

フッ素 F

【用途】冷媒、樹脂、洗浄剤、製鋼滓化剤等幅広い用途

蛍石(CaF₂)、氷晶石(Na₂AlF₆)、リン灰石(Ca₅(PO₄)₃F)などの鉱物から産出される。フッ素化合物の主な出発原料は、フッ化水素であり、主に蛍石から生産されている。最大需要用途は、エアコン冷媒等に使用されるフロンである。フッ素樹脂は耐熱性、耐薬品性、絶縁性等に優れ、フライパンから輸送機器におけるオイルシール、軸受、精密機械、電子基板など広い範囲で用いられている。フッ酸は半導体製造用のエッチング、液晶ガラスの薄化やステンレス製造用洗浄剤に用いられている。その他、リチウム電池用電解質、触媒、CVD 洗浄ガスなどフッ素の用途は幅広い。

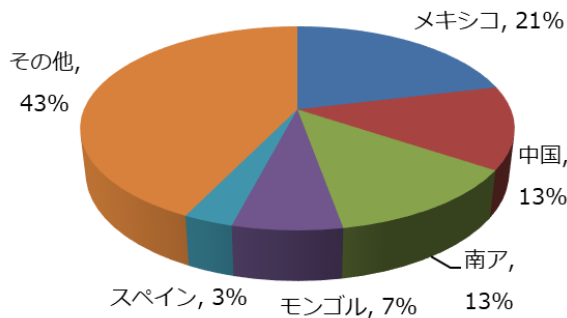
【特性】

- ・フッ素原子はすべての元素の中で最も電気陰性度が高い
- ・単体は二原子分子(F₂)の淡黄緑色、特異臭のある気体で極めて激しい化学反応性を有し、全ての元素と直接反応する

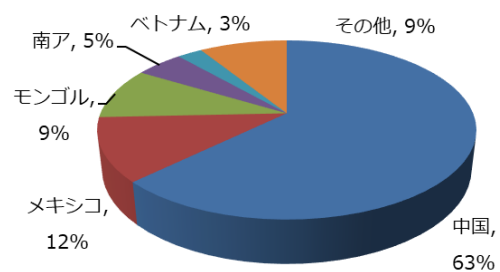
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2021年世界計) 出典:USGS2022

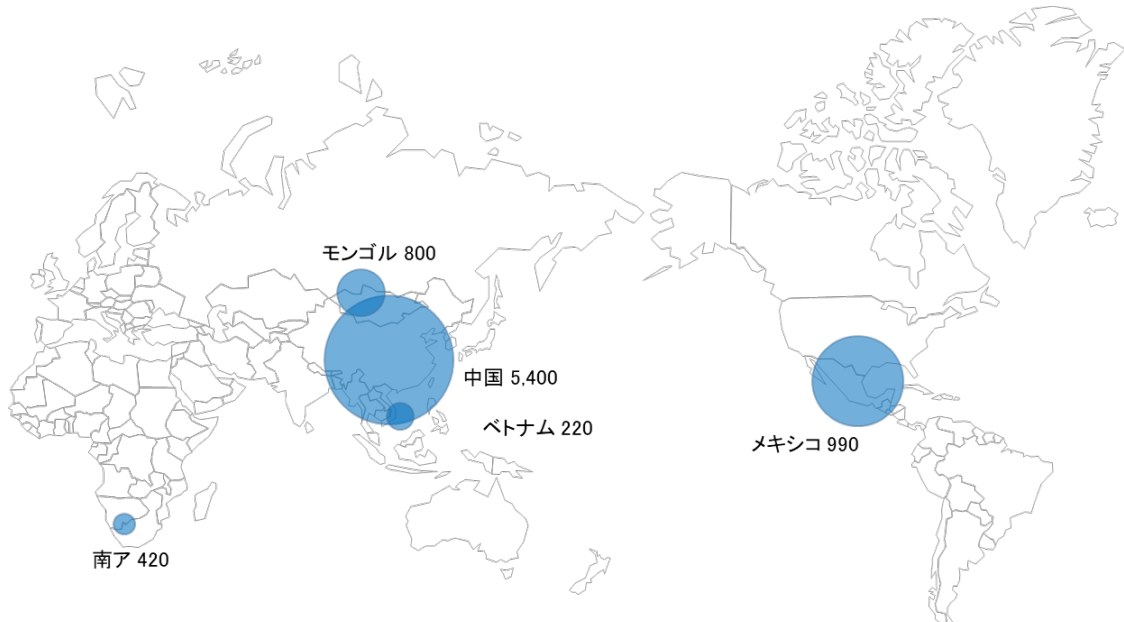
国別フッ素(蛍石)埋蔵量 (合計 320,000 純分千t)



国別蛍石生産量 (合計 8,600 純分千t)



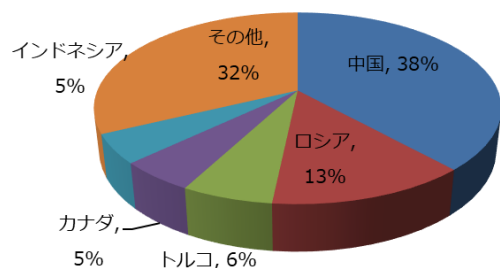
【世界の主要 蛍石生産国】国名、国別生産量(純分千t、2021年間値)、出典 USGS2022



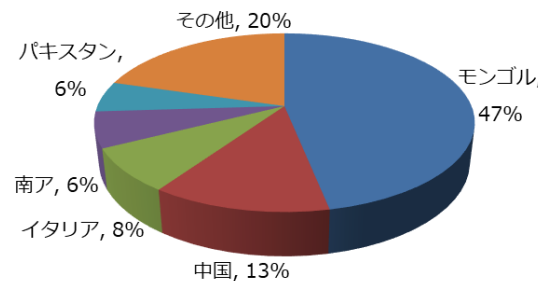
【貿易概況】出典:International Trade Centre、財務省貿易統計

■世界

主要輸入国(蛍石(冶金・セラミック G))
(2021 年合計 600 純分千t)

