

ニオブ Nb

【用途】 鉄鋼添加材として含まれ、自動車用薄鋼板などに利用

ニオブの主たる用途は鉄鋼添加材である。フェロニオブ(以下、FeNb)の形で高張力鋼、ステンレス鋼などの高級鋼材に添加され、自動車外板パネル、自動車排気系部品、建築土木構造材、石油ラインパイプ、圧力容器用鋼板等に用いられる。これら鉄鋼添加材向け FeNb が、世界のニオブ需要の90%程度を占めると推計されている。

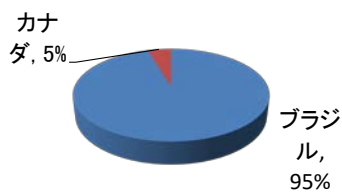
【特性】

- ・鋼材に少量添加すると鋼材強度が向上
- ・高純度のニオブは中性子の吸収が少ない
- ・高い磁性臨界温度を持つ

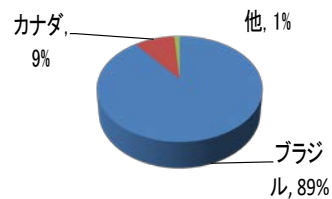
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース) 出典: USGS2018(上段)、Roskill¹(下段)

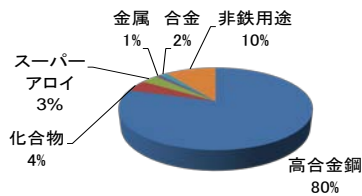
国別埋蔵量 (合計 4,300 千t)、2017 年間値



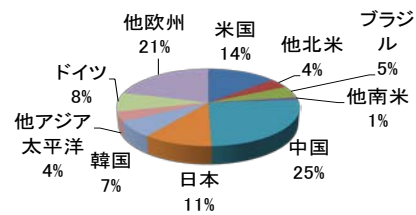
国別鉱石生産量(合計 63.8 千t)、2017 年間値



用途別ニオブ消費量(合計 58.9 千t) 2012 年間値

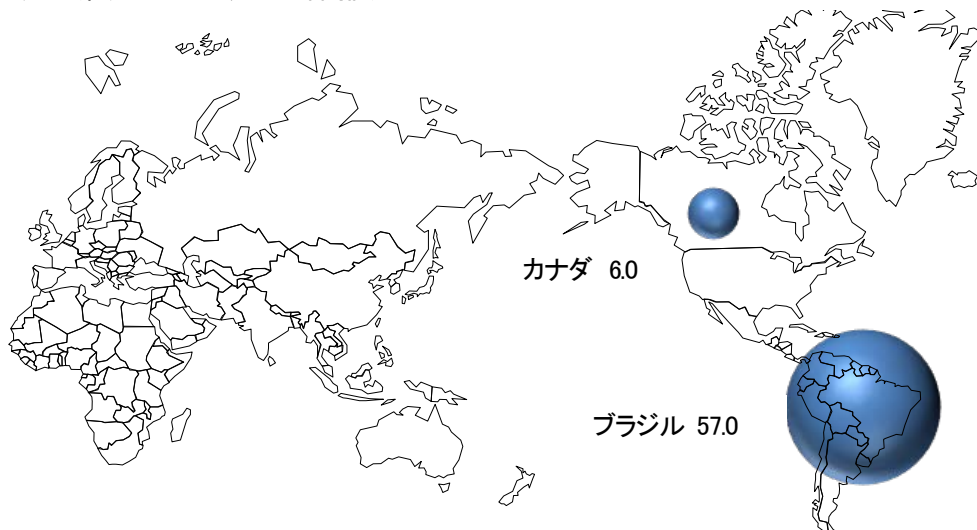


国別 FeNb 消費量(合計 58.9 千t) 2012 年間値



【世界の主要鉱石生産国】 ブラジル Araxa 鉱山が生産をほぼ独占、全世界の約90%

国名、国別生産量(純分 63.8 千t、2017 年間値) 出典: USGS2018



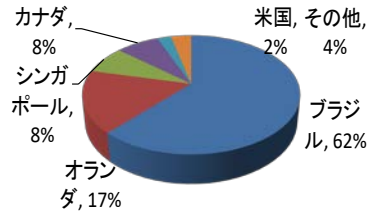
¹ 2013 年以降公開データなし。

【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

■世界

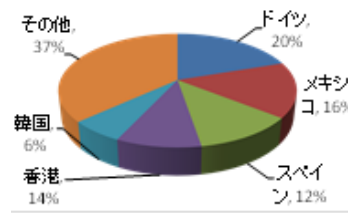
フェロニオブ主要輸出国

(2017年合計 130.7 マテリアル千 t)



