

バナジウム V

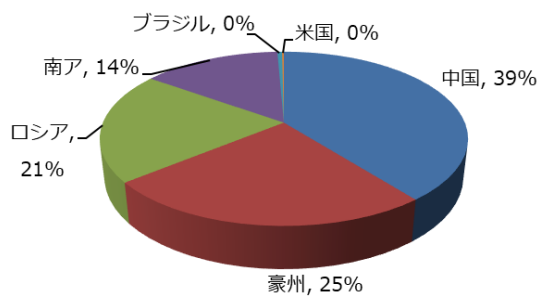
【用途】 鉄鋼、チタン、アルミニウムなどの特性向上に使用
 バナジウムは鋼やチタン、アルミニウムなどの金属に添加することで、靱性、耐熱性、耐摩耗性を向上させることが可能となる。建築構造材、橋梁、工具など靱性、硬度などが求められる鋼材に含まれる。チタンとの合金は航空機やロケットなどに使用される。また工業触媒として石油の脱硝、アルコールの酸化、硫酸製造、プロピレン樹脂合成などに幅広く使用されている。

【特性】
 ・塩酸、アルカリ水溶液、希アルコールには溶けず、硝酸、濃硫酸、フッ酸には溶ける
 ・銀白色の光沢を持ち、硬度が高い
 ・融点が高く、耐熱性に優れる

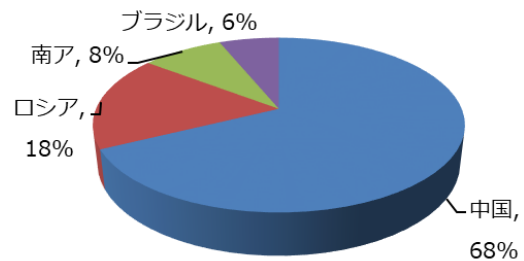
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](数値は純分ベース) 出典:USGS2022

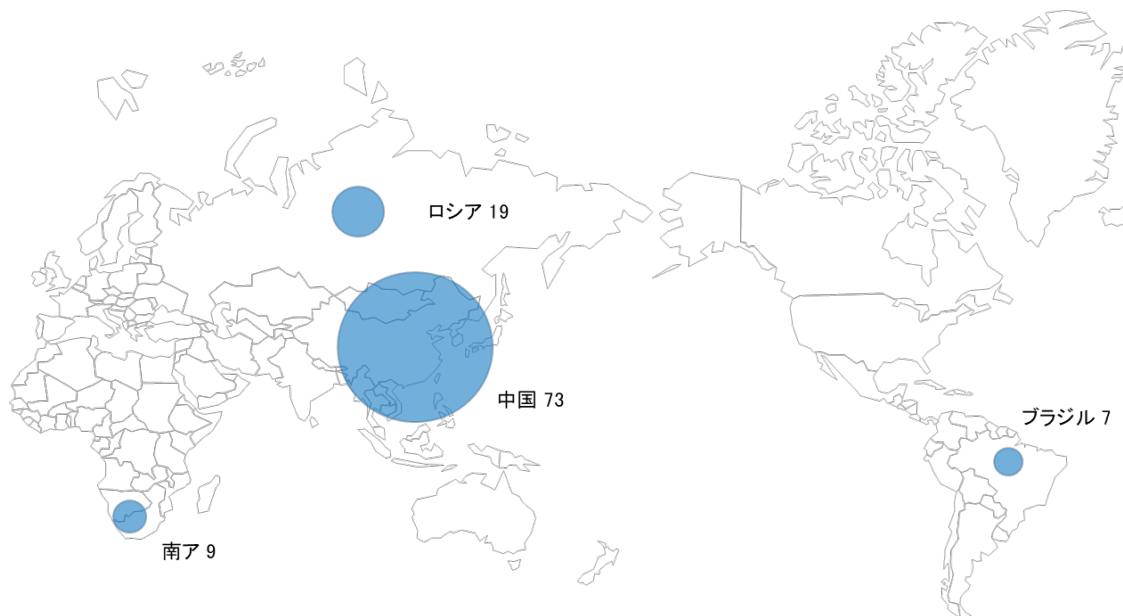
国別埋蔵量(合計 24,165 千t、2021 年世界計)



国別鈳石生産量(合計 107,800t、2021 年世界計)



【世界の主要鈳石生産国】国名、国別生産量(純分千t、2021 年間値)、出典:USGS2022

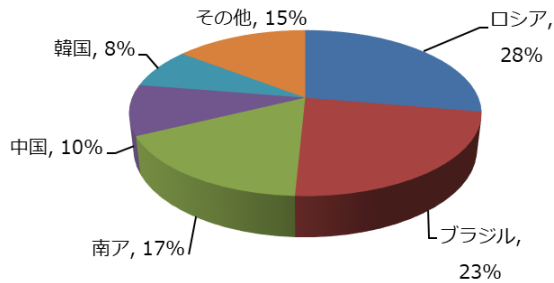


【貿易概況】出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

■世界(数値はマテリアル t)