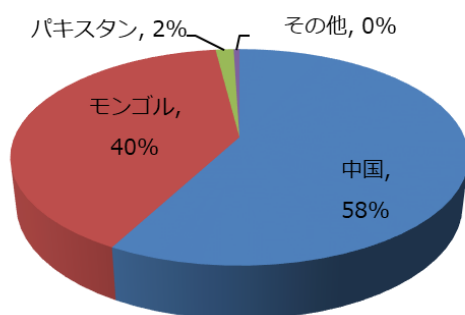


主要輸出国(蛍石(冶金・セラミック G))
(2021 年合計 526 純分千t)

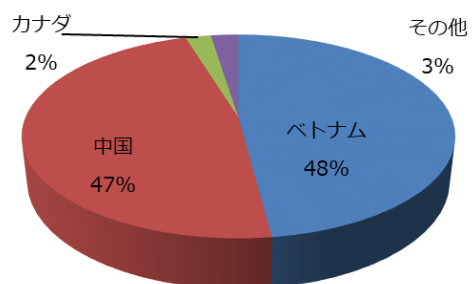


■日本

主要輸入相手国 (蛍石(冶金・セラミック G))
(2021 年合計 10,417 純分t)



主要輸入相手国 (蛍石(アシッド G))
(2021 年合計 20,985 純分t)



1.特性・用途

フッ素は、ハロゲン元素の一つで、自然界には単体では存在せず、蛍石(CaF₂)、氷晶石(Na₂AlF₆)、リン灰石(Ca₂(PO₄)₃F)等の鉱物として産出される。工業原料としては蛍石が使用されている。

蛍石は CaF₂含有量が 97%以下の冶金・セラミックグレードの塊鉱(品位 60~85%程度)と、97%を超えるアシッドグレードに分けられる。冶金・セラミックグレードは、製鉄分野で転炉や電炉の融剤として使用され、スラッグの生成を促進する効果を有し、製鋼滓化剤やセメント硬化剤として用いられる。

また、アシッドグレードは、粉碎・浮遊選鉱等により CaF₂含有量を 97%超にした粉末で、選鉱方法の違いから冶金・セラミックグレードの蛍石よりも品位(CaF₂含有量)が低い鉱石からも生産できる。アシッドグレードの蛍石は化合物の製造に用いられる。アシッドグレードの蛍石からは、まずフッ化水素(HF)を製造し、そこからさらにフルオロカーボン、各種フッ酸、フッ素樹脂の中間原料、その他フッ化物の製造原料などが製造される。

フッ化水素の最大の需要は、フルオロカーボン類(フッ素樹脂向け含む)である。フルオロカーボンは、炭化水素の水素を一部フッ素に置き換えた化合物で、その特長として、①安全性・低毒性、不燃性、難燃性、②経済性・省エネルギー(高断熱性、高エネルギー効率)、③省スペース(設備の小型化)等が上げられ、下記の幅広い分野で利用されている。

- ①冷媒 カーエアコン、家庭用・業務用エアコン、冷蔵庫、冷凍機等
- ②発泡剤 断熱材、緩衝材等
- ③洗浄剤 精密部品、電子部品等
- ④噴射剤 医薬用エアゾール等
- ⑤その他 消火剤、半導体エッチング剤、中間原料等

フルオロカーボン類は冷媒等に使用されるが、成層圏オゾン層の減少や温室効果という環境負荷が生じると考えられ、現在各分野で環境負荷のより小さいフルオロカーボンへの転換が進められている。

フッ素を添加した合成樹脂やゴムは、酸・アルカリ性の薬品や摩耗などに対して耐久性が高まるため、半導体製造装置や自動車などの部品・部材に使われる。また、フッ素樹脂は非燃焼性、耐熱性、耐薬品性、絶縁性に優れ、フライパンから自動車産業におけるオイルシール、軸受け、機密機械、電子基板等の広い用途に用いられている。

高濃度フッ酸は、半導体の洗浄・エッチング用として用いられる。工業用フッ酸はステンレスの洗浄や、液晶の洗浄やスリミングに使用される。その他にフッ素は、CVD 洗浄ガス、触媒、ガラス・珪瑯のフラックス、プリント基板のハンダメッキ原料や、最近ではリチウムイオン電池で使用される電解質を構成するリチウム塩として代表的な六フッ化リン酸リチウム等、幅広く利用されている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

2-1-1.各国の生産状況

表 2-1-1 世界の蛍石(CaF₂純分)生産量

単位:千t(蛍石(CaF₂)量)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	構成比
中国	4,200	4,000	3,800	4,400	3,800	3,800	4,000	4,300	5,400	5,400	100%	63%
メキシコ	1,240	1,210	1,110	1,030	988	990	1,080	1,230	915	990	108%	12%
モンゴル	480	240	370	231	202	200	605	718	685	800	117%	9%
南ア	170	158	285	135	165	200	242	210	330	420	127%	5%
ベトナム	-	-	38	168	175	200	239	238	220	220	100%	3%
カナダ	-	-	-	-	-	-	20	80	100	140	140%	2%
スペイン	107	103	103	98	130	130	145	139	131	130	99%	2%
モロッコ	79	81	75	79	70	70	65	88	82	80	98%	1%
ドイツ	54	49	60	40	50	50	45	50	80	80	100%	1%
カザフスタン	65	108	110	110	110	110	-	-	77	77	100%	1%
パキスタン	-	-	-	-	-	-	-	100	55	70	127%	1%
イラン	80	85	90	80	40	40	70	55	56	56	100%	1%
ミャンマー	-	-	-	-	-	-	-	53	-	-	-	-
タイ	21	24	35	50	42	40	48	50	-	-	-	-
英国	-	30	77	81	17	13	11	21	-	-	-	-
ケニア	91	72	70	63	43	43	-	-	-	-	-	-
ナミビア	69	61	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他	224	159	102	105	98	114	150	128	109	137	126%	2%
合計	6,880	6,380	6,390	6,670	5,930	6,000	6,720	7,460	8,240	8,600	104%	100%
F純分換算(48.7%)	3,348	3,105	3,110	3,246	2,886	2,920	3,273	3,633	4,013	4,188	104%	

出典: United States Geological Survey「Minerals Commodity Summaries」Fluorspar Mine production

