	98%	31%
シンガポール		252	278	289	363	368	332	387	370	323	399	124%	7%
フランス		163	126	113	94	116	114	152	222	245	173	71%	3%
ドイツ		315	151	312	247	206	211	218	216	198	144	73%	2%
米国		825	798	719	859	899	818	856	898	837	856	102%	14%
その他		836	457	438	523	606	766	364	453	240	205	85%	3%
合計		6,569	4,830	4,830	5,360	5,302	5,799	5,966	6,307	6,111	5,966	98%	100%

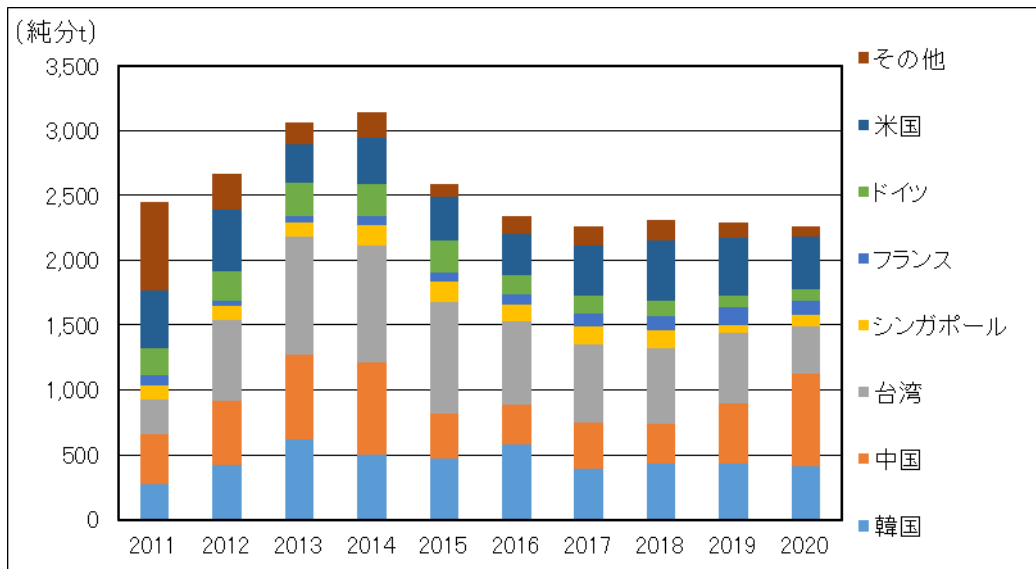


図 3-2-8-1 シリコンウェハの輸入相手国

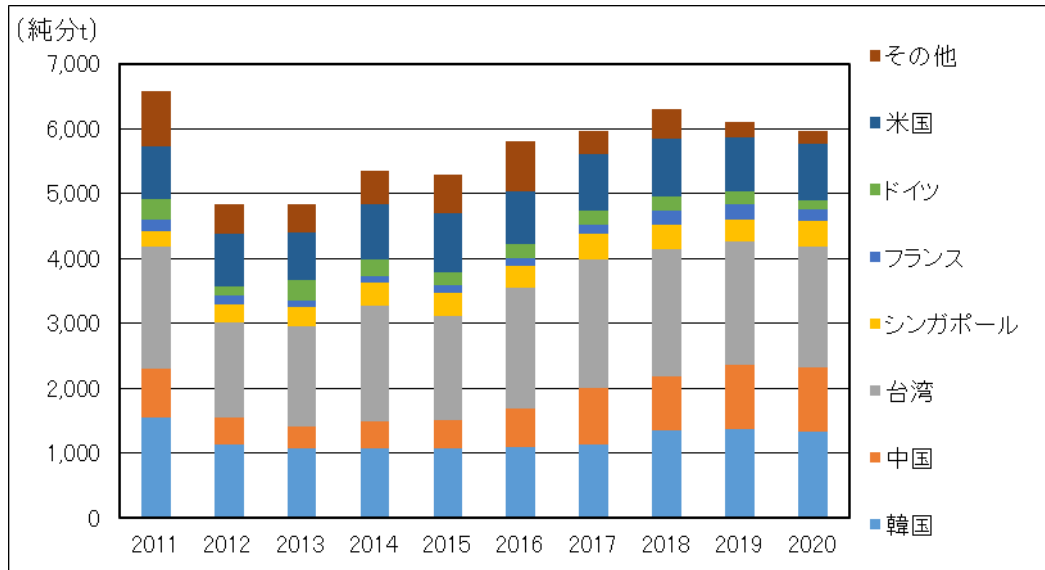


図 3-2-8-2 シリコンウェハの輸出相手国

3-3.輸出入価格

表 3-3 ケイ素の平均輸出入価格

単位:\$/kg

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比		
素材	シリカ (二酸化ケイ素)	輸入	1.7	1.7	1.7	1.7	1.4	1.5	1.4	1.2	1.0	0.9	97%	
		輸出	6.8	7.5	7.1	6.0	5.8	6.2	5.9	6.0	6.6	6.8	102%	
	金属シリコン	高純度 (4N以上)	輸入	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			輸出	72.0	48.4	37.9	38.0	34.0	32.0	27.5	—	—	—	—