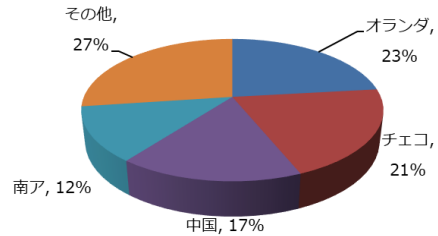
バナジウム酸化物・水酸化物

主要輸出国(2021年合計 38,905t)

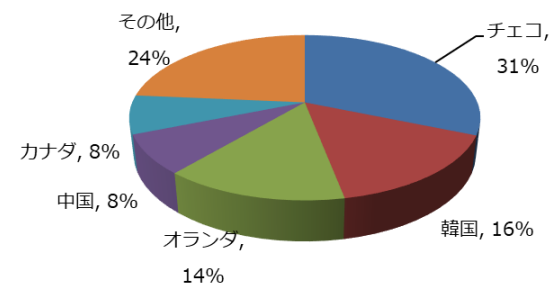


フェロバナジウム

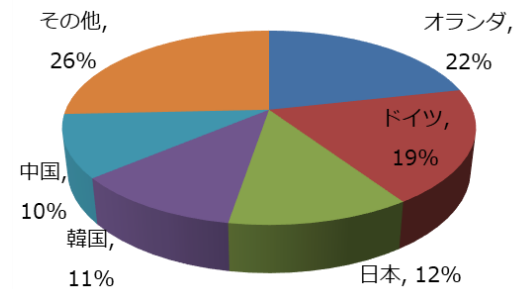
主要輸出国(2021年合計 34,219t)



主要輸入国(2021年合計 33,686t)



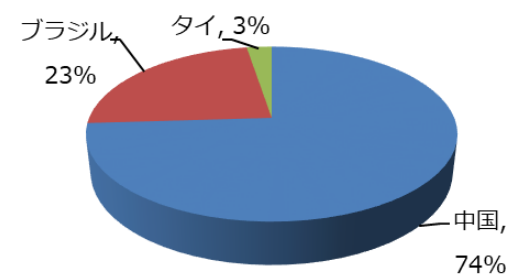
主要輸入国(2021年合計 24,402t)



■日本(数値は純分 t)

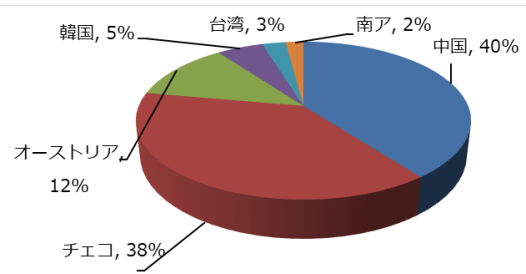
五酸化バナジウム

主要輸入相手国(2021年合計 431.3t)



フェロバナジウム

主要輸入相手国(2021年合計 2,350.6t)



1.特性・用途

バナジウムは銀白色で、塩酸、アルカリ水溶液、希アルコールに溶けず、硝酸、硫酸、フッ酸に溶ける。常温の空気中では、表面に酸化物の被膜を作る。また塩素と反応し、塩化バナジウムになる。高温の空気中で酸化すると、褐色、灰色、黒色、暗褐色に変化する。

バナジウムを含有する鉱物としては、クールソナイト(FeV_2O_4)、カルノー石($\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)、デグロワゾー石($\text{Pb}(\text{Zn,Cu})\text{VO}_4\text{OH}$)、パトロナイト(VS_4)、ロスコー雲母($\text{K}(\text{V,Al,Mg})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$)、褐鉛鉱($\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$)があるが、主に、含バナジウムチタン磁鉄鉱を原料とする鉄鋼の副産物のスラグ(いわゆるバナジウムスラグ)からバナジウムが回収されている。また、原油(特に重質油)に硫黄とともにバナジウムが多く含まれることから、石油精製所の使用済脱硫触媒や火力発電所からの重油煤等から回収される。

鉱石を炭酸ナトリウムとともに焙焼し、水溶性のバナジン酸ナトリウムまで処理した後で、更に硫酸処理して酸化バナジウムとする。酸化バナジウムをマグネシウム等で還元することにより、単体のバナジウムを得ることができる。

