

## モリブデン Mo

**【用途】** 特殊鋼、ステンレス鋼の添加剤の他触媒にも利用

モリブデンは約 2,600°Cの高い融点と機械的強度及び剛性に優れるなどの特性を持つ。そのため主に特殊鋼用に使われている。強度を増すための鋼への添加剤、ステンレスへの添加剤、照明器具等に用いられるほか、また近年は石油精製触媒、石油化学用触媒、金属ターゲットなどの分野が伸びつつある。

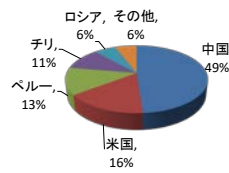
**【特性】**

- ・機械的強度が大きく、剛性が強い
- ・電気伝導、熱伝導が良い
- ・高温で展性、延性に富み、鑄造や圧延が容易

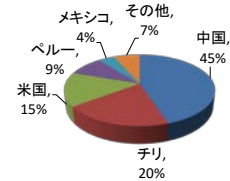
### 【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計)

国別埋蔵量 (合計 170,000 千t)、出典:USGS2018

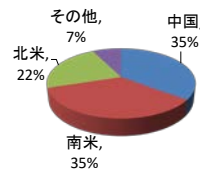


国別鉬石生産量(合計 290 千t)、出典:USGS2018



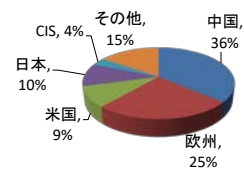
国別モリブデン生産量(合計 257.7 千t)

出典:IMOA2018



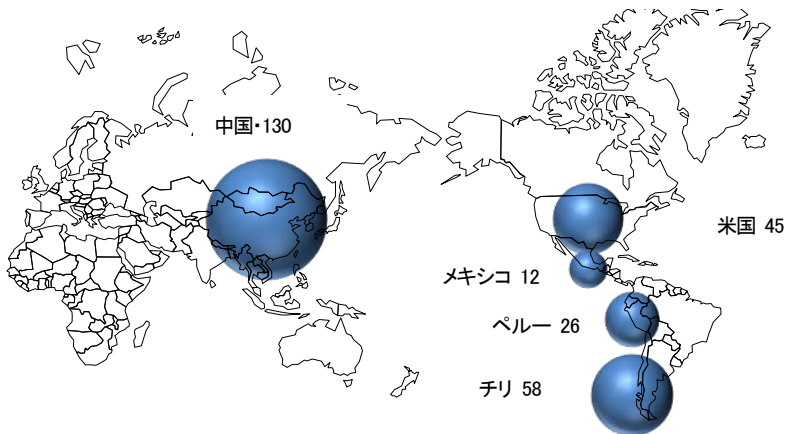
国別モリブデン消費量(合計 253.1 千t)

出典:IMOA2018

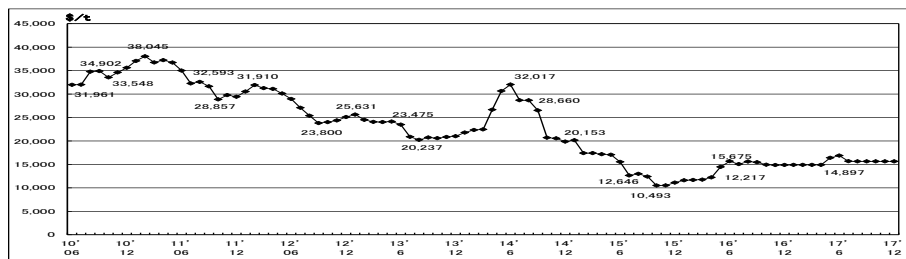


**【世界の主要鉬石生産国】** 中国、アメリカ、南米の産銅国で生産 全世界で 290 千t

国名、国別生産量(千t、2017 年間値)、出典:USGS2018



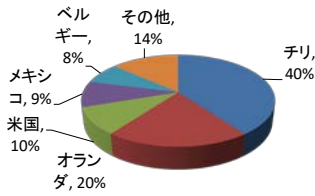
**【LME 価格の推移】**(2010 年から 2017 年まで、縦軸 0~45,000\$/t)



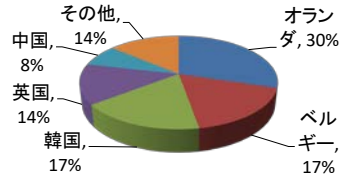
【貿易概況】 出典:世界 Global Trade Atlas、日本財務省貿易統計

■世界

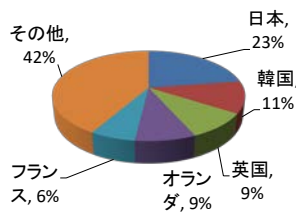
モリブデン精鉱(焙焼)主要輸出国  
(2017年合計 187.2 マテリアル千 t)



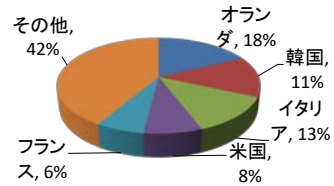
フェロモリブデン主要輸出国  
(2017年合計 94.5 マテリアル千 t)



モリブデン精鉱(焙焼)主要輸入国  
(2017年合計 171.3 マテリアル千 t)

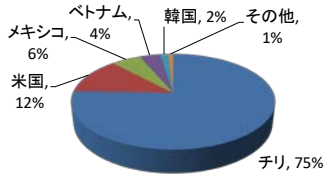


フェロモリブデン主要輸入国  
(2017年合計 109.4 マテリアル千 t)

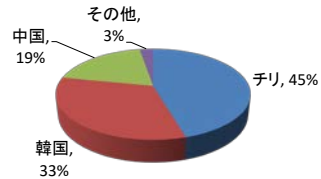


■日本

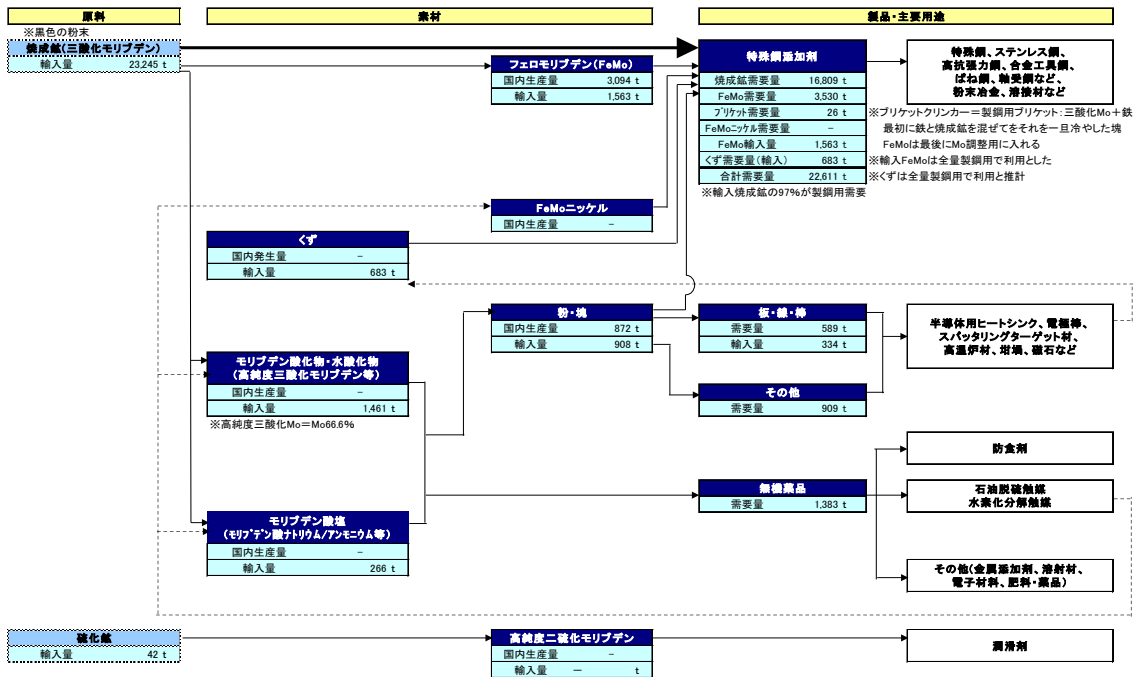
焼成鉬(三酸化モリブデン)主要輸入相手国  
(2017年合計 23.2 純分千 t)