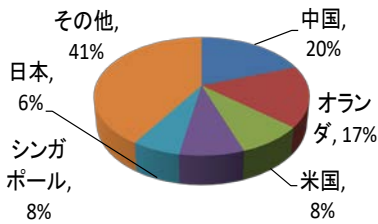
ニオブ・タンタル・バナジウム鉱石主要輸出国

(2017年合計 13.6 マテリアル千 t)



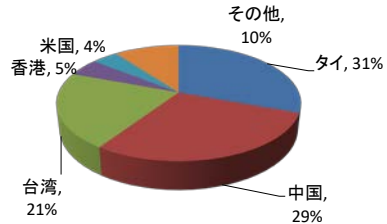
フェロニオブ主要輸入国

(2017年合計 138.3 マテリアル千 t)



ニオブ・タンタル・バナジウム鉱石主要輸入国

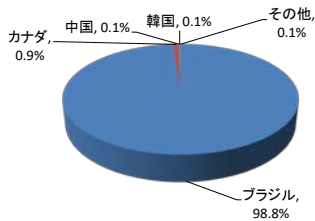
(2017年合計 25.2 マテリアル千 t)



■日本

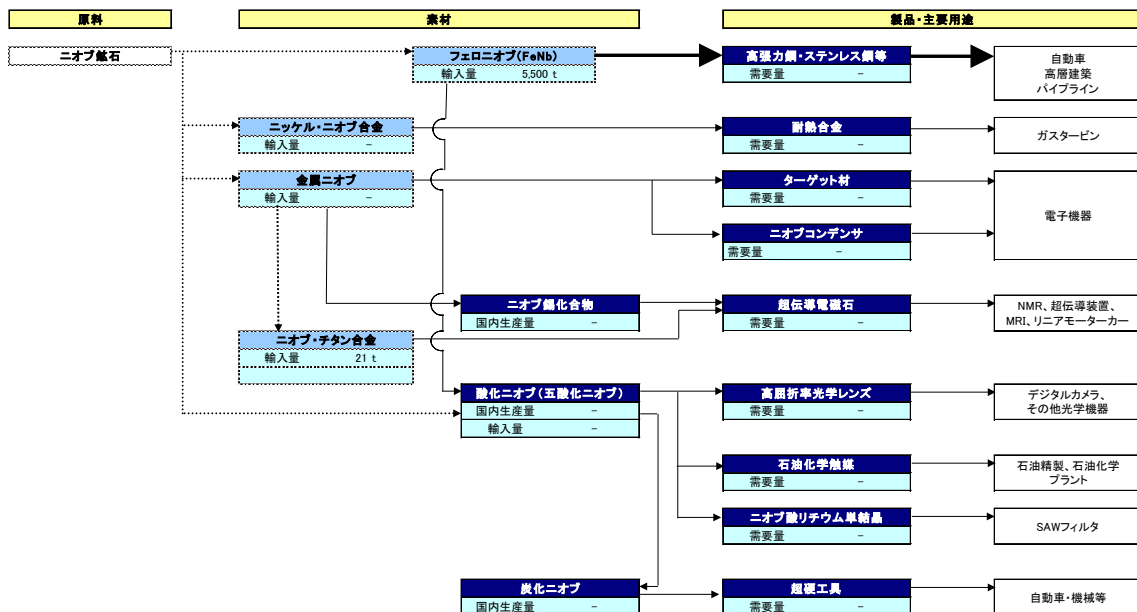
フェロニオブ主要輸入相手国

(2017年合計 5.5 純分千 t、純分換算率: 65%)



現在、日本は約 5,500 純分トンのフェロニオブを輸入しており、ほぼ全量、ブラジルが相手国となっている。

【鉱石から製品まで(純分 t)】



【概要】

- ・大半をブラジル一か国からの輸入に依存しているが、日本企業グループで権益を保有しており、日本への資源の安定供給上のリスクは基本的には少ない。
- ・日本だけではなくニオブの需要は世界レベルで増えている。
- ・バナジウムの価格が高騰しており、フェロバナジウムの代替として、価格の安いフェロニオブが伸びたことと省タンタル化が需要増の要因である。
- ・他鉱種に比べ、価格は比較的安定している。
- ・工程内リサイクルを除き、日本ではニオブのリサイクルは行われていない。

1 特性・用途

ニオブはタンタルとともに産出され、タンタルと化学的性質が似ているので、ギリシャ神話に出てくるタンタロスの娘ニオベから名付けられた。発見当初は「コロンビウム」と呼ばれ、現在でも米国ではこう呼ばれることがある。

主たる用途であるフェロニオブはパイロクロア ($(\text{Na,Ca})_2\text{Nb}_2\text{O}_6(\text{OH,F})$) 鉱石を選鉱濃縮し、この精鉱と高品位ヘマタイト(酸化鉄)にアルミ粉と石灰など造滓剤を混合し、テルミット法で製造される。残りの精鉱は、湿式で不純物を除去し高純度五酸化ニオブとした後、テルミット還元、更には電子ビーム溶融により金属ニオブとなる。