バナジウムを鉄鋼材料に微量添加すれば、鋼の強度や耐熱性が高まる。バナジウムの消費量の約90%が鉄鋼への添加材であり、高張力鋼(自動車用鋼板、橋梁、ビル鉄筋等)、構造用鋼(タービン、加湿器、蒸気パイプ等)、工具鋼(切削工具等)、その他鋼材用途に使用される。鋼への添加は主にフェロバナジウムが使用される。バナジウムはクロム、モリブデンなどの他の金属と組み合わせて使用される。例えば、クロムバナジウム鋼は、硬度や耐摩耗性に優れており、高温衝撃に対する強度が求められる高速度工具鋼として利用される。

バナジウム化合物として高純度五酸化バナジウム、メタバナジン酸アンモニウム、メタバナジン酸ソーダ、メタバナジン酸カリウム等が製造される。これらは、主に製油所で重油からLPG、ガソリン、軽油等への精製プロセスでの脱硫触媒として利用される。また、これらの化合物は触媒以外にも電子材料、顔料、試薬等に使用されている。

金属バナジウムはチタン、アルミニウム等への添加物として利用される。例えば、アルミニウム6%、バナジウム4%を含有するチタン合金は(Ti-6Al-4V)は、軽量で疲労強度、破壊靱性、加工性などの特性をバランスよく備えた合金であり、航空機ジェットエンジンのファンブレードやファンディスクなどに使用される。バナジウム合金は、航空機以外にも原子力産業、宇宙産業等の分野において重要である。また、民生用としては、デンタルインプラント、ゴルフクラブのヘッド等にも使用される。この他、金属バナジウムは、スパッタリングターゲット材や水素吸蔵用合金等にも使用される。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

表 2-1 世界のバナジウム鉱石の生産量

単位: 純分千t

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	構成比
中国	39.0	41.0	45.0	42.0	45.0	40.0	40.0	54.0	70.0	73.0	104%	68%
ロシア	19.5	21.0	15.1	16.0	16.0	18.0	18.0	18.4	19.5	19.0	97%	18%
南ア	15.0	15.0	21.0	14.0	10.0	8.0	9.1	8.0	8.6	9.1	106%	8%
ブラジル	-	-	1.0	5.8	8.0	5.2	6.3	5.9	6.6	6.7	101%	6%
その他	0.5	2.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.00	0.5	0.0	-	-	-
合計	74.0	79.0	82.7	77.8	79.0	71.2	73.4	86.8	104.7	107.8	103%	100%

出典: United States Geological Survey2022「Mineral Commodity Summaries Vanadium」, World Mine Production