フェロモリブデン主要輸入相手国  
(2017年合計 1,563 純分 t)



【鉬石から製品まで】



## 【概要】

- ・中国をはじめステンレスの生産が好調であるため、モリブデン全体の需要は世界も日本も堅調である。
- ・金属モリブデンの国内需要については減少傾向で、新たな用途開発が望まれる。
- ・調達先が世界に分布しているため、資源調達リスクは比較的少ない。さらには日本にとって最大の焼成鉬輸入先であるチリで 2019 年生産開始予定のプロジェクトが進行中である。

## 1.特性・用途

モリブデンは約 2,600°C の高い融点と機械的強度及び剛性に優れるなどの特性を持つ。また、電気伝導、熱伝導が良く、高温で展性、延性に富み、鑄造、圧延が可能な金属である。他の金属との合金は、硬度が増すと同時に耐熱性、耐蝕性が優れているなどの特徴があり、世界的に特殊鋼、特殊合金への添加剤として使用されている。

モリブデンの代表的鉬物は輝水鉛鉬 ( $\text{MoS}_2$ ) であり、銅鉬床の副産物として産することが多い。モリブデン精鉬は、浮遊選鉬により銅精鉬と分離され、焙焼し三酸化モリブデン (以下、 $\text{MoO}_3$ ) にする。三酸化モリブデンをテルミット還元することによりフェロモリブデン (以下、 $\text{FeMo}$ ) が製造される。また、三酸化モリブデンを昇華・精製することにより高純度な金属モリブデンが得られる。日本では、主に三酸化モリブデンを海外より輸入し、各種製品が作られる。

モリブデンは大半が鉄鋼用として  $\text{FeMo}$  や  $\text{MoO}_3$  の形で添加され、合金鋼、ステンレス鋼、高張力鋼、合金工具鋼、高速度鋼などに使用され、航空機、自動車部品の製造、建設用途に多く用いられている。身近なところでモリブデン鋼は包丁や医療用メスにも使用されている。

また、タングステンよりも安価で、熱伝導が良い上に加工が容易であるため、線、棒、板などに加工した金属モリブデンが、照明機器 (マンドレル、反射鏡など) や様々な電子部品、自動車部品などに使われている。更に、その優れた耐熱性から高温炉材、耐熱耐食合金としても用いられているほか、高純度三酸化モリブデンとして、石油精製触媒や、石油化学用触媒などの触媒や金属ターゲット材の原料としての需要も増加しつつある。二硫化モリブデン (以下、 $\text{MoS}_2$ ) は黒鉛と同じような層状の構造を持ち、摩擦係数が低いことから、減摩材として工業用の潤滑油やエンジンオイルの添加剤に用いられる。

## 2.需給動向

### 2-1.世界の需給動向

世界のモリブデン鉬石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。

2017 年の鉬石生産量は、第 1 位の中国が前年比 100% の 130 千 t、第 2 位のチリが同 104% の 58 千 t、第 3 位の米国が同 125% の 45 千 t、全体では同 104% の 290 千 t となった。モリブデンは銅の副産物であり、鉬石生産が少し増えているのは銅鉬山の最近の好調さを反映している。2015 年に生産量が落ち込んだことを除けばこの 10 年間概ね緩やかではあるが増加傾向である。

チリ、ペルー、メキシコなどではモリブデン精鉬の生産量は銅鉬山の操業状況に左右される。一方、米国、カナダ、中国などでは、モリブデンのみを対象として採掘する (プライマリー) 鉬山からモリブデン精鉬を生産しており、市況動向に応じてモリブデンの生産量をコントロールしていると見られる。

2017 年の場合、銅鉬石の生産量割合を見ると、チリ 27%、ペルー 12%、中国 8%、米国 6%、DR コンゴ 5% などとなっている。一方、同年のモリブデン鉬石の生産量割合については、チリ 20%、ペルー 9%、中国 45%、米国 15%、メキシコ 4% となっている。中国の生産割合に注目すれば、銅鉬石のシェア 8% に対して、モリブデン鉬石のシェアが 47% と際だって高い。中国の場合、2017 年はモリブデンのみを採掘する (プライマリー) 鉬山からの生産比率が高かったことを意味する。

表 2-1 世界のモリブデン鉱石生産量<sup>1</sup>

単位：純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	81.0	93.5	93.6	106.0	104.0	101.0	103.0	83.0	130.0	130.0	100%	44.8%
チリ	33.7	34.9	37.2	40.9	35.1	38.7	48.8	52.6	55.6	58.0	104%	20.0%
米国	55.9	47.8	59.4	63.7	60.4	60.7	68.2	47.4	35.8	44.6	125%	15.4%
ペルー	16.7	12.3	17.0	19.1	16.8	18.1	17.0	20.2	25.8	26.0	101%	9.0%
メキシコ	7.8	7.8	10.9	10.9	11.0	12.1	14.4	2.5	11.9	12.0	101%	4.1%
アルメニア	4.3	4.2	4.2	4.5	4.9	6.7	7.1	7.2	6.3	6.3	100%	2.2%
イラン	3.8	3.7	3.7	3.7	6.3	4.0	4.0	3.5	3.5	3.5	100%	1.2%
ロシア	—	—	—	—	—	—	4.8	4.5	4.5	3.0	67%	1.0%
カナダ	7.7	8.8	8.3	8.4	9.0	7.6	9.7	2.3	2.7	3.0	111%	1.0%
その他	7.1	8.0	7.8	6.7	11.4	8.7	4.0	11.8	2.9	3.6	125%	1.2%
合計	218.0	221.0	242.0	263.9	259.0	258.0	281.0	235.0	279.0	290.0	104%	100%

出典：United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Molybdenum Mine Production」

※その他はUSGSの生産量合計値(概算値)と各国生産量の合計値の差分、但し、マイナスの場合は0とした。

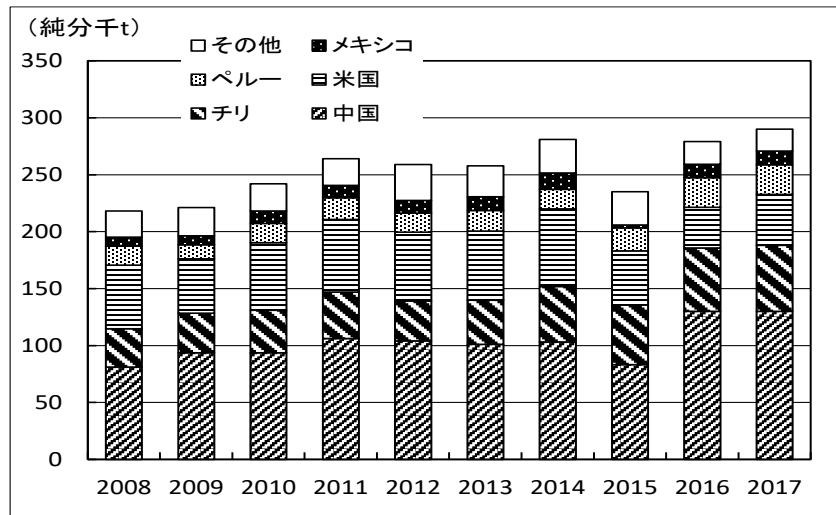


図 2-1 世界のモリブデン鉱石生産量

## 2-2 国内の需給動向

国内のモリブデンの需給動向を表 2-2、図 2-2、図 2-3 に示す。

2017 年の供給では輸入が前年比 105%の 28,502t と増加、一方回収も同 126%の 486t と 3 年連続の減少から増加に転じ、供給量全体では前年比 105%の 28,988t であった。