		多結晶	輸入	59.5	48.2	49.4	47.2	42.9	38.2	34.2	35.5	29.6	31.3	106%
			輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		単結晶	輸入	111.1	115.4	83.9	92.2	92.6	69.7	60.8	66.6	69.9	102.5	147%
			輸出	—	—	—	—	—	—	—	33.2	29.1	29.1	100%
	低純度 (4N以下)	輸入	3.0	2.7	2.2	2.4	2.2	1.8	1.9	2.2	1.9	1.8	96%	
		輸出	52.2	57.5	5.0	19.0	15.9	16.6	8.6	8.8	5.8	7.9	136%	
	合金鉄	FeSi	輸入	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.3	1.5	1.4	1.2	90%
			輸出	3.1	3.0	2.5	2.4	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	98%
	シリコマンガ	ン	輸入	1.3	1.2	1.1	1.1	0.9	0.8	1.1	1.1	1.0	1.0	94%
			輸出	3.3	3.1	2.5	2.3	2.0	1.9	2.5	2.5	2.5	2.6	105%
	炭化ケイ素		輸入	2.6	2.0	1.7	1.7	1.6	1.4	1.5	1.9	2.0	1.9	97%
			輸出	6.1	6.5	5.5	5.1	4.2	4.3	4.4	5.3	4.0	4.3	109%