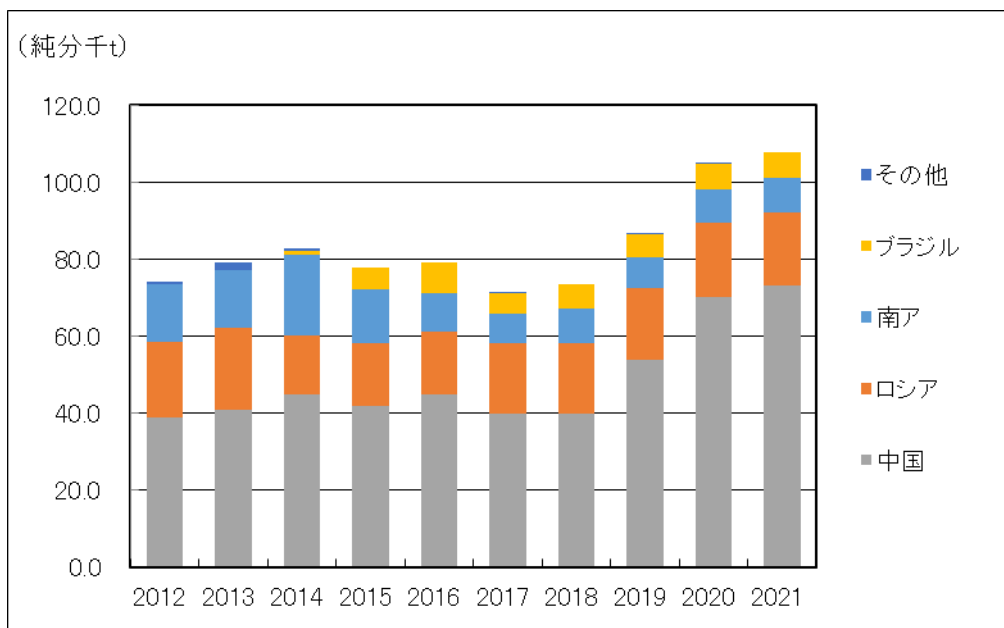


図 2-1 世界のバナジウム鉱石の生産量

2-2.国内の需給動向

表 2-2 バナジウムの国内需給

単位:純分t

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比
供給	輸入(素材) ¹⁾ *	4,444	4,504	4,502	4,160	3,606	3,068	3,772	3,914	2,473	2,807	114%
	回収(触媒等) ²⁾	624	776	638	578	631	793	711	617	565	563	99%
	合計	5,068	5,280	5,139	4,739	4,237	3,861	4,483	4,531	3,039	3,370	111%
需要	製鋼向け消費FeV ³⁾	4,399	4,856	5,051	4,529	4,486	4,423	4,851	4,346	3,527	4,052	115%
	(FeV国内生産(参考) ⁴⁾)	2,602	2,577	2,863	2,825	2,872	2,852	2,935	2,886	2,245	2,535	113%
	触媒向け消費V ⁵⁾	138	146	115	144	97	94	67	61	73	65	89%
	輸出(素材) ¹⁾ *	192	398	413	179	286	296	324	478	470	292	62%
	合計	4,729	5,401	5,578	4,853	4,869	4,813	5,242	4,885	4,070	4,408	108%
供給-需要		339	-121	-439	-114	-632	-952	-759	-354	-1,031	-1,038	-

出典: 1)財務省貿易統計

2)触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書」

3)、4)経済産業省鉄鋼・非鉄金属統計、2014年以降は日本フェロアロイ協会

5)経済産業省化学工業統計/原材料統計(P172)

純分換算率

- 1) 2012年以前: FeV70%、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%
2013年以降: FeV(輸入70%、輸出50%)、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%
2019年: FeV(輸入80%、輸出50%)、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%
- 3) 2011年まで: 製鋼業者の国内消費FeV量に純分換算率70%を乗じて算出。
2012年、2013年: 国内消費FeVが国内生産FeVと輸入FeVで賄われていることから、
輸入FeVの純分換算率70%とその年の国内生産FeVの純分換算率との加重平均としている。
2014年: 2013年の純分換算率64%を用いている。
2015年~: 輸入FeV純分換算率と国内生産FeV純分換算率との加重平均(63%)
- 4) 純分換算率(~2011年): FeV(国内生産70%)
純分換算率(2012年): FeV(国内生産59%)
純分換算率(2013年): FeV(国内生産58%)
純分換算率(2014年~2021年): FeVについては、ヒアリング結果から推計したものでメーカーによりV純分が異なる。

* 素材は、FeV、酸化物、塊・粉・くず、その他による。

※1 塊・粉・くず及びその他の輸出货量は、Ge、V、Ga、Hf、In、Nb、Reなどの合計であるため参考値として記載しており、バナジウム輸出货量の合計には反映させていない。