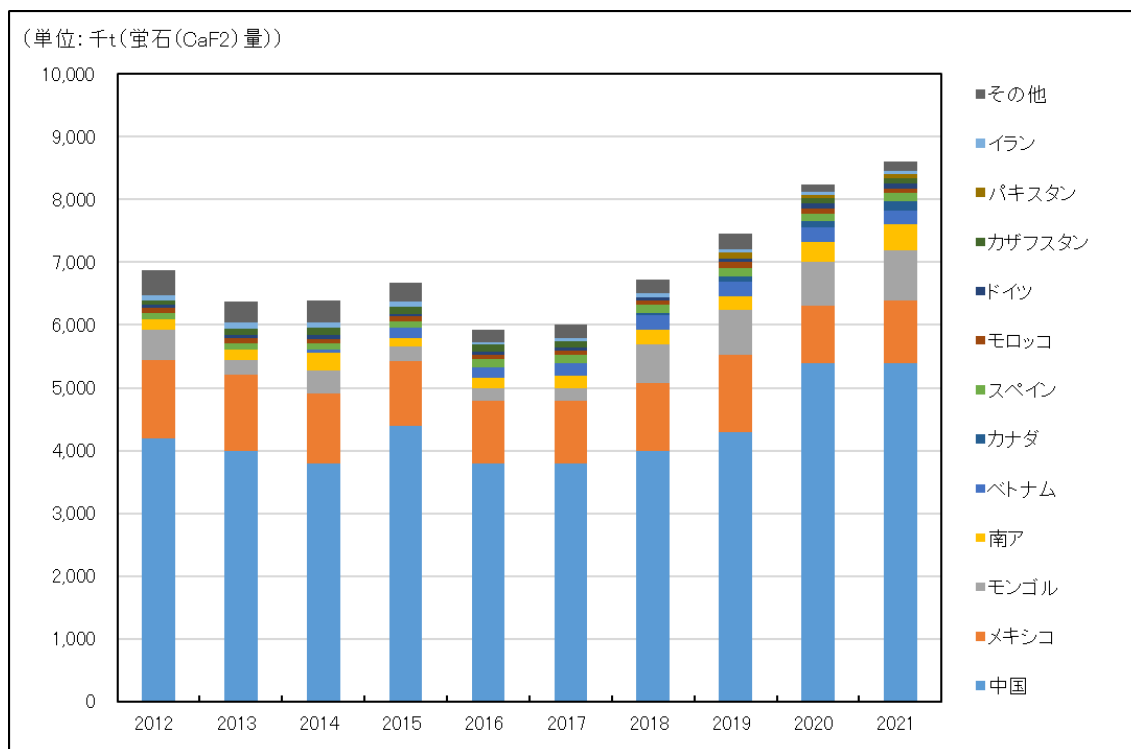


図 2-1-1 世界の蛍石(CaF₂純分)生産量

2-2.国内の需給動向

表 2-2 フッ素の国内需給(化学用途)

単位:純分千t

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比
供給	輸入 ¹⁾											
	原料	36.3	24.1	28.5	30.3	24.8	21.8	40.4	38.0	17.7	21.0	119%
	素材	81.8	83.4	89.9	89.2	86.7	97.2	106.4	89.0	70.5	79.5	113%
	合計	118.1	107.5	118.4	119.5	111.5	119.0	146.8	127.0	88.2	100.5	114%
需要	フッ化水素用	55.0	63.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	途別出荷 ²⁾											
	フルオロカーボン	30.5	32.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	二次製品	12.2	13.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	表面処理・洗浄	12.6	16.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	合計	110.3	126.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
供給-需要		7.8	-19.0	118.4	119.5	111.5	119.0	146.8	127.0	88.2	100.5	-

出典:1)財務省貿易統計

2)日本無機薬品協会統計「フッ化水素酸、需要部門別出荷実績」(2013年度まで)、ただし年度数値。

純分換算率:蛍石アシッドグレード47.4%

輸入フッ化水素95%、内需フッ化水素47.5%

※原料とは蛍石、素材とはフッ化水素による。

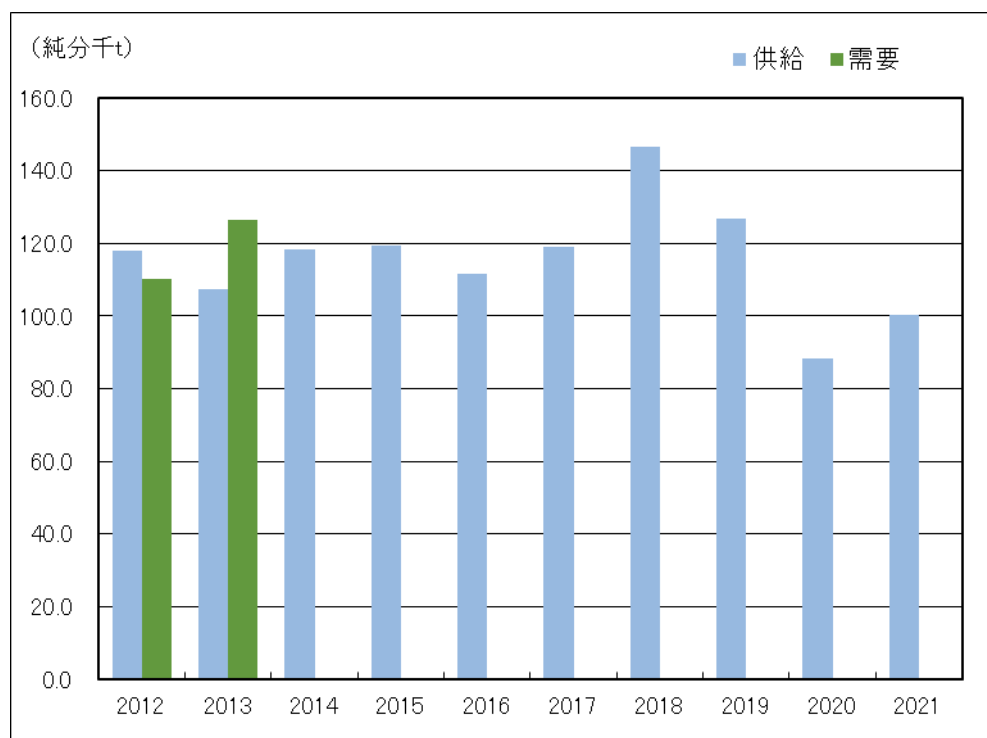


図 2-2 フッ素の国内需給(化学用途)