ニオブは銀白色の光沢ある金属であるが、普通は表面の酸化膜のため青みを帯びている。酸に対しては白金族に次いで安定である。

ニオブは耐熱性、耐食性があり、他の金属に添加することで著しく性能を向上させる特性がある。

特に鉄に似た硬さと、展延性を持ち、鋼材に少量添加すると鋼材強度が向上し、高い耐熱性が得られるため、鉄鋼添加材として主として用いられている。FeNbの形で高張力鋼、ステンレス鋼などの高級鋼材に添加され、自動車外板パネル、自動車排気系部品、建築土木構造材、ラインパイプ、圧力容器用鋼板等に用いられる。これら鉄鋼添加材向け FeNb が、世界のニオブ需要の 90%程度を占めると推計される。

ニオブが添加された高張力鋼、ステンレス鋼は、北米・欧州・日本などの先進国では主として自動車の鋼材や排気系部品で用いられる。一方、最大の消費国である中国ではインフラ整備向けのラインパイプ、高層建築、橋梁等構造材の消費が多いなど、国毎に消費構造が異なる。

鉄鋼添加材以外の用途では、酸化ニオブが光学レンズの添加剤や石油化学触媒等で使用されている。また、炭化ニオブは超硬合金の原料となり、超硬工具として自動車部品加工等に利用される。その他、金属ニオブはニオブコンデンサやターゲット材に、ニッケル・ニオブ合金は耐熱合金としてガスタービンなどに使用されている。

その他ニオブの金属間化合物は、金属の中でも最も高い温度で超電導現象を起こすため、ニオブチタン合金、ニオブ錫化合物が超電導磁石の材料として、MRI (Magnetic Resonance Imaging、磁気共鳴画像)、NMR (Nuclear Magnetic Resonance、核磁気共鳴)、リニアモーターカーに用いられている。

なおニオブはタンタルよりも埋蔵量が多く、価格も安いので、タンタル代替素材として省タンタル化に貢献している。

2 需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のニオブ鉱石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の世界のニオブ鉱石生産量は、前年並みの 63,800tであった。2017 年はブラジルの生産量が全体の 89.3%を占め、次にカナダが全体の 9.4%を生産している。その他にアフリカ諸国などで生産されている。

ニオブ鉱石及び FeNb の世界最大の生産企業は、ブラジルの Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineracao (以下、CBMM) である。CBMM はパイロクロア鉱石を産出するミナス・ジェライス州の Araxa 鉱山を保有しており、鉱石から FeNb までの一貫生産を行っている。

CBMM 以外では、パイロクロア鉱石を産出する鉱山を保有する China Molybdenum Company Ltd. (チャイナ・

モリブデン:以下CMOCと称する。)のブラジルのCatalão 鉱山及びカナダのMagris Resources Inc(Niobec 鉱山)がある。CMOCの生産能力は2016年に1回目の拡張が完了しFeNb換算で7,500t/年から10,000t/年になり、2017年には13,000~14,000tになったとされる。また、Magris Resourcesは予定されていた拡張計画を白紙に戻し、前年と同じFeNb換算で7,500t/年であったが、2017年には8,000~9,000tになったとされる。その他(アフリカ、ロシア)を合わせた生産能力の概算合計は116,700t(純分換算75,855t)となった。

CBMMは2020年を目途にAraxa 鉱山のFeNb生産能力を現状の90,000tから150,000tに拡大する計画である²。また、Anglo Americanは2016年10月に中国のCMOCへの鉱山売却を完了した。現在進めている拡張計画は継続され将来的には14,000t規模に拡大することを目指している。2017年の能力が13,500tであり、ほぼ目標に近づいたと推定される。

米国においては、航空機向けのニッケル・ニオブ合金の需要は堅調である。FeNbについては粗鋼生産の減少に伴い低下傾向が続いていたが、好調な鉄鋼用フェロバナジウムの代替としての伸びが大きく、バナジウムの価格が高騰したことも影響し、価格の安いFeNbの需要が増加した³。欧州では自動車向けを中心に堅調である。中国では、前年に続いて中国経済の減速により2016年も減少したが、2017年は前年比で約125%と増加した⁵。

表 2-1 世界のニオブ鉱石生産量

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
ブラジル	58,000	58,000	58,000	58,000	45,000	53,100	50,000	58,000	57,000	57,000	100%	89.3%
カナダ	4,380	4,330	4,420	4,630	4,710	5,260	5,480	5,750	6,100	6,000	98%	9.4%
その他	520	570	520	732	375	1,000	420	570	800	800	100%	1.3%
合計	62,900	62,900	62,940	63,400	50,100	59,400	55,900	64,320	63,900	63,800	100%	100.0%
FeNb換算	96,769	96,769	96,831	97,538	77,077	91,385	86,000	98,954	98,308	98,154	100%	