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。

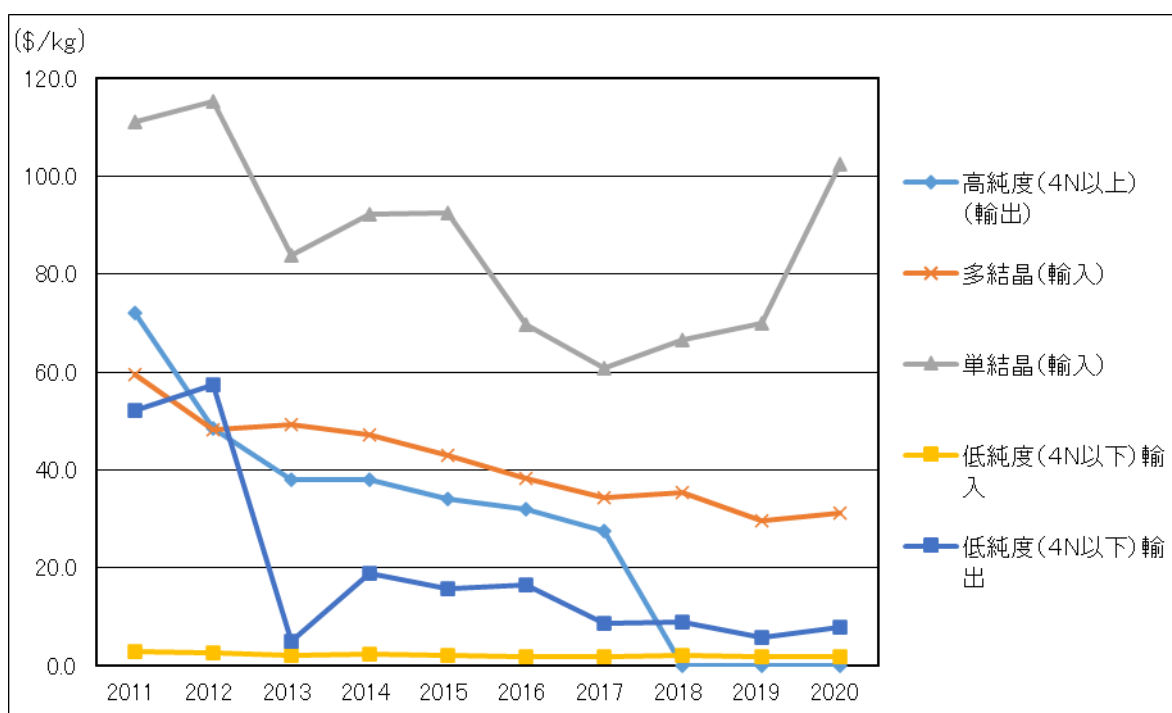


図 3-3-1 ケイ素(金属シリコン)の平均輸出入価格

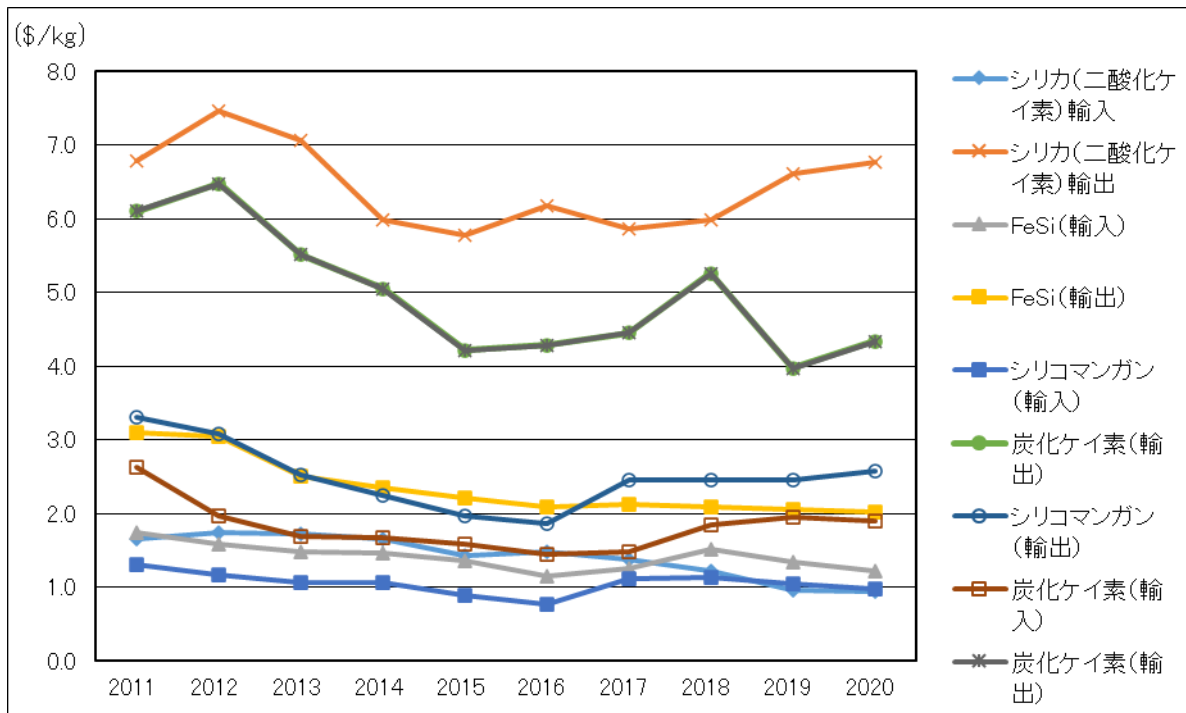


図 3-3-2 ケイ素(シリカ、合金鉄、炭化ケイ素、シリコンマンガ)の平均輸出入価格

4.リサイクル
データなし

ケイ素のマテリアルフロー(2020年)