3.輸出入動向
3-1.輸出入動向

表 3-1 フッ素の輸出入数量

単位: 純分千t

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	
原料	蛍石(冶金・セラミックグレード)	輸入	49.7	31.4	32.5	35.7	16.6	25.7	28.8	15.5	9.7	10.4	107%
		輸出	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	蛍石(アシッドグレード)	輸入	36.3	24.1	28.5	30.3	24.8	21.8	40.4	38.0	17.7	21.0	119%
		輸出	0.5	0.6	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	小計	輸入	85.9	55.5	61.0	66.0	41.4	47.5	69.1	53.5	27.4	31.4	114%
		輸出	0.7	0.8	0.7	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
輸入-輸出		85.3	54.7	60.3	65.5	41.2	47.5	69.1	53.5	27.4	31.4	115%	
素材	フッ化水素	輸入	81.8	83.4	89.9	89.2	86.7	97.2	106.4	89.0	70.5	79.5	113%
		輸出	12.7	13.1	12.7	10.8	10.8	14.4	18.9	11.7	4.6	5.6	122%
	フッ化物	輸入	5.0	5.2	5.8	5.8	6.6	7.0	6.7	7.2	6.3	7.8	124%
		輸出	9.2	7.4	6.8	7.0	6.8	6.9	10.6	7.9	6.2	6.8	110%
	フルオロカーボン類	輸入	18.6	20.5	23.5	23.8	27.8	29.8	30.3	28.0	22.8	30.3	133%
		輸出	12.4	9.5	8.1	12.1	13.0	12.9	13.8	13.2	12.9	17.4	135%
	フッ素樹脂	輸入	4.8	4.9	4.8	5.8	6.4	8.1	8.6	7.8	6.3	7.4	117%
		輸出	14.5	14.9	16.4	15.7	15.7	16.7	17.9	19.0	57.2	62.4	109%
	小計	輸入	110.1	114.2	124.3	124.9	127.8	142.1	152.0	132.0	106.0	125.0	118%
		輸出	48.8	44.9	44.0	45.7	46.4	50.9	61.1	51.7	80.7	92.1	114%
		輸入-輸出	61.3	69.2	80.3	79.2	81.5	91.2	91.0	80.3	25.2	32.8	130%
	合計	輸入	196.1	169.6	185.3	190.9	169.2	189.6	221.1	185.5	133.4	156.4	117%
輸出		49.5	45.7	44.7	46.1	46.6	50.9	61.1	51.7	80.8	92.1	114%	
輸入-輸出		146.6	123.9	140.6	144.8	122.7	138.7	160.1	133.8	52.6	64.2	122%	

出典:財務省貿易統計、日本弗素樹脂工業会統計(フッ素樹脂の輸出のみ、年度数値)

純分換算率: 蛍石・冶金・セラミックグレード41.6%、アシッドグレード47.4%

輸入フッ化水素95%、輸出フッ化水素47.5%、 内需フッ化水素47.5%

フルオロカーボン類(クロロジフルオロメタン43.9%、ペンタフルオロエタン79.1%、テトラフルオロエタン74.5%

ペルフルオロメタン86.4%等)

フッ素樹脂76%、フッ化物(フッ化アルミニウム67.9%、フッ化アンモニウム51.3%等)