出典：United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Niobium (Columbium)」World Mine Production
純分換算率：FeNb65%

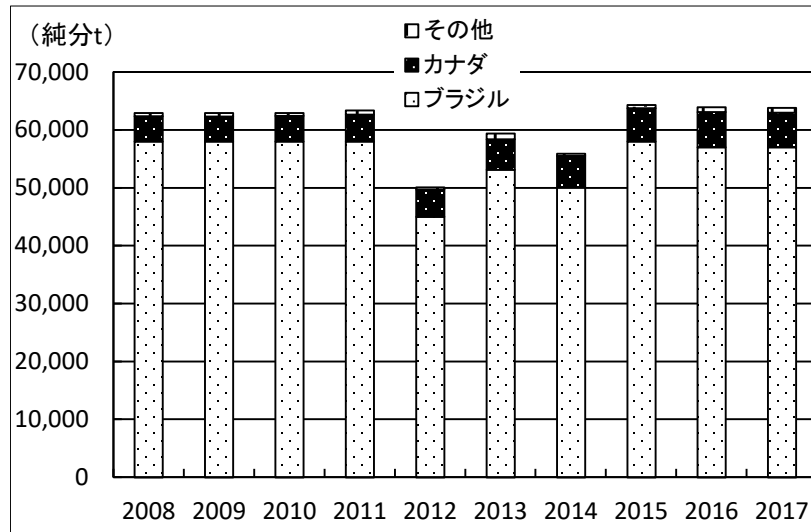


図 2-1 世界のニオブ鉱石生産量

² Brazil's CBMM to increase ferro-niobium capacity by 50% by end-2020, <https://www.metalbulletin.com/Article/3852720/Brazils-CBMM-to-increase-ferro-niobium-capacity-by-50-by-end-2020.html?ArticleId=3852720>
³ USSG2017, 2018年の米国の消費金額と価格から推定すると、米国FeNb需要は2017年14.3千t、2018年16.1千tと前年比113%の伸びである。
⁴ USSG2018, In September 2017, ferrovanadium prices averaged \$21.10 per pound. Prices had not been this high since November 2008.
⁵ 工業レアメタル No.134 2018

世界の需給動向について、需要に関する公開データは無いが、2014年以降の世界的な原油価格下落の影響を受けて、2016年は欧州を除く地域で需要は減少したが、2017年は回復したとみられる。

2-2 国内の需給動向

ニオブの国内需給を表2-2に示す。ニオブは国内の需給統計が存在しないことや、国内生産が行われていないことから、FeNb及びニオブチタン合金の輸出入から国内需給を推計した。金属ニオブ、五酸化ニオブの輸入も行われている可能性があるが、単一のコードが存在しないため、需給の算出からは除外している。2017年のニオブの供給量は、前年比109%の5,521tとなった。

近年着目されている省タンタルについては、タンタルでなければ使用できない製品・部品を除くと、ニオブへの置き換えの動きがあり需要増を後押ししている。一方、ニオブへの置き換えが難しい領域は、コンデンサ、超硬工具の一部、レンズ(一眼レフほか)、タンタル合金(超耐熱)など固有な特性を求められる製品である。

供給面では、世界市場の80%を独占しているCBMMの鉱山に対し、日本企業(鉄鋼、商社等)は共同事業体で資本参画している(2011年に同社の株の10%を日系企業が購入)ため、日本の需要量は比較的安定的に調達出来る見通しである。我が国への資源の安定供給上のリスクは基本的には抑えられている。

FeNb、ニオブチタン合金、金属ニオブ等の国内需要について以下に示す。

表2-2 ニオブの国内需給(推計)

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16	
供給	輸入	FeNb	7,119	3,359	5,339	5,305	5,635	5,883	5,831	4,950	5,047	5,500	109%
		ニオブチタン合金	28	15	8	18	20	25	29	15	11	21	189%
		合計	7,147	3,373	5,347	5,324	5,656	5,908	5,860	4,965	5,058	5,521	109%
需要	内需	輸入-輸出	7,141	3,359	5,340	5,314	5,638	5,904	5,841	4,957	5,049	5,516	109%
		輸出	6	15	7	10	18	4	19	8	9	5	57%
		合計(内需+輸出)	7,147	3,373	5,347	5,324	5,656	5,908	5,860	4,965	5,058	5,521	109%

出典:財務省貿易統計

純分換算率: FeNb65%、ニオブ・チタン合金60%

※粉・くずはGe、V、Ga、Hf、In、Nb、Reの合計であるため除外。

※内需は輸入-輸出から求めた推計値。

2-2-1.フェロニオブ(FeNb)