また需要では内需の合計が同 108%の 25,492t と増加、輸出も前年比 130%の 1,234t と増加、需要量全体では同 107%の 26,823t であった。内需の内訳は、製鋼向けが前年比 108%の 22,611t、金属モリブデン生産向けが同 133%の 589t と大幅に減少した前年から反発、モリブデン粉が同 106%の 872t、無機薬品生産向けは同 96%の 1,383t と 2 年連続で増加の後若干減少、その他が同 123%の 909t であった。

国内のモリブデン需要は構造材としての需要に影響を受ける事も多く、受注後の生産と納期まで一般的に約半年程度の時間差が生じる。このため、需給量や輸出入量の数値が年を跨いで反映されることも起きるため、需給動向の変化は数年の傾向を見る必要がある。

表 2-2 で金属モリブデン生産向けが 2015 年に前年比 81%、更には 2016 年にも同 54%と減少している。2017 年は同 133%と回復したが需要が少ない状態は継続している。これは、電子材料分野において 2015 年

<sup>1</sup> JOGMEC 金属資源情報では、2017 年、チリ 62.7 純分千 t、前年比 113%、ペルー 28.1 純分千 t、同 106%。

に主用途のモリブデン坩堝(るつぼ)の種類が変更されたことによる。これまで、携帯電話用カバーガラスの製造工程ではモリブデン坩堝が使われてきたが、カバーガラスの強度向上のため種類が変わる過程で、モリブデンを使用しない坩堝に変更されたものと考えられる。

表 2-2 モリブデンの国内需給

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
供給	輸入(鉱石、素材、製品) <sup>3)</sup>	30,064	17,230	26,967	29,721	28,043	25,779	31,433	28,209	27,137	28,502	105%	
	回収(触媒等) <sup>4)</sup>	869	868	845	516	488	580	494	432	387	486	126%	
	合計(輸入+回収)	30,933	18,098	27,812	30,237	28,531	26,360	31,927	28,640	27,523	28,988	105%	
内需	製鋼	直接投入鉱石量※2	16,126	8,559	14,580	16,489	15,023	13,127	16,755	15,849	15,602	16,809	108%
		輸入くず(製鋼用投入)	420	597	709	750	856	814	901	955	711	683	96%
		三酸化モリブデン※1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		FeMo生産向け <sup>5)</sup>	3,292	2,480	3,363	3,548	3,457	3,679	4,088	2,870	3,349	3,530	105%
		(FeMo <sup>1)</sup> )	2,823	2,231	2,861	3,204	2,862	2,821	3,313	2,864	2,972	3,094	104%
		輸入FeMo(製鋼用投入)	2,063	575	1,429	1,483	1,320	1,084	1,531	802	1,259	1,563	124%
		ブリケット生産向け <sup>5)</sup>	98	32	32	31	43	33	31	36	26	26	100%
		小計	21,999	12,242	20,112	22,301	20,699	18,735	23,307	20,512	20,947	22,611	108%
	金属モリブデン生産向け <sup>5)</sup>	920	500	745	666	743	829	1,020	824	443	589	133%	
		(モリブデン粉 <sup>2)</sup> )	1,305	783	1,224	1,190	1,061	1,062	1,188	893	821	872	106%
		無機薬品生産向け <sup>5)</sup>	1,510	1,209	1,373	1,511	1,236	1,257	1,177	1,340	1,444	1,383	96%
		その他 <sup>5)</sup>	625	480	494	633	611	656	792	718	740	909	123%
	小計	25,054	14,431	22,725	25,111	23,290	21,477	26,296	23,394	23,574	25,492	108%	
輸出(製品、素材、鉱石) <sup>3)</sup>	1,712	1,954	1,823	1,669	1,526	1,677	1,607	1,331	948	1,234	130%		
合計	26,766	16,386	24,549	26,780	24,816	23,155	27,902	24,726	25,180	26,823	107%		
供給-需要	4,167	1,712	3,263	3,458	3,715	3,205	4,025	3,915	2,343	2,165			

出典：1) 経済産業省 非鉄金属等需給動態統計、2014年以降については日本フェロアロイ協会(フェロアロイ生産推移)

2) 工業レアメタル「モリブデン製品の生産実績」(タングステン・モリブデン工業会)

3) 輸出入：財務省貿易統計

4) 触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書」

5) 経済産業省資源エネルギー庁 非鉄金属等需給動態統計(用途別消費量)

純分換算率：表3-1参照

※1 製鋼用の三酸化モリブデンの直接投入における供給量及び需要量の統計は見当たらない。

※2 直接の統計はないが、用途が不明な鉱石が直接製鋼用に投入されたものとして次式より算出した。(輸入鉱石量-輸出鉱石量)-(FeMo生産向け+ブリケット生産向け+金属Mo生産向け+無機薬品生産向け+その他向け)

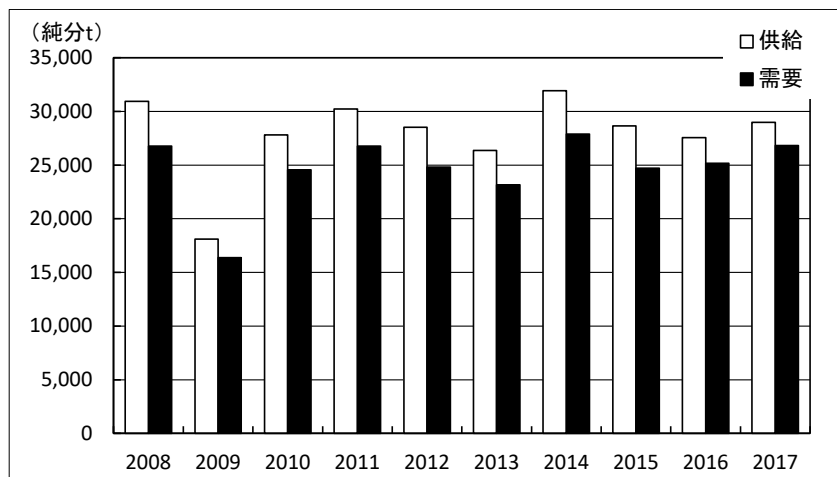


図 2-2 モリブデンの国内需給

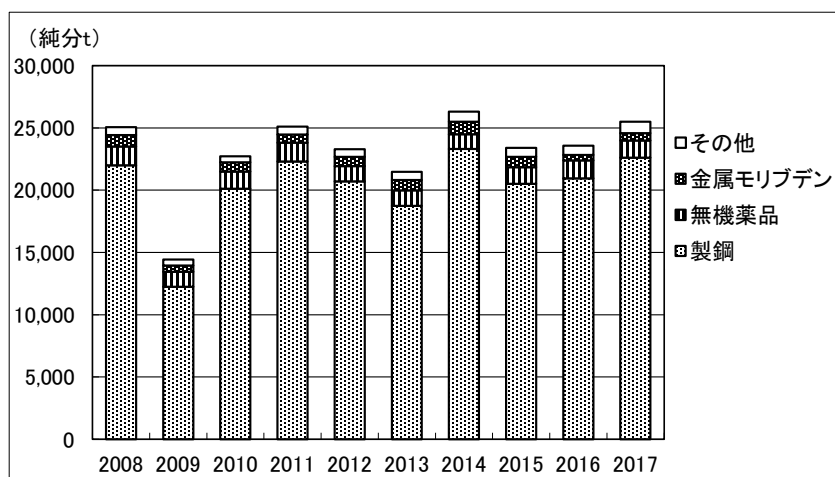


図 2-3 モリブデンの内需

### (1) 製鋼用

世界と同様に、日本国内のモリブデン需要では製鋼用が多い。

製鋼用では主に輸入焼成鉬 ( $\text{MoO}_3$ ) が利用されるが、その他に輸入のフェロモリブデン (以下、FeMo) や国内生産の FeMo、また、くずも使用される。