※原料は蛍石、素材はフッ化水素、フッ化物、フルオロカーボン類、フッ素樹脂とした。

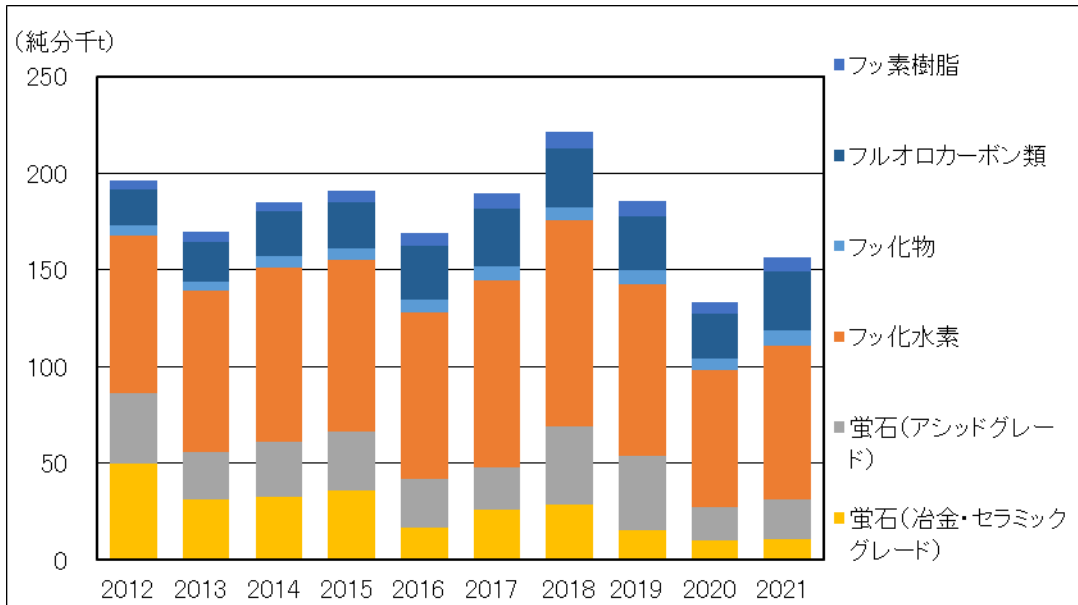


図 3-1-1 フッ素の輸入数量

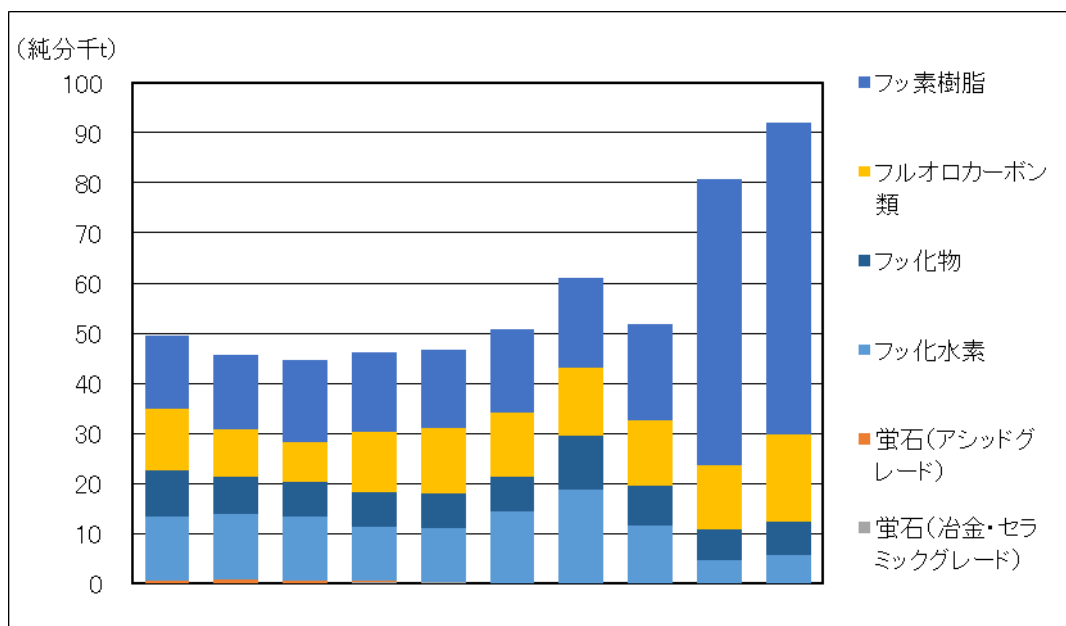


図 3-1-2 フッ素の輸出数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF₂含有率 97%以下)

表 3-2-1 蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF₂含有率 97%以下)の輸入相手国

単位:純分千t

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	構成比
輸入	中国	6.0	7.5	7.7	6.7	7.4	8.2	9.3	6.8	6.0	6.0	100%	58%
	モンゴル	3.9	3.7	4.5	3.6	3.0	3.5	2.9	3.9	3.3	4.2	126%	40%
	パキスタン	-	-	-	-	-	-	0.0	0.3	0.1	0.2	109%	2%
	ベトナム	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.0	33%	0%
	モロッコ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-
	メキシコ	39.6	20.1	20.3	25.4	6.2	14.0	16.6	4.5	-	-	-	-
	その他	0.2	0.0	-	-	-	-	0.0	0.0	-	0.0	-	-
	合計	49.7	31.4	32.5	35.7	16.6	25.7	28.8	15.5	9.7	10.4	107%	100%

出典:財務省貿易統計

※純分換算率41.6%

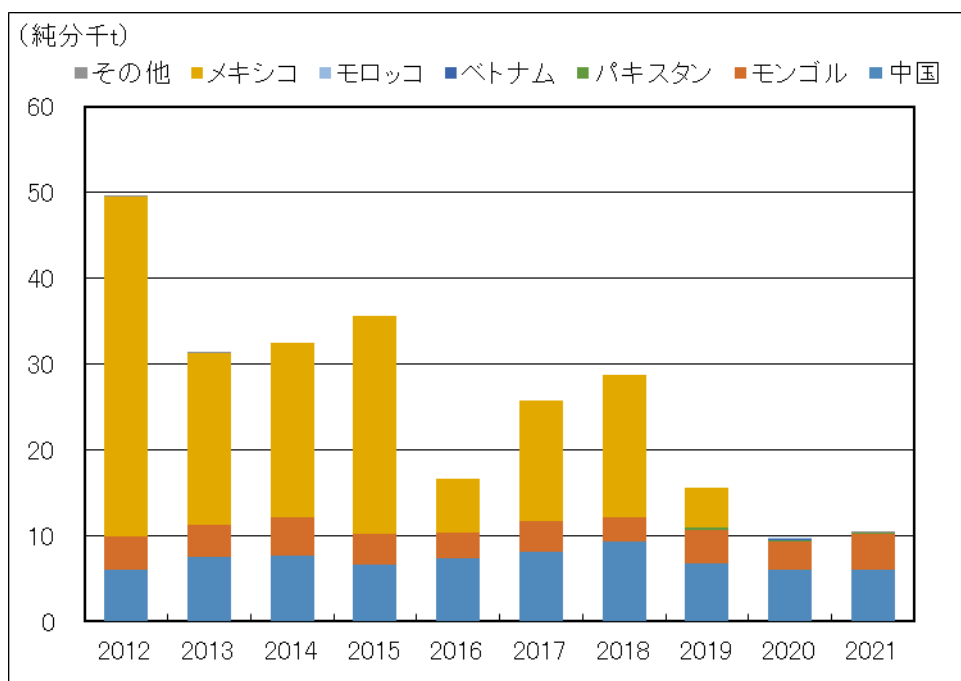


図 3-2-1 蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF₂含有率 97%以下)の輸入相手国

3-2-2.蛍石(アシッドグレード:CaF₂含有率 97%超)

表 3-2-2 蛍石(アシッドグレード:CaF₂含有率 97%超)の輸入相手国

単位:純分千t

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	構成比
ベトナム	-	-	-	2.4	2.6	7.8	12.6	12.4	-	10.1	-	48%
中国	29.6	21.9	28.2	27.8	22.1	13.7	27.6	25.4	17.6	9.9	57%	47%
カナダ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	2%
モロッコ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.3	337%	1%
モンゴル	1.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.0	0.2	439%	1%
ドイツ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	267%	0%
その他	5.5	2.1	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0%
合計	36.3	24.1	28.5	30.3	24.8	21.8	40.4	38.0	17.7	21.0	119%	100%