FeNbは国内で消費する全量を輸入しており、2017年の輸入量は前年比109%の5,500純分tと増加した。2017年の国内粗鋼生産量は前年並みの104,661千tであった。

工業レアメタルによれば2017年における日本の鉄鋼用FeNb消費量は、前年比103%の8,200t(純分量で5,330t)である。FeNb需要は、日本の粗鋼生産量に対して完全にリンクしているわけではないが、一定の相関はある。日本の鉄鋼用FeNbの需要は、自動車用の鋼板(約45%)や排気系の耐熱ステンレス鋼(約10%)、おおむね大規模建築を中心とした建築鋼材(約30%)、石油・ガスのラインパイプ(約20%)があげられる。

2015年、2016年とニオブ(主にFeNb)の需要が8,000t/年(FeNb換算)を下回って低迷している。これは、2014年末から続く原油価格の低迷が影響し、ラインパイプを主にしたエネルギー関連の需要が軒並み低調に推移したからである。しかしながら2017年は僅かながらも反発し、8,000t/年台を回復し上昇の気配を見せている。

2-2-2 酸化ニオブ(五酸化ニオブ)

酸化ニオブ(五酸化ニオブ: Nb₂O₅)は可視光域で高屈折率が得られることから、光学ガラスの屈折率調整や、圧電セラミックスの圧電性能向上などの目的で添加材として使用されている。主な用途としては、光学レンズ、積層セラミックコンデンサ、触媒、SAW(表面弾性波)フィルター用ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)などである。

ニオブ酸リチウムは、酸化リチウム(Li₂O)と五酸化ニオブを1:1の組成で組み合わせた複酸化物である。

SAW デバイスに使われる圧電基板材料としては、ニオブ酸リチウムのほかに水晶、タンタル酸リチウム (LiTaO₃)、四ホウ酸リチウム (Li₂B₄O₇) が用いられている。

カメラ映像機器工業会 (CIPA) によれば、2017 年のデジタルカメラ総出荷台数は前年比で減少する見込みだが、高機能化を求めるユーザーにより、レンズ交換式カメラについては一定の需要を維持すると見通していた。しかしながら 2017 年のデジタルカメラの生産量は前年比 105% の 2,509 万台、総出荷量は前年比 103% の 2,498 万台であった。減少するという協会の予想に反しいずれも僅かに増加し、昨年までの減少傾向に一応歯止めがかかった形である。酸化ニオブが使用されるレンズ交換式デジタルカメラは底堅い推移を続けているが、レンズ一体型デジタルカメラはスマートフォンの台頭により減少傾向が続いている。

2-2-3.金属ニオブ

金属ニオブの主要用途先は、ターゲット材、ニオブコンデンサであるが、稀に FeNb の代わりに高張力鋼で使用される場合もある。金属ニオブは FeNb と比較しニオブ純分が高く、高付加価値な用途に利用されている。例として、MRI 装置中の超伝導磁石には、錫やチタンとの金属間化合物が使用されている。

2-2-4.ニッケル・ニオブ合金

ニッケル・ニオブ合金の主要用途は耐熱合金向けであり、発電用ガスタービン等で使用されている。ニッケル・ニオブ合金は、概ねマテリアル量で 100t/年程度の需要があり徐々に増加傾向にある。

2-2-5.ニオブチタン/ニオブ錫化合物

ニオブチタン合金は全量が輸入されており、国内生産企業はない。一方で、ニオブ錫化合物は輸入した金属ニオブを原料にして国内で生産される。

ニオブチタン合金とニオブ錫化合物は超伝導磁石として、MRI (Magnetic Resonance Imaging、磁気共鳴画像) やリニアモーターカー、NMR (Nuclear Magnetic Resonance、核磁気共鳴) 装置や超伝導装置に使用される。

2-2-6.炭化ニオブ

炭化ニオブの主要用途は超硬工具向けである。

日本機械工具工業会統計によれば、2017 年に生産された超硬工具の超硬合金は前年比 106% の 6,194t であった。超硬工具における炭化ニオブの消費量は複合炭化物に含まれるため明確ではないが、2017 年度の複合炭化物の消費量は前年比 124% の 68.8t と大幅に増加している。

なお、超硬工具では、コスト削減を目的とし、炭化タンタルの一部を炭化ニオブへ置き換える省タンタルの動きが進んでいる。

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

ニオブの輸出入数量を表 3-1、輸入数量を図 3-1 に示す。

2017 年の FeNb 及びニオブチタン合金の輸入量合計は前年比 109% の 5,521t、輸出量は前年比 57% の 5.14 t であった。ニオブの塊・粉 (金属ニオブ) ・くずの輸出入はニオブ、ゲルマニウム、ガリウム、ハフニウム、レニウムが一括された数字であるため、表 3-1 には参考値として示しており、合計からは除外している。ニオブのくずは、ターゲット材やニオブコンデンサの製造工程中でのくず等が輸出されているが、数量としては 1~2t/年と推計される。