焼成鉬 ( $\text{MoO}_3$ ) は、製鋼原料として一次製錬の段階でそのまま転炉・電炉に直接投入される。モリブデンの製鋼向けの需要を見るためには、焼成鉬の直接投入分が必要であるが、直接投入分に関する統計がない。そこで、鉬石の用途別消費統計を利用して、ここでは輸入された鉬石量より、輸出鉬石分を除き、その上で FeMo、ブリケット (三酸化モリブデンブリケット: 以下、ブリケット)、金属モリブデン、無機薬品、その他の生産に使われたモリブデン精鉬消費量を差し引いたものを直接投入量として算出した。

ブリケット ( $\text{MoO}_3$ ) も FeMo も主に製鋼の二次製錬の段階で成分調整を行うために用いられている。これらの生産に使われたモリブデン鉬石の消費量も表 2-2 に示した。2017 年のブリケット生産向けの消費量は前年比 100% の 26t、FeMo 向けの消費量は前年比 105% の 3,530t であった。

以上をまとめると、製鋼用に消費されたモリブデン量は、輸入鉬石の直接投入分に加え、鉬石からの FeMo 生産分やブリケット生産分、及び輸入された製鋼用投入の輸入くずも消費される。2017 年の合計消費量は前年比 108% の 22,611t であった。

### (2) 金属モリブデン

金属モリブデンとは、電極等に用いられる細線や線、棒、その他液晶用ターゲット・電気炉リフレクター板・敷板・陰極等で用いられる板や加工品である。

2016 年の金属モリブデン向けの鉬石消費量は前年比 54% の 443t と大幅に減少したが、2017 年は前年比 133% の 589t と反発した。

### (3) 無機薬品

無機薬品とは、防食剤、石油脱硫触媒、水素化分解触媒、その他肥料・薬品向け等が含まれる。

防食剤には主にモリブデン酸ナトリウムが使用される。石油脱硫触媒にはピュアオキサイドが使用され、水素化分解触媒にはモリブデン酸アンモニウムが使用される。

2016 年の無機薬品向けのモリブデン鉬石の消費量 (モリブデン純分量) は前年比 108% の 1,444t と 2 年連続で増加が続いていたが、2017 年は前年比 96% の 1,383t と 2015 年の水準に戻った。2017 年に日本国内で生産された石油精製触媒の生産量は、前年比 91% の 46,992t (触媒の重量) であった。ガソリン・重油の製造で使用する石油精製の触媒は数年毎に交換されるが、2016 年に交換需要や中国向けの環境対策等で石油精製用触媒の需要が増えた反動で 2017 年は減少したと推測される。

### 3.価格動向<sup>2</sup>

モリブデンのLME 価格を図3に示す。

2014年6月から2015年10月まで続いた下げ傾向が落ち着いた2016年の基調が2017年も大筋で継続している。年間平均価格は前年の14.0千\$/tに対し15.6千\$/tと11%の値上がりであった。2017年5、6月に16.9千\$/tと一旦17.0千\$/tに迫る場面もあったものの年後半は、15.6千\$/t台で安定、殆ど値動きは無かった。

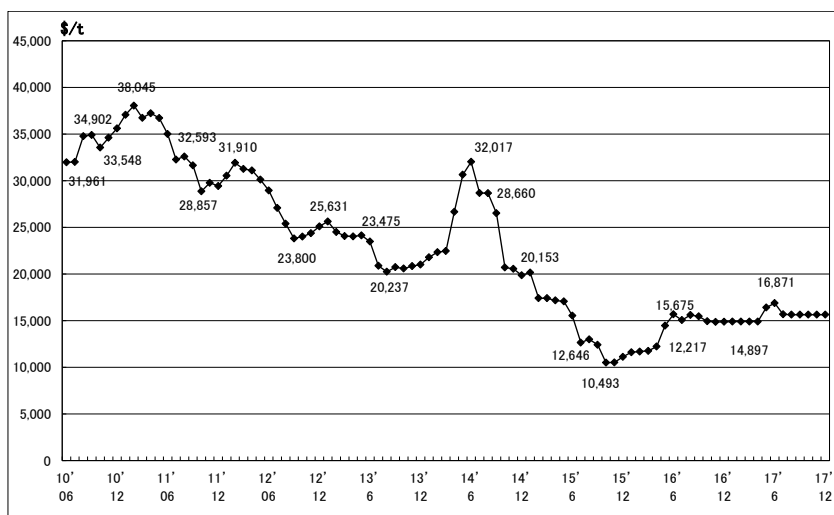


図3 モリブデンのLME 価格(MONTHLY AVERAGE)

### 4.輸出入動向

#### 4-1.輸出入動向

モリブデンの輸出入数量を表4-1、図4-1、図4-2に示す。

2017年のモリブデンの輸入量は前年比105%の28,502tで、輸出量は同130%の1,234tであった。

輸入についてみると、モリブデン酸塩が前年比53%の266t、くずが同96%の683tと大きく減少した昨年を更に下回った。一方FeMoが同124%の1,563t、塊・粉は同148%の908tと反発した。

一方で、モリブデン酸化物・水酸化物の輸入量は前年比72%の1,461tと大きく減少し、2014年以降3年連続して増加した以前の2012年並の水準に減少している。

また、輸出では、モリブデン酸塩が前年比117%の476tと5年連続で増加、塊・粉が前年比515%の291tと大幅に増加した。塊・粉については輸入も上述の通り増えている。

棒・板・線・その他については輸出入ともに前年の低調が更に継続している。

なお二硫化モリブデンは2016年よりHSコードが廃止されている。

<sup>2</sup> P.3 脚注1 参照。 ” Molybdenum is steadily rebounding from the lows it reached in 2015, when it was the year’s worst-performing metal. In fact, in 2017 molybdenum prices rose an impressive 25 percent.”