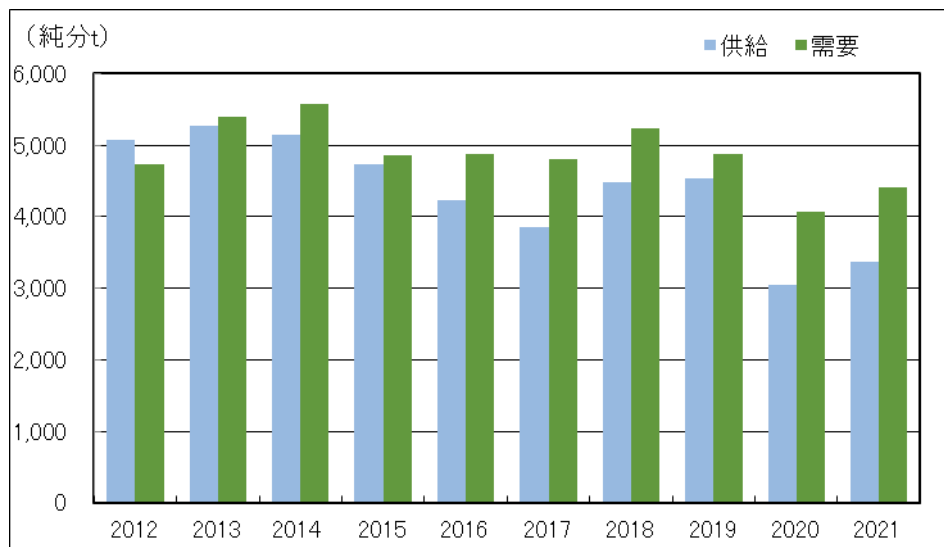


図 2-2 バナジウムの国内需給

3.輸出入動向
3-1.輸出入動向

表 3-1 バナジウム素材の輸出入数量

単位:純分t

			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比
素材	FeV	輸入	3,004	2,956	3,164	2,812	2,370	2,170	2,965	3,102	1,936	2,351	121%
		輸出	162	370	351	157	257	215	281	450	449	150	33%
	酸化物	輸入	1,280	1,340	1,199	1,211	1,115	691	594	550	420	431	103%
		輸出	30	28	62	22	30	81	43	28	21	26	126%
	塊・粉・くず	輸入	160	197	132	134	109	193	203	255	108	16	15%
		輸出 ^{*1}	100	119	122	85	79	62	57	41	82	85	103%
	その他	輸入	0.1	10.4	6.0	3	12	13	9	7	9	9	100%
		輸出 ^{*1}	47	41	36	35	36	94	91	31	28	31	110%
合計	輸入	4,444	4,504	4,502	4,160	3,606	3,068	3,772	3,914	2,473	2,807	114%	
	輸出	192	398	413	179	286	296	324	478	470	292	62%	
	輸入－輸出	4,252	4,106	4,089	3,981	3,320	2,772	3,448	3,436	2,004	2,515	126%	

出典:財務省貿易統計

純分換算率:(2012年以前) FeV70%、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%

純分換算率:(2013年、2014年、2015年、2016年、2017年、2018年) FeV(輸入70%、輸出50%)、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%

純分換算率:(2019年以降) FeV(輸入80%、輸出50%)、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%

※素材は、FeV、酸化物、塊・粉・くず、その他による。

※1 塊・粉・くず及びその他の輸出货量は、Ge、V、Ga、Hf、In、Nb、Reなどの合計であるため参考値として記載しており、バナジウム輸出货量の合計には反映させていない。

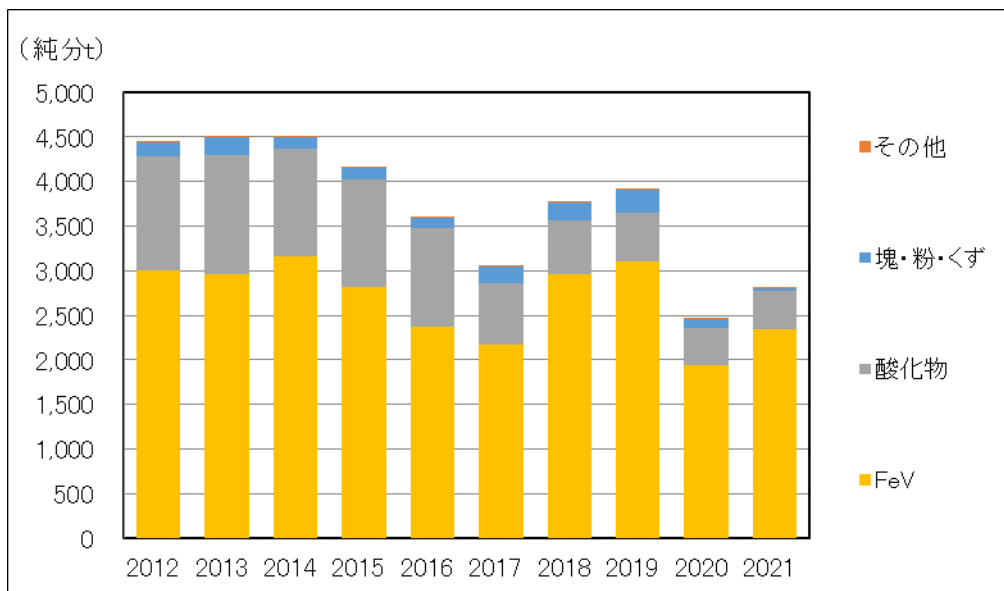


図 3-1 バナジウムの輸入数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.FeV

表 3-2-1 FeV の輸出入相手国

単位:純分t

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	構成比	
輸入	中国	662	846	981	891	925	1,011	1,228	1,132	676	931	138%	40%
	チェコ	77	371	392	546	728	497	721	704	598	898	150%	38%
	オーストリア	-	-	-	-	-	-	26	298	310	284	91%	12%
	韓国	606	261	77	109	400	175	335	266	145	126	87%	5%
	台湾	-	18	10	62	41	185	263	148	16	64	400%	3%
	南ア	1,589	1,397	1,617	1,204	275	299	392	512	192	48	25%	2%
	ロシア	49	63	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	21	0	42	0	0	4	0	42	0	0	-	0%
	合計	3,004	2,956	3,164	2,812	2,370	2,170	2,965	3,102	1,936	2,351	121%	100%
輸出	インド	80	80	90	60	40	160	10	88	68	82	121%	55%
	米国	9	141	109	5	93	9	134	227	4	26	722%	17%
	中国	-	-	-	-	-	-	2	51	301	23	8%	15%
	タイ	11	14	13	14	15	5	15	13	11	15	134%	10%
	台湾	-	-	-	-	-	-	0	0	40	0	0%	0%
	ブラジル	-	130	120	60	100	20	110	70	-	-	-	-
	その他	15	5	19	18	8	21	10	2	26	4	16%	3%
	合計	115	370	351	157	257	215	281	450	449	150	33%	100%