表 3-1 ニオブの輸出入数量

			単位: 純分t										
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16
素材	FeNb	輸入	7,119	3,359	5,339	5,305	5,635	5,883	5,831	4,950	5,047	5,500	109%
		輸出	5.92	14.75	7.38	9.69	18.08	4.08	18.82	7.67	8.94	5.14	57%
	ニオブチタン合金	輸入	28	15	8	18	20	25	29	15	11	21	189%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	合計	輸入	7,147	3,373	5,347	5,324	5,656	5,908	5,860	4,965	5,058	5,521	109%
		輸出	5.92	14.75	7.38	9.69	18.08	4.08	18.82	7.67	8.94	5.14	57%
素材	塊・粉・くず*	輸入-輸出	7,141	3,359	5,340	5,314	5,638	5,904	5,841	4,957	5,049	5,516	109%
		輸入	231	131	204	235	183	226	235	274	228	332	146%
		輸出	199	165	255	101	146	161	158	119	115	156	135%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: FeNb65%, ニオブ・チタン合金60%

※素材は、ニオブチタン合金、FeNb、塊・粉・くずによる。

※粉・塊・くず*はGe、V、Ga、Hf、In、Nb、Reの合計であるため参考値として記載。合計からは除外した。

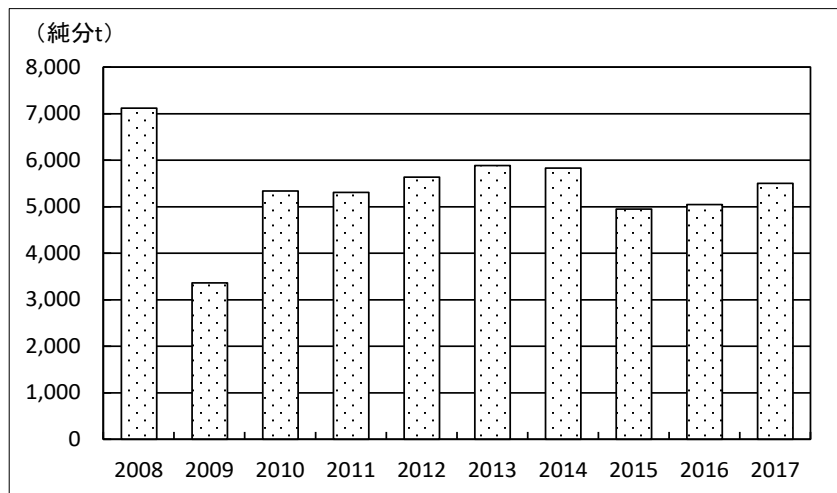


図 3-1 フェロニオブの輸入数量

3-2 輸出入相手国

FeNb の輸出入相手国を表 3-2、輸入相手国を図 3-2 に示す。

2017 年の FeNb の輸入相手国はブラジルが 1 か国で 99%を占めている。2017 年の FeNb の需要は世界でおよそ 88 千 t (FeNb 換算) 程度であるが、需要が増えたとしても、採掘可能な鉱山はあり増産は可能であると見られている。なお世界の FeNb 主要生産者の年産能力見込みの合計は、2017 年時点でおおよそ 116 千 t (FeNb 換算) である。

表 3-2 フェロニオブの輸出入相手国

		単位: 純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ブラジル	6,834	3,296	5,058	5,073	5,408	5,717	5,726	4,867	4,978	5,432	109%	99%
	カナダ	256	46	181	210	214	149	91	65	55	51.4	94%	0.9%
	中国	18.85	9.49	96.85	12.68	11.05	12.35	8.45	9.77	7.80	3.90	50%	0.1%
	韓国	1.30	—	—	1.30	1.95	4.23	5.20	4.23	5.20	5.01	96%	0.1%
	その他	9.20	7.20	4.00	8.50	—	—	0.65	4.50	1.46	7.72	528%	0.1%
	合計	7,119	3,359	5,339	5,305	5,635	5,883	5,831	4,950	5,047	5,500	109%	100%
輸出	サウジアラビア	—	—	—	—	—	—	—	3.3	3.3	—	—	—
	タイ	3.67	1.56	5.10	4.10	2.76	2.94	4.36	2.96	3.15	2.11	67%	41%
	台湾	0.94	0.59	—	0.72	1.56	0.65	13.65	0.81	1.56	0.91	58%	18%
	韓国	0.98	10.40	2.28	0.33	0.70	0.49	0.81	0.65	0.98	2.11	217%	41%
	シンガポール	—	2.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	その他	0.33	—	—	4.55	13.06	—	—	—	0.13	—	—	—
合計	5.92	14.75	7.38	9.69	18.08	4.08	18.82	7.67	8.94	5.14	67%	100%	