表 4-1 モリブデンの輸出入数量

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
原料	焼成鉬 (主に三酸化モリブデン)	輸入	22,528	13,285	20,564	22,886	21,091	19,563	23,873	21,630	21,568	23,245	108%
		輸出	14	39	19	8	6	17	17	13	0	41	—
	硫化鉬	輸入	58	14	43	45	29	34	26	27	37	42	115%
		輸出	—	0	—	—	0	—	19	6	0	0	—
	小計	輸入	22,585	13,298	20,607	22,886	21,120	19,597	23,899	21,657	21,604	23,287	108%
		輸出	14	39	19	8	6	17	36	19	0	41	—
		輸入-輸出	22,571	13,259	20,588	22,878	21,114	19,580	23,864	21,638	21,604	23,246	108%
素材	モリブデン酸化物 水酸化物	輸入	985	553	708	1,385	1,434	1,372	1,531	1,760	2,027	1,461	72%
		輸出	19	8	59	158	9	11	30	15	15	20	132%
	モリブデン酸塩	輸入	922	774	849	1,053	898	758	869	824	500	266	53%
		輸出	139	103	146	164	150	172	327	358	407	476	117%
	FeMo(フェモリブデン)	輸入	2,063	575	1,429	1,483	1,320	1,084	1,531	802	1,259	1,563	124%
		輸出	10	321	93	21	17	22	13	19	7	10	146%
	塊・粉	輸入	1,116	411	1,179	865	959	821	1,430	802	613	908	148%
		輸出	87	141	68	125	41	30	17	20	56	291	515%
	くず	輸入	420	597	709	750	856	814	901	955	711	683	96%
		輸出	22	61	77	48	129	166	133	53	56	132	234%
	二硫化モリブデン	輸入	674	286	662	678	850	749	810	785	—	—	—
		輸出	382	229	157	145	157	346	234	248	—	—	—
小計	輸入	6,180	3,196	5,535	6,214	6,317	5,597	7,072	5,927	5,110	4,881	96%	
	輸出	659	864	599	661	503	747	754	712	542	928	171%	
	輸入-輸出	5,521	2,332	4,936	5,553	5,812	4,850	6,318	5,215	4,568	3,953	87%	
製品	棒・板・線・その他	輸入	1,296	736	825	621	606	585	461	625	422	334	79%
		輸出	1,038	1,052	1,205	1,000	1,014	913	817	600	406	265	65%
		輸入-輸出	257	-316	-380	-379	-409	-328	-355	25	16	69	428%
合計	輸入	30,061	17,230	26,967	29,721	28,043	25,779	31,433	28,209	27,137	28,502	105%	
	輸出	1,712	1,954	1,823	1,669	1,526	1,677	1,607	1,331	948	1,234	130%	
	輸入-輸出	28,349	15,275	25,144	28,052	26,517	24,102	29,826	26,878	26,188	27,268	104%	

出典：財務省貿易統計

純分換算率：焼成鉬60%、モリブデン酸塩59%、粉・塊100%、くず100%、棒・板・線100%、二硫化モリブデン60%

純分換算率(硫化鉬)：(輸入分・輸出分ともに)2011年まで60%、2012年以降50%

純分換算率(FeMo)：(輸入)2011年まで62%、2012年以降70%、(輸出分)62%

純分換算率(酸化物・水酸化物)：(輸入分・輸出分ともに)2011年まで59%、2012年以降66.6%

※二硫化モリブデンのHSコードが2016年から無くなったので、値の欄は空欄とした。

純分換算率：(2011年以前)鉬石50%、モリブデン酸塩59%、モリブデン酸化物・水酸化物59%、FeMo70%、粉・塊100%、くず100%、棒・板・線100%、二硫化Mo60%

純分換算率：(2012年以後)鉬石60%、モリブデン酸塩59%、モリブデン酸化物・水酸化物66.6%、FeMo輸出62%・輸入70%、粉・塊100%、くず100%、棒・板・線100%、二硫化Mo60%

※原料は鉬石(三酸化モリブデン)、鉬石(硫化鉬)、素材はモリブデン酸化物・水酸化物、モリブデン酸塩、FeMo、粉・塊、くず、二硫化モリブデン、製品は棒・板・線による。

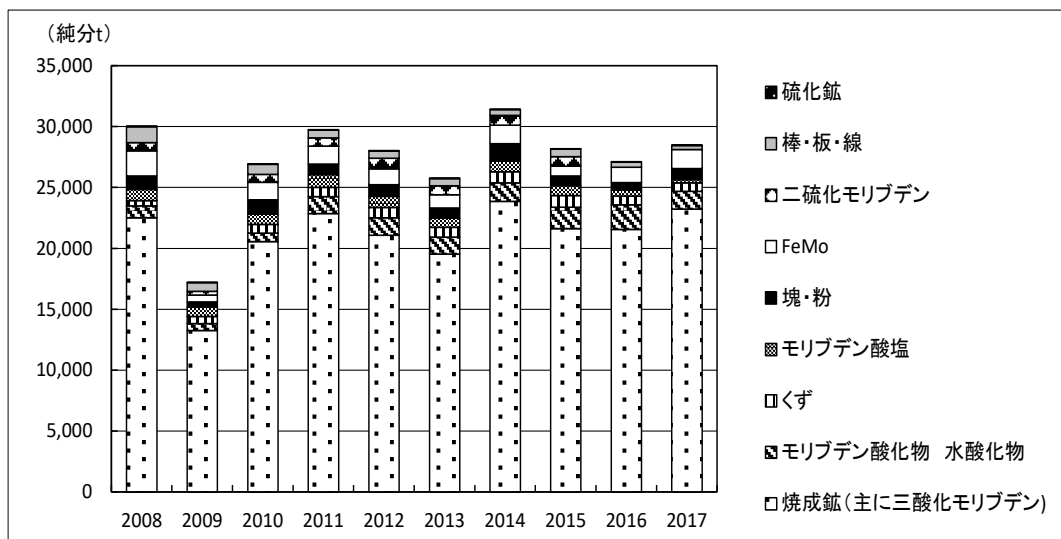


図 4-1 モリブデンの輸入数量



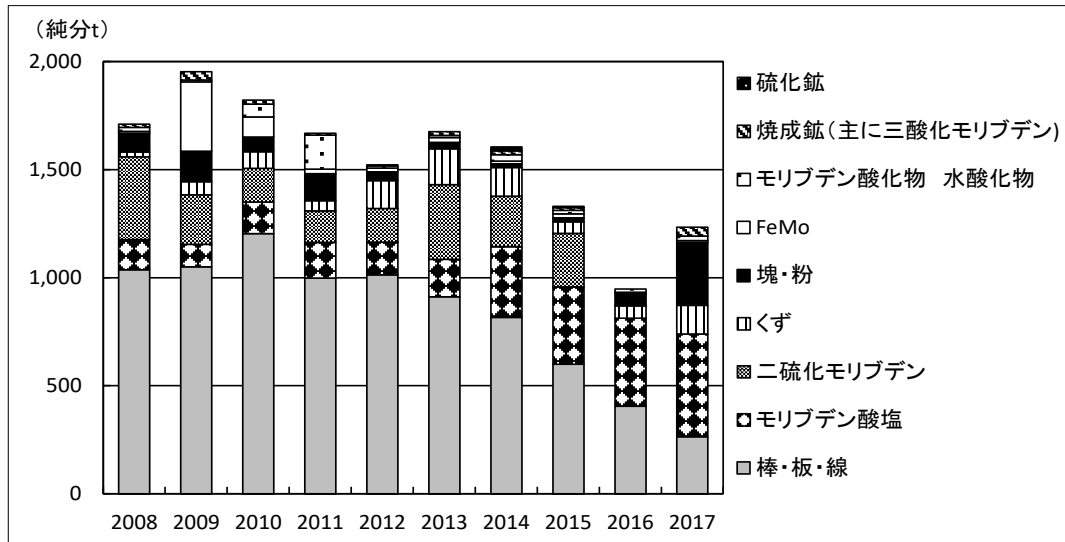


図 4-2 モリブデンの輸出数量

4-2.輸出入相手国

4-2-1.焼成鉬(三酸化モリブデン)

焼成鉬 ( $MoO_3$ ) の輸出入相手国を表 4-2、図 4-3 に示す。

2017年の焼成鉬の輸入量は前年比108%の23,245tであった。主要輸入相手国はチリ、米国であり、これら上位2か国で輸入量の87%を、チリ1か国で75%を占めている。上位4か国からの輸入が増加したのに対し、3年連続で韓国からの輸入が減少している。