出典:財務省貿易統計

純分換算率:(2018年以前)輸入FeV70%、輸出FeV50%

純分換算率:(2019年以降)輸入FeV80%、輸出FeV50%

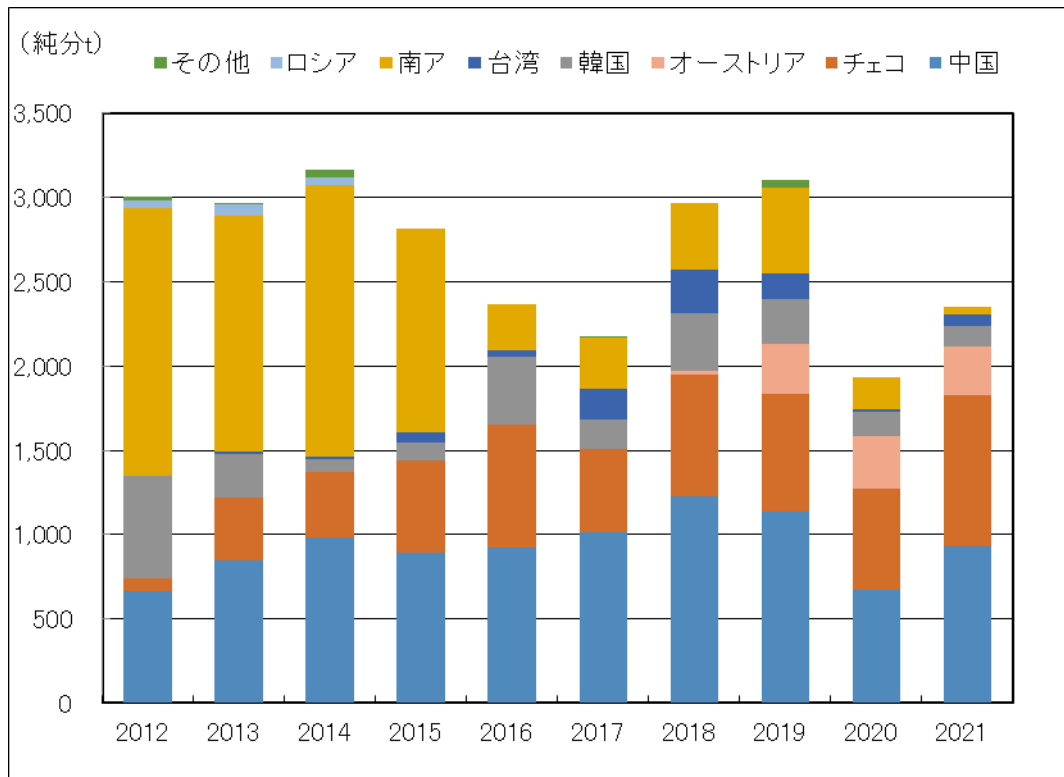


図 3-2-1 FeV の輸入相手国

3-2-2.V₂O₅

表 3-2-2 V₂O₅ の輸入相手国

単位:純分t

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	構成比
輸入	中国	889	664	504	535	395	437	493	438	330	319	97%	74%
	ブラジル	-	-	-	146	336	67	-	-	-	101	-	23%
	タイ	22	269	112	165	14	-	67	112	78	11	14%	3%
	台湾	-	228	90	1	-	12	25	-	11	-	-	0%
	韓国	212	134	208	251	224	152	9	-	-	-	-	0%
	南ア	101	34	258	101	146	22	-	-	-	-	-	0%
	その他	56	12	25	11	0	0	0	0	0	0	-	0%
	合計	1,280	1,340	1,197	1,211	1,115	691	594	550	420	431	103%	100%