出典:財務省貿易統計

※純分換算率47.4%

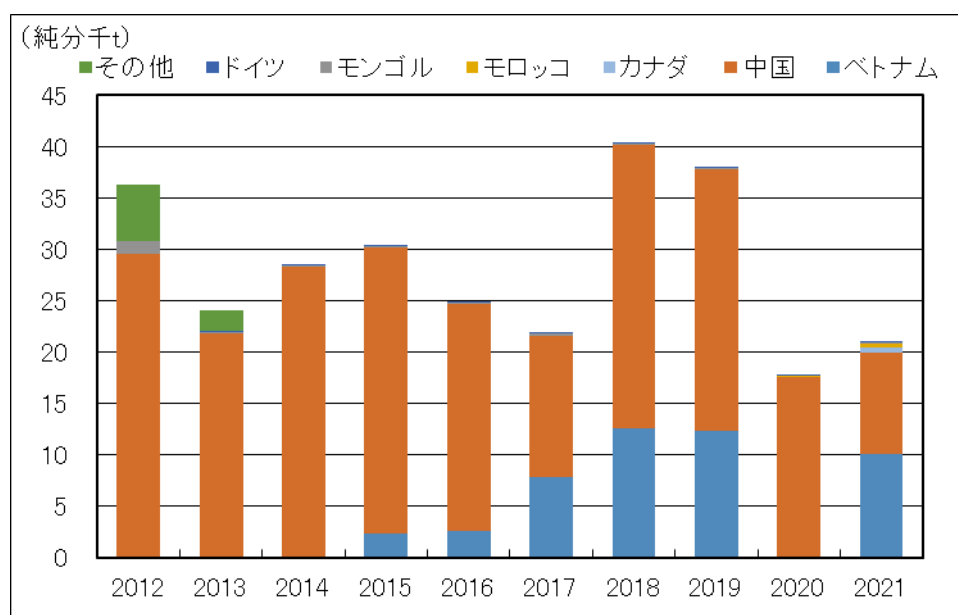


図 3-2-2 蛍石(アシッドグレード:CaF₂含有率 97%超)の輸入相手国

3-2-3.フッ化水素

表 3-2-3 フッ化水素の輸出入相手国

単位: 純分千t

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	構成比	
輸入	中国	80.4	82.0	87.8	86.9	85.3	96.5	106.1	88.3	69.8	78.0	112%	98%
	ドイツ	-	-	-	14.7	-	-	0.0	0.2	0.3	0.4	145%	1%
	台湾	1.2	1.4	1.9	2.1	1.3	0.7	0.2	0.4	0.3	0.4	143%	0%
	メキシコ	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	0.2	-	0%
	シンガポール	0.2	-	0.1	-	-	-	-	-	0.0	0.2	1200%	0%
	スペイン	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	0.1	0.1	153%	0%
	インド	0.0	0.0	0.2	0.2	-	-	-	0.0	0.1	0.1	142%	0%
	その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135%	0%
	合計	81.9	83.4	89.9	103.9	86.7	97.2	106.4	89.0	70.5	79.5	113%	100%
輸出	韓国	11.9	12.5	12.0	10.2	10.4	13.8	17.5	9.4	2.4	3.2	134%	56%
	米国	0.6	0.5	0.6	0.5	0.2	0.4	0.4	0.8	1.0	1.0	108%	19%
	台湾	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.7	1.0	0.8	0.8	101%	14%
	中国	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5	133%	10%
	ドイツ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	138%	1%
	インドネシア	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	58%	1%
	その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	-	0%
合計	12.6	13.1	12.7	10.8	10.7	14.3	18.9	11.7	4.6	5.6	122%	100%	