表 4-2 焼成鉬(三酸化モリブデン)の輸入相手国

		単位: 純分t										17/16比	構成比
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
輸 入	チリ	11,203	7,633	11,587	13,004	12,313	11,306	13,941	14,222	16,457	17,382	106%	75%
	米国	3,721	2,338	3,002	4,193	3,335	3,479	2,534	2,005	1,909	2,862	150%	12%
	メキシコ	2,890	946	1,374	1,275	955	1,180	1,609	2,052	1,259	1,284	102%	6%
	ベトナム	97	11	95	360	380	540	1,088	871	684	900	132%	4%
	韓国	380	495	1,115	1,045	1,607	943	1,386	1,010	725	366	50%	2%
	ベルギー	828	420	1,103	972	480	180	384	684	230	204	89%	1%
	タイ	—	—	—	12	51	36	—	144	161	199	123%	1%
	オランダ	469	60	131	108	0	12	0	0	132	48	36%	0%
	中国	607	258	353	344	217	154	60	12	10	—	—	—
	カナダ	1,965	1,060	1,792	1,570	1,726	1,734	2,858	618	—	—	—	—
	その他	837	125	143	112	26	12	—	—	—	—	—	—
合計		22,528	13,285	20,564	22,886	21,091	19,563	23,873	21,630	21,568	23,245	108%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 焼成鉬(三酸化モリブデン)60%

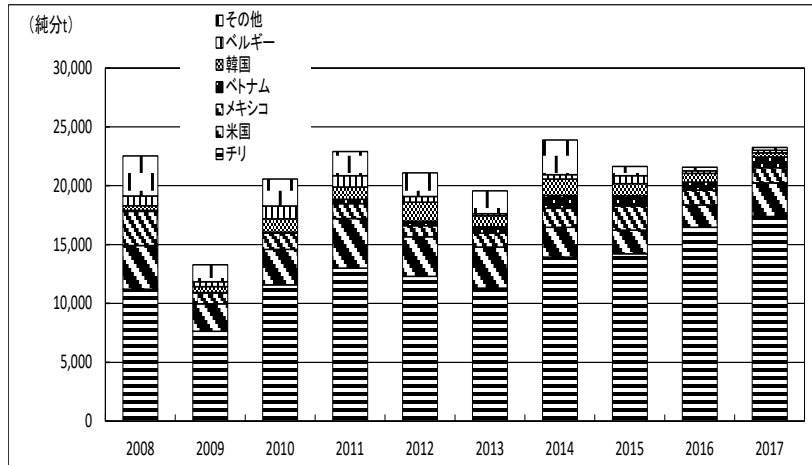


図 4-3 焼成鉬(三酸化モリブデン)の輸入相手国

4-2-2.モリブデン酸化物・水酸化物

モリブデン酸化物・水酸化物の輸出入相手国を表 4-3、輸入相手国を図 4-4 に示す。

2017 年の酸化物・水酸化物の輸入量は前年比 72%の 1,461t であった。中国からの輸入量が前年比 74%の 1,077tと大幅に減少したことが大きい。その他には台湾が前年比 47%の 119tと半減したのが目立つ。主要輸入相手国は中国、チリ、台湾であり、この 3 か国で輸入量の 94%を占める。

表 4-3 モリブデン酸化物・水酸化物の輸出入相手国

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	2	12	-	191	269	375	561	776	1,457	1,077	74%	74%
	チリ	273	161	232	283	258	233	228	161	123	184	150%	13%
	台湾	-	12	14	248	260	240	279	257	254	119	47%	8%
	米国	280	213	379	580	563	467	422	360	47	45	95%	3%
	その他	430	156	83	83	84	57	41	205	147	36	25%	2%
	合計	985	553	708	1,385	1,434	1,372	1,531	1,760	2,027	1,461	72%	100%
輸出	韓国	10.4	5.2	10.6	6.0	7.1	8.2	9.3	8.7	9.7	11.2	116%	55%
	インドネシア	-	-	2.2	-	1.1	-	9.1	0.3	0.3	5.7	2125%	28%
	イタリア	-	-	-	-	-	-	6.7	-	1.3	0.7	50%	3%
	台湾	0.6	0.7	44.6	151.0	0.3	0.3	0.3	0.7	1.3	0.5	36%	2%
	ドイツ	-	-	1.2	-	-	-	-	1.3	0.0	0.3	-	1%
	中国	5.0	2.4	0.1	0.1	0.1	1.5	4.2	3.9	1.3	0.2	12%	1%
	その他	2.7	-	0.4	0.4	0.6	0.9	0.4	0.6	1.5	1.8	121%	9%
	合計	18.8	8.2	59.0	157.5	9.2	10.9	30.0	15.4	15.4	20.3	132%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：(2011年以前)モリブデン酸化物・水酸化物59%

(2012年以降)モリブデン酸化物・水酸化物66.6%

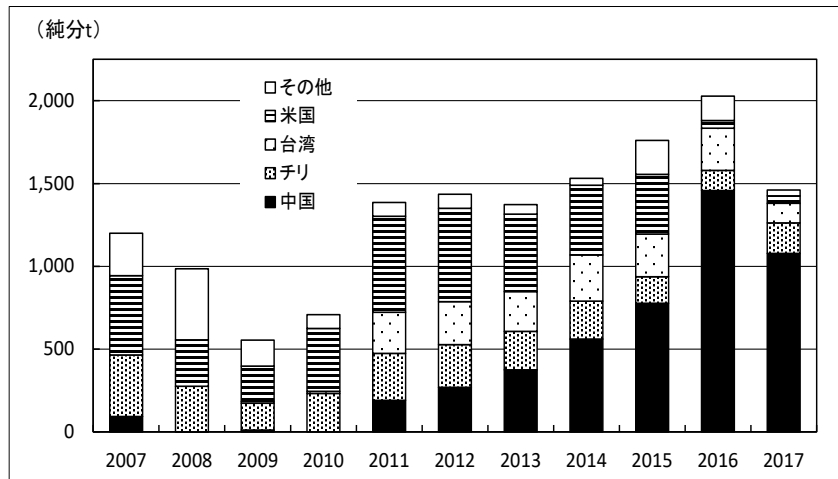


図 4-4 モリブデン酸化物・水酸化物の輸入相手国

#### 4-2-3.モリブデン酸塩

モリブデン酸塩の輸出入相手国を表 4-4 に示す。

2017 年のモリブデン酸塩輸入量は前年比 53% の 266t であった。中国からの輸入量が前年比 44% の 196t と大幅に減少したことが大きいものの、主要輸入相手国は引き続き中国であり、輸入量の約 74% を占める。その他米国、チリ等から輸入されている。

一方、主要輸出相手国はドイツ、イタリア、韓国、タイである。2017 年のドイツへの輸出数量は、前年比 107% の 153t であった。ドイツ向けは触媒用途と見られる。