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: FeNb65%

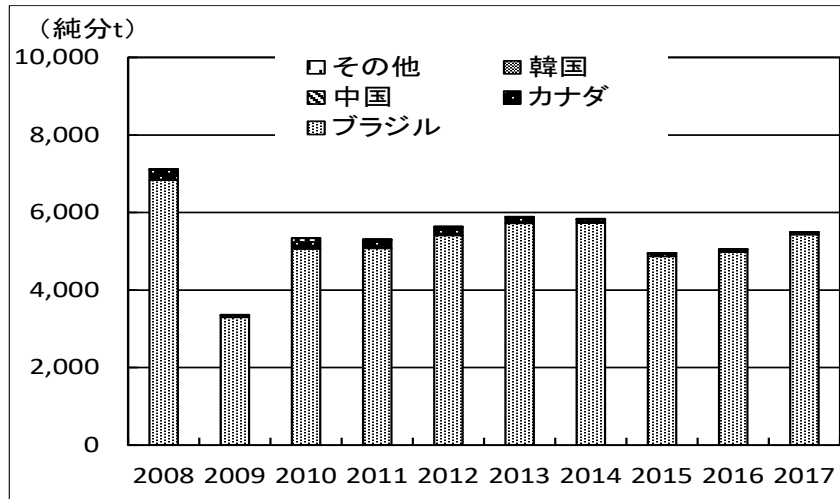


図 3-2 フェロニオブの輸入相手国

3-3.輸出入価格

ニオブの平均輸出入価格を表 3-3、図 3-3 に示す。

2017 年の FeNb の輸入価格は前年比 92% の 21.1\$/kg であった。FeNb は主要生産者が設定する建値を元に輸入されており、2008 年以降の約 10 年間は輸入価格に大きな変動はない。また、ニオブは LME で取引されていないこともあり、価格は CBMM の影響力が大きいとされている。

表 3-3 ニオブの平均輸出入価格

		単位:\$/kg											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
素材	FeNb	輸入	22.5	25.7	26.3	27.7	27.6	21.4	22.1	21.3	23.0	21.1	92%
	輸出	34.7	26.3	32.9	34.3	33.7	37.0	27.6	28.7	30.2	35.4	117%	
ニオブチタン合金	輸入	154	139	141	174	183	158	178	198	170	138	81%	
	輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
素材 塊・粉・くず*	輸入	218	223	245	309	240	184	179	150	121	88	73%	
	輸出	319	125	106	273	424	391	483	389	236	248	105%	

出典:財務省貿易統計

※塊・粉・くずはGe, Ga, Hf, Nb, Reの合計であるため参考値として記載。

※輸出入価格は、貿易統計の貿易額を財務省による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。

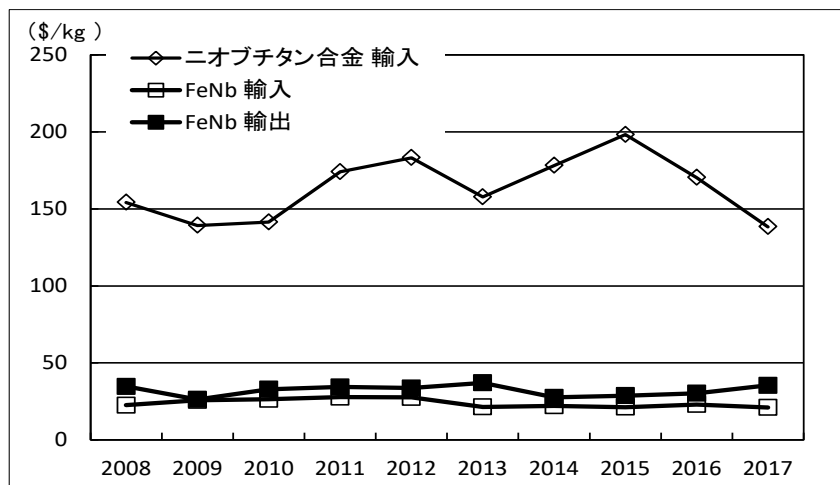


図 3-3 ニオブの平均輸出入価格

4.リサイクル

ニオブ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。ニオブの融点が非常に高く(2,477°C)、用途の分野が非常に限定的であるなどがリサイクルを行ないにくい理由であるとされている。又ニオブは供給能力が高く、価格も安くリサイクルは、コスト面でも合わない。一方、リサイクルの定義には該当しないが、各用途で発生したスクラップは再度生産に利用されている。例えば製鉄用で排出されたスクラップは再び高張力鋼生産で再利用されている。USGS によれば、工程内リサイクル率は 20%程度とされている⁶。