出典: 財務省貿易統計

※輸入フッ化水素95%、輸出フッ化水素47.5%

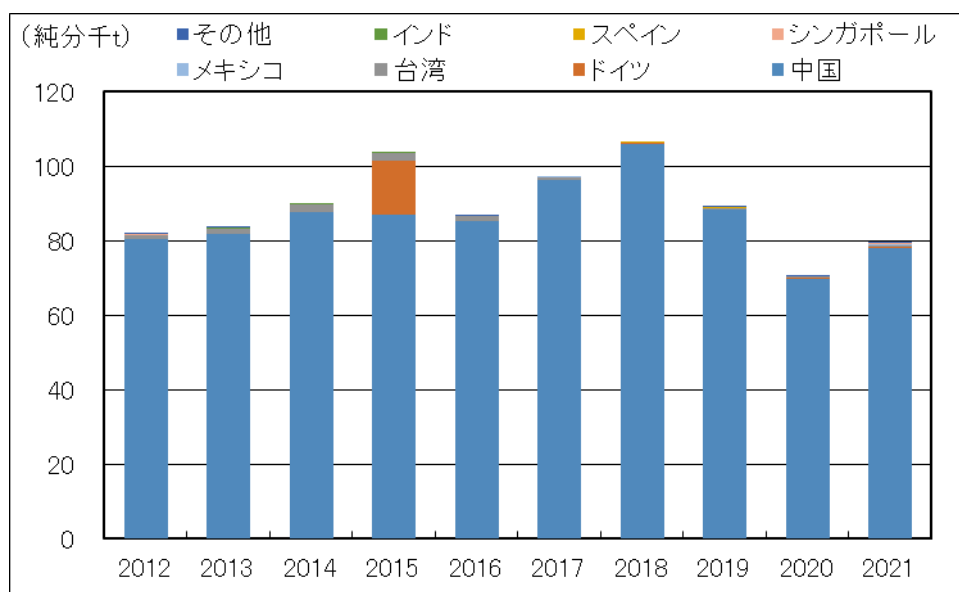


図 3-2-3 フッ化水素の輸入相手国

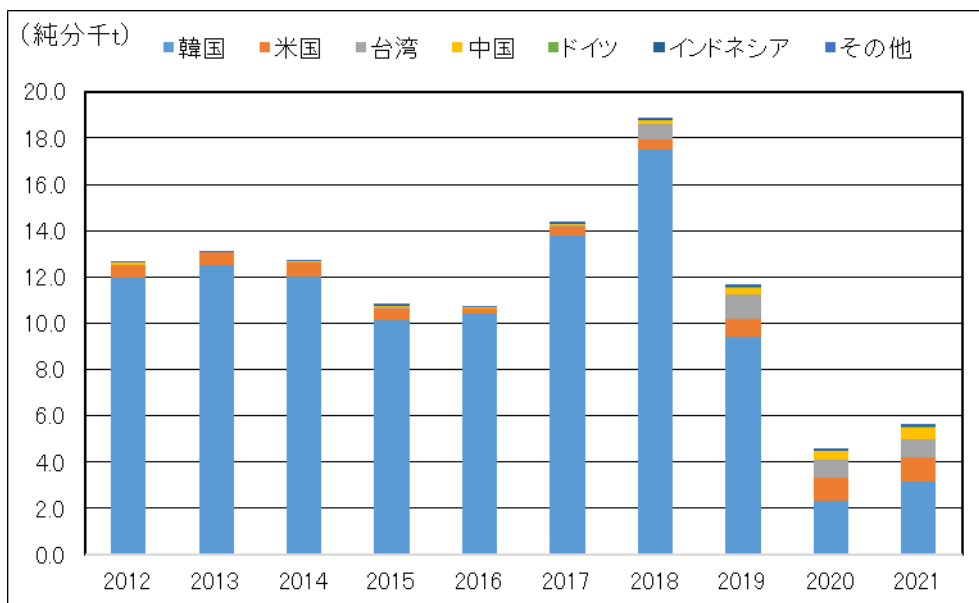


図 3-2-4 フッ化水素の輸出相手国

3-3.輸出入価格

表 3-3 フッ素の平均輸出入価格

単位:\$/t

			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20比	
原料	蛍石(冶金・セラミックグレード)	輸入	361	361	351	339	265	325	379	491	539	541	100%	
		輸出	1,174	1,077	1,018	824	1,027	1,048	1,065	1,311	1,254	1,510	1,510	120%
	蛍石(アシッドグレード)	輸入	530	390	380	328	272	331	446	478	500	495	495	99%
		輸出	990	847	801	700	136,971	56,935	6,625	6,441	-	79,614	-	-
素材	フッ化水素	輸入	1,720	1,597	1,410	1,350	1,233	1,618	2,052	1,822	1,568	1,881	1,881	120%
		輸出	2,134	1,700	1,607	1,457	1,599	1,542	1,911	2,202	2,662	2,668	2,668	100%
	フッ化物	輸入	14,546	11,171	12,007	12,635	11,004	12,457	13,493	11,185	14,064	11,991	11,991	85%
		輸出	6,007	5,201	5,198	5,201	7,181	8,005	5,718	8,278	8,038	8,964	8,964	112%
	フルオロカーボン類	輸入	4,749	3,741	3,733	3,773	3,285	3,773	4,981	5,941	7,272	7,350	7,350	101%
		輸出	13,938	14,200	16,757	14,345	16,776	18,218	17,131	16,877	17,681	16,004	16,004	91%
	フッ素樹脂	輸入	26,189	20,252	20,418	17,685	17,307	17,029	18,682	18,898	23,129	27,591	27,591	119%
		輸出	8,073	7,181	7,439	7,474	8,333	8,082	8,546	8,498	7,895	9,121	9,121	116%