表 4-4 モリブデン酸塩の輸出入相手国

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	586	602	705	875	756	609	706	716	443	196	44%	74%
	米国	175	31	59	106	47	39	48	32	33	45	137%	17%
	チリ	160	141	85	72	89	109	115	18	12	24	200%	9%
	台湾	-	-	-	-	-	-	-	39	12	-	-	-
	ドイツ	0	-	0	-	2	-	-	0	-	-	-	-
	その他	1	-	-	-	3	-	0	19	0	1	-	0%
	合計	922	774	849	1,053	898	758	869	824	500	266	53%	100%
輸出	ドイツ	0	0	0	-	-	-	140	80	143	153	107%	32%
	イタリア	6	6	7	8	5	5	6	61	54	110	205%	23%
	韓国	100	56	91	104	82	76	98	112	115	106	92%	22%
	タイ	4	6	5	19	38	59	48	64	62	69	111%	15%
	台湾	5	8	13	9	8	19	13	14	17	20	113%	4%
	中国	9	10	10	7	6	6	4	4	4	6	183%	1%
	スペイン	5	8	6	5	5	3	8	7	5	5	100%	1%
	インドネシア	2	1	2	1	2	2	3	2	3	3	118%	1%
	その他	9	9	12	12	5	2	7	13	5	3	58%	1%
	合計	139	103	146	164	150	172	327	358	407	476	117%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：モリブデン酸塩59%

#### 4-2-4.フェロモリブデン(FeMo)

FeMo の輸出入相手国を表 4-5 に示す。

2017 年の FeMo 輸入量は前年比 124% の 1,563t であった。韓国からの輸入が前年比 174% の 511t と大幅に増えたのが大きい。主要輸入相手国はチリ、韓国、中国であり、それぞれ全輸入量の 45%、33%、19% を占める。2015 年にほぼ半減したチリからの輸入量も回復しつつある。

表 4-5 FeMo 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	チリ	1,494	496	1,140	1,235	1,100	884	1,232	546	678	711	105%	45%
	韓国	247	64	279	198	141	190	199	219	293	511	174%	33%
	中国	284	6	-	42	64	5	99	23	288	300	104%	19%
	台湾	-	6	-	1	15	5	1	-	-	-	-	-
	その他	38	3	10	6	0	-	-	14	-	42	-	3%
	合計	2,063	575	1,429	1,483	1,320	1,084	1,531	802	1,259	1,563	124%	100%
輸出	タイ	5.5	2.6	3.9	5.2	4.8	4.9	3.9	4.5	1.7	3.1	185%	32%
	台湾	-	212.7	77.5	13.0	9.0	15.8	3.1	2.5	1.9	2.5	133%	26%
	フィリピン	0.6	0.5	0.9	1.0	1.7	1.0	3.7	2.5	2.4	2.2	90%	23%
	インドネシア	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	-	0.6	8.4	0.0	-	-	-
	その他	3.2	105.5	10.5	1.5	1.6	0.4	1.6	0.7	0.6	1.9	293%	19%
	合計	9.6	321.4	92.7	20.8	17.3	22.0	13.0	18.5	6.6	9.6	146%	100%

出典: 財務省貿易統計  
純分換算率: FeMo70%

#### 4-2-5.モリブデン粉・塊

モリブデン粉・塊の輸出入相手国を表 4-6 に示す。2017 年のモリブデン粉・塊の輸入量は前年比 148%の 908t であった。粉・塊の主要輸入相手国は中国とドイツで、全輸入量の 74%を中国、25%をドイツが占めている。中国からの輸入量が前年比 173%の 676t と増加したことで輸入量全体が大きく増えた。

一方輸出量が前年の約 5 倍の 291t と急増した。

表 4-6 粉・塊の輸出入相手国

単位: 純分t 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	651.7	220.3	576.8	482.9	632.8	471.8	813.1	343.2	391.3	676.0	173%	74%
	ドイツ	284.6	78.1	524.7	307.0	278.2	325.7	557.4	439.6	204.3	227.9	112%	25%
	米国	177.6	90.2	76.5	54.4	46.6	22.2	15.8	17.1	14.1	4.2	30%	0.5%
	ウズベキスタン	-	-	0.6	-	-	-	-	28.9	-	-	-	-
	オーストリア	0.1	-	-	-	-	-	14.4	-	-	-	-	-
	その他	2.5	22.6	0.0	21.2	1.3	1.2	0.6	1.9	3.6	0.2	6%	0%
	合計	1,116.5	411.2	1,178.7	865.4	958.9	821.0	1,430.1	801.7	613.3	908.2	148%	100%
輸出	台湾	0.0	60.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	27.1	178.4	657%	61%
	韓国	5.7	8.2	12.8	18.5	16.9	13.2	1.1	1.0	10.1	73.8	729%	25%
	オランダ	0.5	0.5	2.5	3.5	3.3	2.5	2.0	5.0	3.0	24.0	800%	8%
	米国	69.7	51.9	30.5	55.3	12.1	6.6	5.3	5.2	3.6	4.5	127%	2%
	タイ	1.6	1.5	4.6	4.0	5.4	4.1	4.0	3.4	3.4	3.7	110%	1%
	中国	1.6	11.5	3.6	7.6	2.6	3.0	2.6	1.5	5.1	3.6	71%	1%
	ベトナム	-	-	-	-	-	0.2	0.2	1.7	1.8	1.4	75%	0%
	その他	5.6	64.1	11.4	32.6	0.7	0.4	0.4	1.8	2.4	1.3	56%	0%
	合計	86.7	140.8	67.9	124.6	41.0	30.1	16.9	19.6	56.5	290.7	515%	100%

出典: 財務省貿易統計  
純分換算率: 粉・塊100%

#### 4-3.輸出入価格

モリブデンの原料・素材・製品の平均輸出入価格を表 4-7、モリブデン鉱石の平均輸入価格を図 4-5 に示す。

2017年のモリブデンの輸出入価格において、増減比が大きかった品目として、その他製品の輸出が前年比 375%、素材(くず)輸出が同 165%、製品(棒・形材・板)の輸入が同 162%、輸出 50%が挙げられる。原料では、焼成鉱(MoO<sub>3</sub>)の輸入において 2011 年以降下落基調が続いていたが、2017 年の輸入価格は前年比 129%の 10,348\$/tと 1 万ドル台を回復した。

輸出価格は、数量が少なく年により輸出先も変化するため、価格変動が大きい。

表 4-7 モリブデンの平均輸出入価格

		単位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
原料	焼成鉬 (三酸化モリブデン)	輸入	\$/t	42,653	16,613	20,053	21,223	17,472	12,889	15,274	10,038	8,003	10,348	129%
		輸出	\$/t	50,835	14,840	26,371	39,144	34,136	21,373	15,610	10,610	—	—	—
	硫化鉬	輸入	\$/t	23,105	24,922	22,806	24,283	25,705	22,742	27,271	25,508	24,697	24,157	98%
		輸出	\$/t	—	—	—	—	—	—	295	350	—	—	—
素材	モリブデン酸化物 水酸化物	輸入	\$/kg	55	20	23	25	21	16	19	13	14	14	98%
		輸出	\$/kg	44	27	23	24	35	26	24	18	19	21	107%
	モリブデン酸塩	輸入	\$/kg	43	16	21	22	19	14	17	12	11	13	118%
		輸出	\$/kg	40	19	21	25	23	15	18	12	12	12	105%
	FeMo	輸入	\$/kg	50	19	24	25	21	16	19	13	10	13	123%
		輸出	\$/kg	60	18	26	32	29	17	25	16	18	19	111%
	塊・粉	輸入	\$/kg	84	44	45	46	40	33	35	29	25	28	111%
		輸出	\$/kg	96	58	86	67	47	42	41	35	58	72	123%
	くず	輸入	\$/kg	36	17	22	25	22	17	20	16	14	16	111%
		輸出	\$/kg	42	26	35	27	18	16	17	8	13	22	165%
二硫化モリブデン	輸入	\$/kg	16	17	12	12	10	12	12	14	—	—	—	
	輸出	\$/kg	11	11	28	30	25	11	12	11	—	—	—	
製品	棒・形材・板	輸入	\$/kg	127	118	114	124	110	74	90	53	50	81	162%
		輸出	\$/kg	145	207	135	154	121	111	92	83	167	83	50%
	線	輸入	\$/kg	122	86	82	80	86	70	80	68	64	58	90%
		輸出	\$/kg	395	119	84	89	75	77	253	230	312	354	113%
	その他 製品	輸入	\$/kg	91	93	118	119	100	83	77	70	90	64	71%
		輸出	\$/kg	188	157	152	156	140	107	113	151	82	308	375%