出典:財務省貿易統計

純分換算率:粉・塊100%

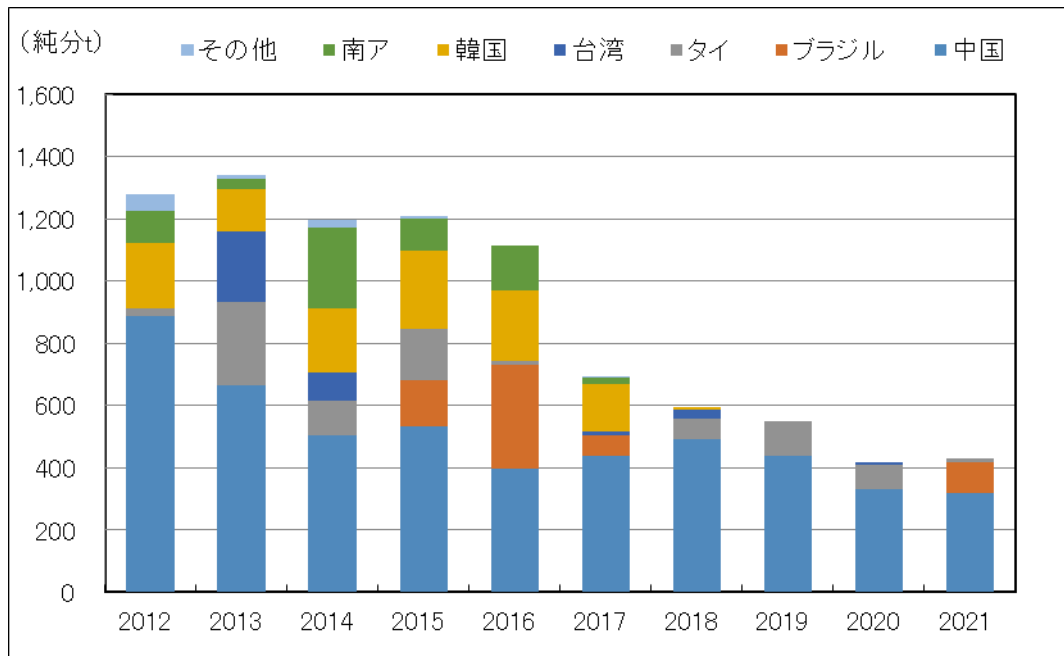


図 3-2-2 V₂O₅ の輸入相手国

3-3.輸出入価格

表 3-3 バナジウム素材の平均輸出入価格

		単位:\$/t											
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	
素材	FeV	輸入	17,045	19,872	18,582	14,703	12,499	22,605	54,665	41,887	18,775	25,580	136%
		輸出	18,767	14,537	13,627	13,416	10,750	14,197	36,240	25,310	13,174	18,865	143%
	酸化物	輸入	11	13	12	8	7	14	37	25	11	16	136%
		輸出	32	28	16	25	25	20	36	43	39	36	91%
	塊・粉・くず*	輸入	33	29	30	27	24	27	56	59	39	39	99%
		輸出	399	397	457	348	166	148	149	157	127	114	90%
	その他*	輸入	1,057	28	26	62	24	37	62	39	34	36	105%
		輸出	478	504	574	489	350	314	356	329	272	414	152%

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。

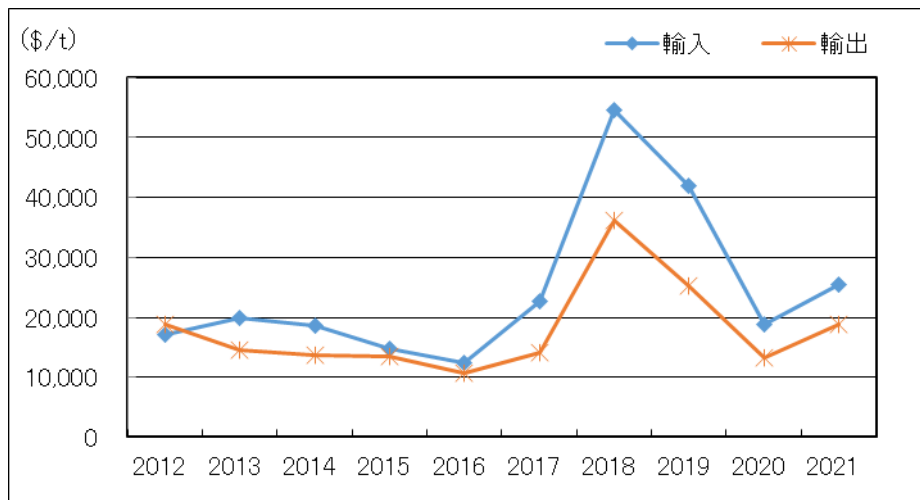


図 3-3 FeV の平均輸出入価格

4.リサイクル

リサイクル率	= (使用済み製品からのリサイクル量) / (見掛消費量)
見掛消費	= (国内発生量) + (原料・素材の輸入量) - (原料・素材の輸出量)

- ※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。
- ※ 素材は FeV、酸化物、塊・粉・くず、その他の合計値
- ※ 国内発生量には使用済製品からのリサイクル量及び製錬残渣等から回収された量を含む。