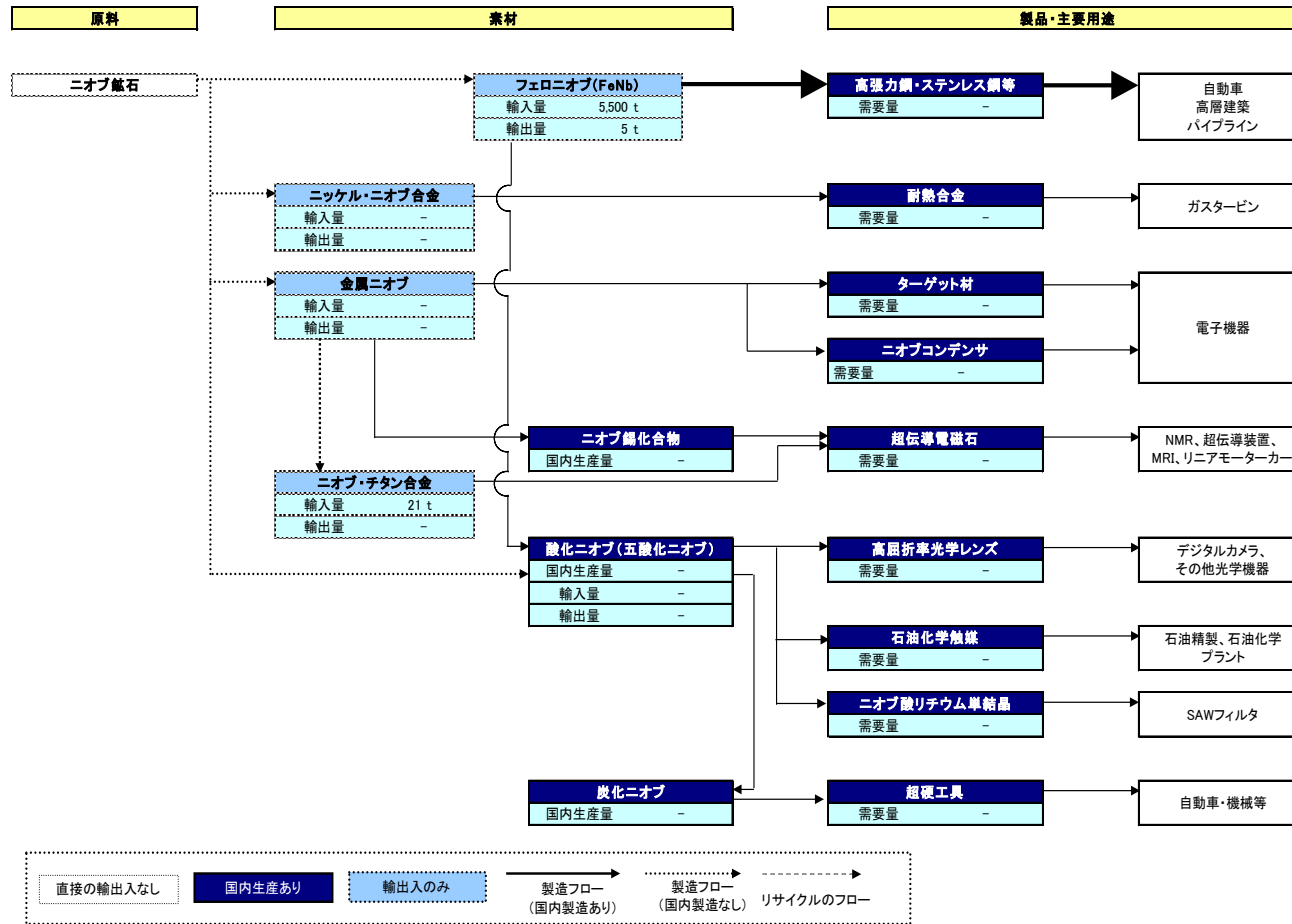
リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛けの消費})$
見掛けの消費	$= (\text{国内発生量}) + (\text{原料・素材の輸入量}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

- ※ 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。
- ※ 素材とはニオブチタン合金、FeNb の値。
- ※ 国内発生量には使用済み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。

⁶ Recycling: Niobium was recycled when niobium-bearing steels and superalloys were recycled; scrap recovery, specifically for niobium content, was negligible. The amount of niobium recycled is not available, but it may be as much as 20% of apparent consumption. <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/niobium/mcs-2018-niobi.pdf>

5.マテリアルフロー(純分 t)

ニオブのマテリアルフロー(2017年)



※製品の需要量=国内で生産又は国内に輸入された原料、素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。
 ※純分換算率: FeNb65%, ニオブ・チタン合金60%、五酸化ニオブ79.5%、炭化ニオブ88.6%
 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。