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。

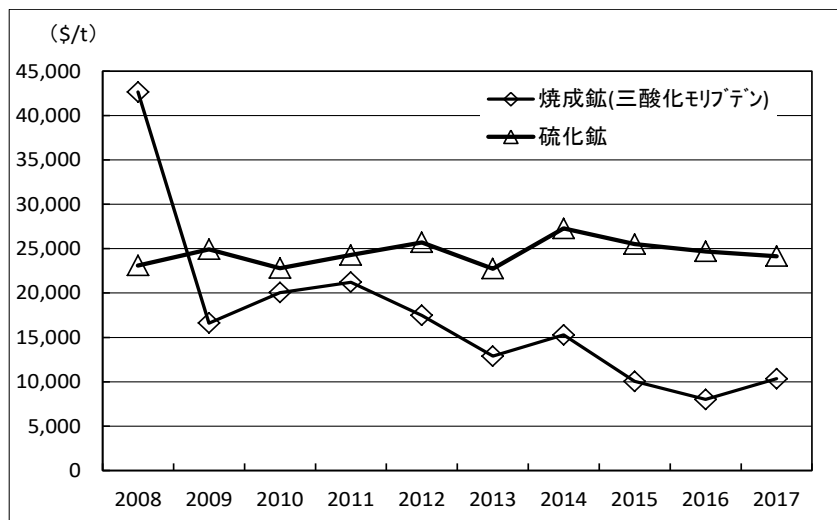


図 4-5 モリブデン鉱石の平均輸入価格

## 5.リサイクル

使用済触媒や製品からの回収品が鉬石以外の原料として各種素材に供給されている。

日本の場合、使用済み製品からのリサイクル量の統計値が触媒資源化協会数値のみであり、2017 年は486t(触媒から464t、金属スクラップから23t)の回収量であった。以下の定義により推計すると2017年におけるリサイクル率は1.8%である。国内では脱硫触媒からモリブデンの回収が行われている。

石油精製所では、石油の品質向上と大気汚染をもたらす硫黄を取り除くために脱硫触媒としてモリブデン系の触媒が使用されており、この使用済みの触媒からモリブデンの回収が行われている。国内では石油精製所の脱硫触媒が減少しているため、触媒等からのモリブデン回収も減少傾向にある。リサイクルの定義には該当しないが、製鉄用で発生したスクラップは再度生産に利用されている。即ちモリブデンのリサイクルは数字には出てこないものの、モリブデンは基本的にはステンレスとしてリサイクルされていると言える。

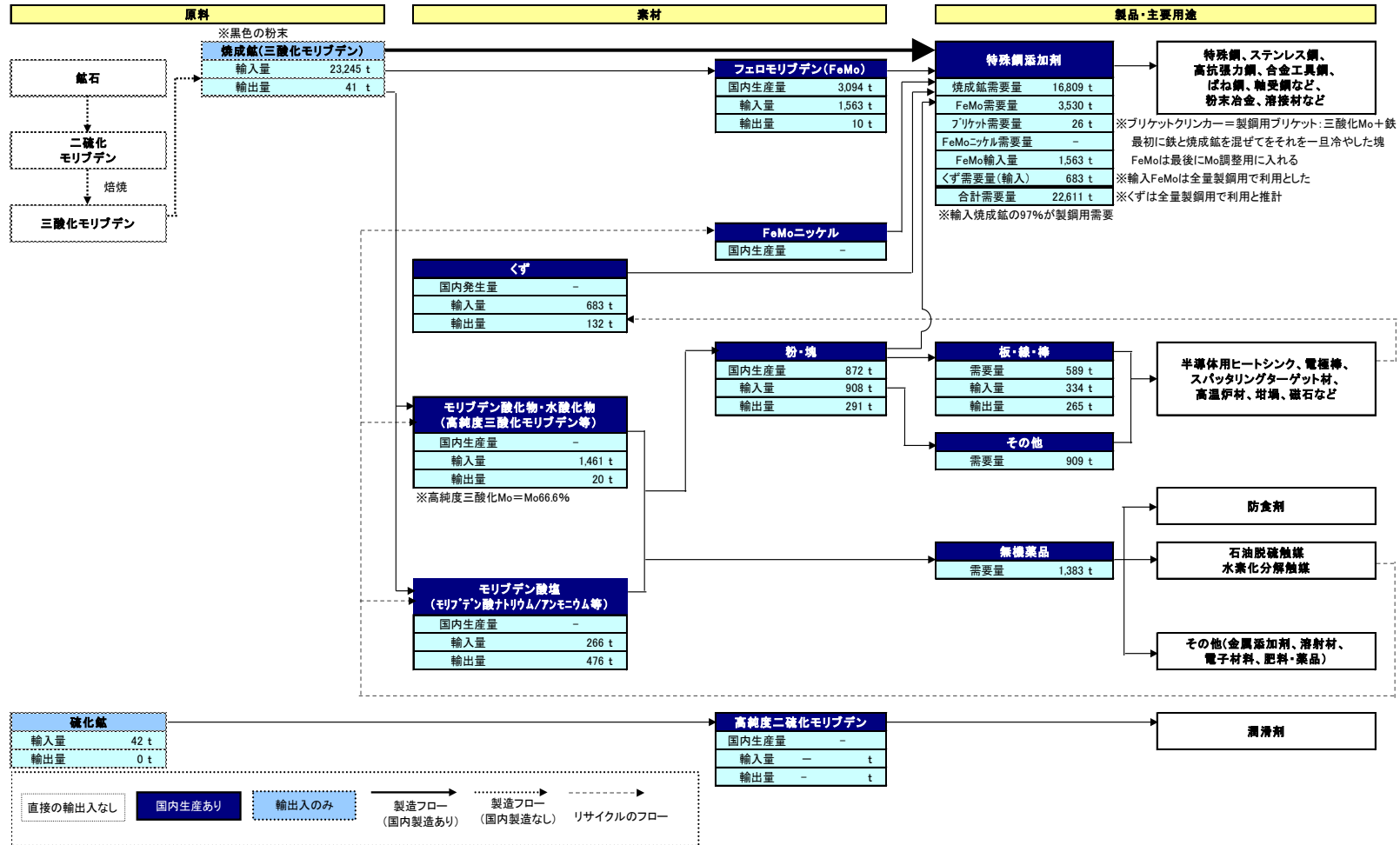
リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内発生量}) + (\text{原料・素材の輸入量}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

※原料は焼成鉬( $\text{MoO}_3$ )、硫化鉬、素材はモリブデン酸化物・水酸化物、モリブデン酸塩、 $\text{FeMo}$ 、塊・粉、くず、 $\text{MoS}_2$ の合計値

※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。モリブデンの場合には、触媒・金属スクラップからの回収を国内発生量とする。

6.マテリアルフロー

モリブデンのマテリアルフロー(2017年)



純分換算率: 鉱石60%、モリブデン酸塩59%、モリブデン酸化物・水酸化物66.6%、FeMo輸出62%・輸入70%、粉・塊100%、くず100%、棒・板・線100%、二硫化モリブデン60%  
 ※リサイクルのフローは市中スクラップからの回収分のみを表示。  
 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。