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。

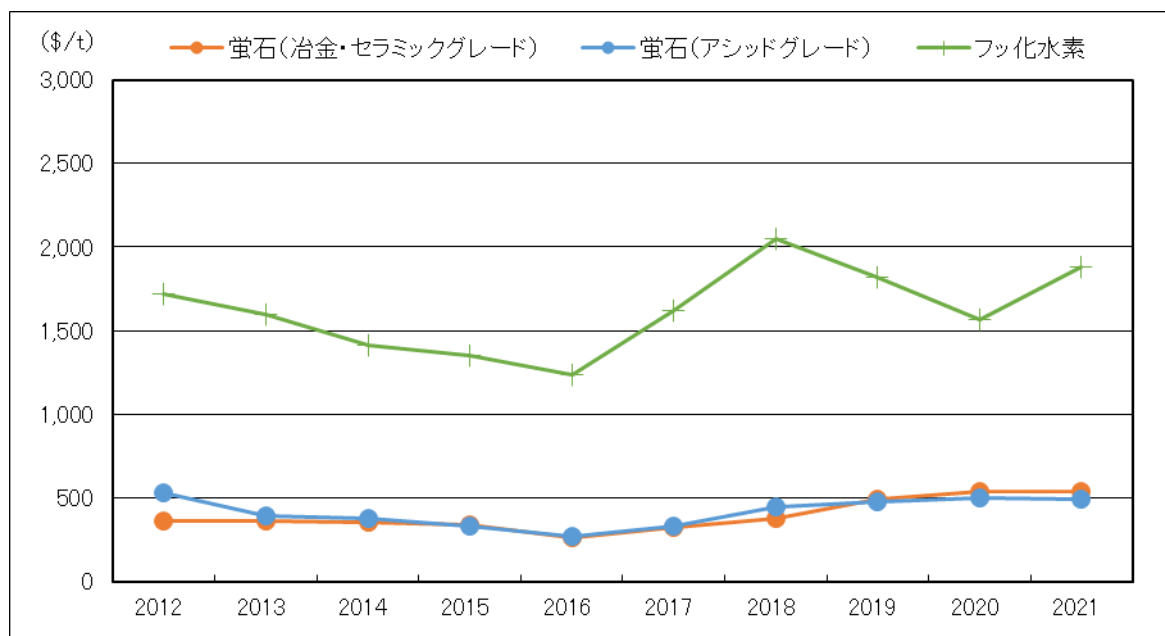


図 3-3-1 フッ素(蛍石、フッ化水素酸)の平均輸入価格

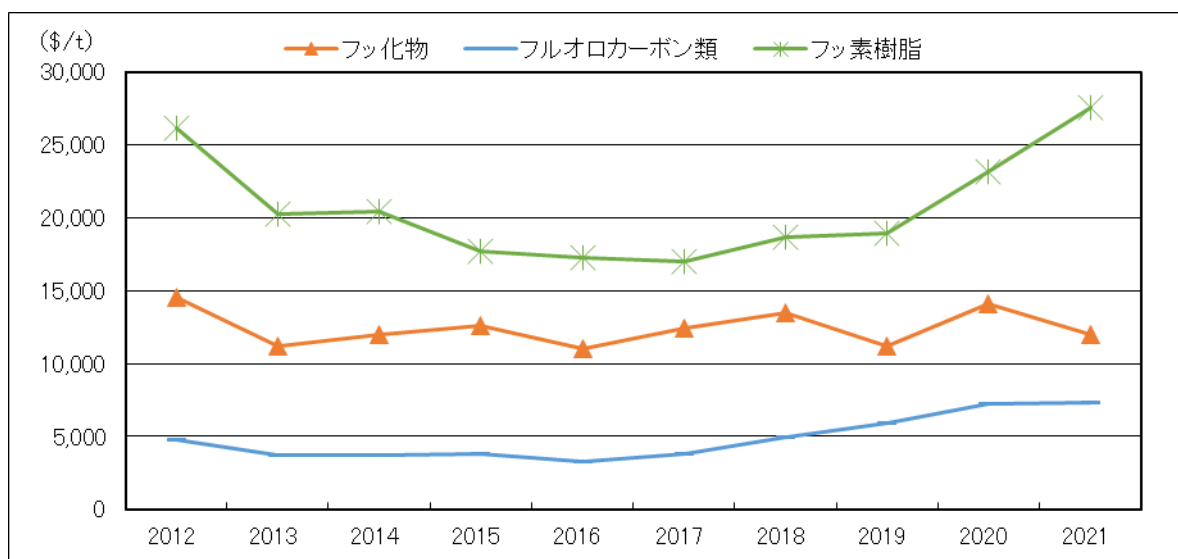
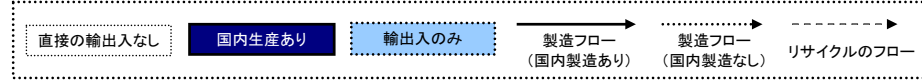
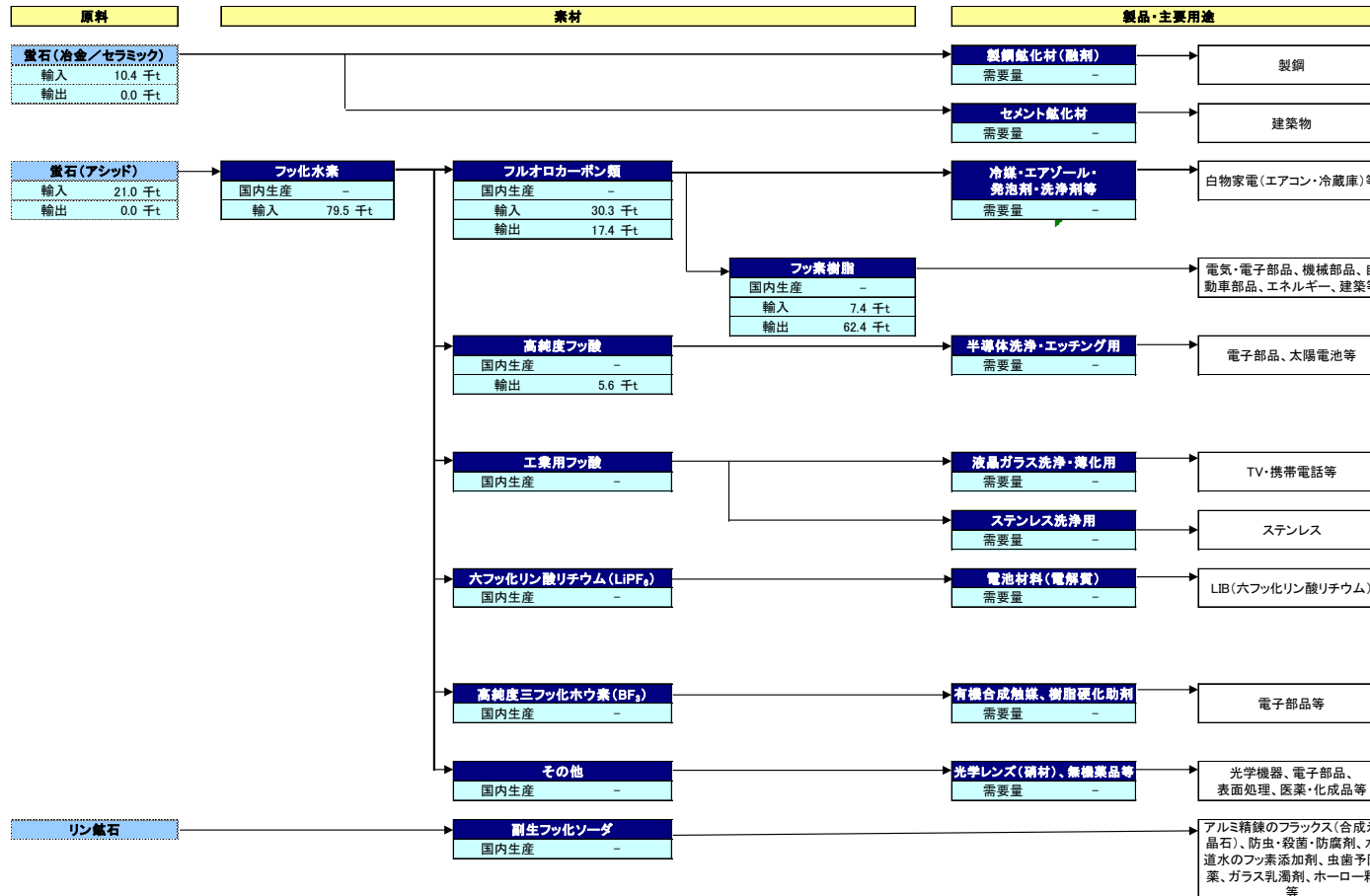


図 3-3-2 フッ素(フッ化物、フルオロカーボン類、フッ素樹脂)の平均輸入価格

4.リサイクル
データなし

フッ素のマテリアルフロー(2021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：萤石(冶金・セラミックグレード)：41.6%、アシッドグレード47.4%、フッ化水素酸47.5%、フルオロカーボン類(クロロジフルオロメタン43.9%等)、フッ素樹脂76%、フッ化物(フッ化アルミニウム67.9%等)
 ※「-」：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。