表 4 バナジウムのリサイクル率

単位: 純分t

			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
見掛消費量	国内発生量 ¹⁾	触媒・重油燃焼灰から回収	624	776	638	578	631	793	711	617	565	563
	素材 ²⁾	輸入-輸出	4,252	4,106	4,089	3,981	3,320	2,772	3,448	3,436	2,004	2,515
	合計①		4,876	4,882	4,727	4,559	3,950	3,565	4,159	4,054	2,569	3,078
リサイクル量 ¹⁾ (触媒・重油燃焼灰から回収)	②		624	776	638	578	631	793	711	617	565	563
リサイクル率	②/①		13%	16%	13%	13%	16%	22%	17%	15%	22%	18%

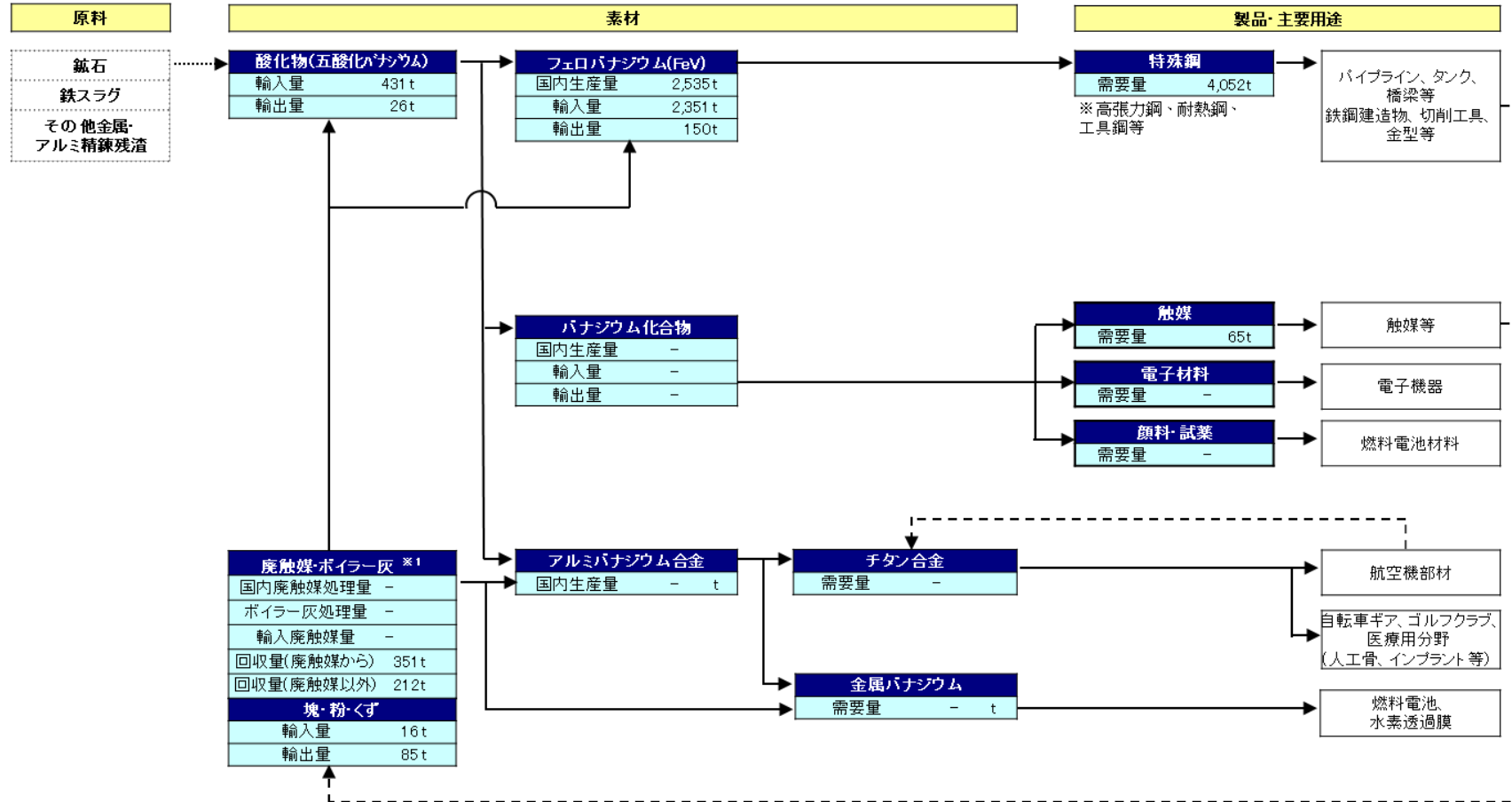
出典: 1) 触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書」

2) 財務省貿易統計

純分換算率: 2) 2012年以前: FeV70%、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%

2013年以降: FeV(輸入70%、輸出50%)、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%

バナジウムのマテリアルフロー(2021年)



純分換算率: 輸入FeV80%、輸出FeV50%、国内生産分のFeV59%、国内需要FeV63%、酸化物56%、その他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 触媒資源化協会