

1.需給動向

1-1.世界の需給動向

工業的に使用されるフッ素(フッ化物)は、フッ化カルシウム(CaF<sub>2</sub>)を主成分とする螢石から製造される。螢石は CaF<sub>2</sub> 含有量が 97%以下の冶金・セラミックグレードの塊鉱と、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、スラグの生成を促進する効果を有し、製鋼鉱化剤やセメント鉱化剤として用いられる。一方、アシッドグレードは、粉砕・浮遊選鉱等により CaF<sub>2</sub> 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螢石よりも品位(CaF<sub>2</sub> 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螢石からは、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。これらの主な用途としては、半導体の洗浄・エッチング、液晶ガラスのスリミング、リチウムイオン電池の電解質、冷媒・エアゾール、有機合成触媒、各種フッ素樹脂などがある。

世界の螢石生産量(CaF<sub>2</sub> 純分)を表 1-1、図 1-1 に示す。2014 年の世界の生産量は CaF<sub>2</sub> 純分で前年比 101%の 6,850 千 t であった。世界の生産量の 64%を中国が占め、18%をメキシコが、5%をモンゴルが、3%を南アが占めている。中国とメキシコの上位 2 ヶ国で世界生産の 82%を生産している。

表 1-1 世界の螢石(CaF<sub>2</sub>純分)生産量

|             | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 14/13比 | 構成比 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| 中国          | 2,800 | 3,100 | 3,200 | 4,200 | 3,800 | 4,600 | 4,200 | 4,400 | 4,400 | 4,400 | 100%   | 64% |
| メキシコ        | 875   | 936   | 933   | 1,058 | 1,050 | 1,070 | 1,210 | 1,240 | 1,230 | 1,200 | 98%    | 18% |
| モンゴル        | 327   | 348   | 355   | 335   | 460   | 400   | 348   | 471   | 226   | 340   | 150%   | 5%  |
| 南ア          | 266   | 256   | 285   | 299   | 204   | 160   | 240   | 225   | 175   | 230   | 131%   | 3%  |
| スペイン        | 144   | 153   | 138   | 149   | 123   | 132   | 117   | 128   | 117   | 107   | 91%    | 2%  |
| ケニヤ         | 97    | 83    | 82    | 98    | 16    | 45    | 117   | 110   | 49    | 90    | 186%   | 1%  |
| モロッコ        | 115   | 94    | 79    | 57    | 69    | 75    | 79    | 80    | 76    | 70    | 92%    | 1%  |
| イラン         | 65    | 65    | 68    | 62    | 71    | 72    | 56    | 60    | 70    | 70    | 100%   | 1%  |
| カザフスタン      | 5     | 30    | 64    | 66    | 65    | 65    | 65    | 65    | 65    | 65    | 100%   | 1%  |
| ブルガリア       | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 32    | 70    | 60    | 50    | 83%    | 1%  |
| 英国          | 56    | 50    | 45    | 37    | 19    | 26    | -     | -     | 45    | 45    | 100%   | 1%  |
| ナミビア        | 106   | 122   | 109   | 109   | 74    | 95    | 80    | 68    | 50    | 40    | 80%    | 1%  |
| ロシア         | 246   | 210   | 180   | 269   | 127   | 67    | 120   | 129   | 80    | 20    | 25%    | 0%  |
| その他         | 267   | 226   | 193   | 185   | 226   | 134   | 138   | 127   | 128   | 70    | 55%    | 1%  |
| 合計          | 5,360 | 5,660 | 5,720 | 6,920 | 6,300 | 6,940 | 6,800 | 7,170 | 6,770 | 6,850 | 101%   | 99% |
| 純分換算(48.7%) | 2,609 | 2,755 | 2,784 | 3,368 | 3,066 | 3,378 | 3,309 | 3,489 | 3,295 | 3,334 | 101%   |     |

出典：United States Geological Survey「Minerals Yearbook Fluorspar」

2014年のみ United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Fluorspar」

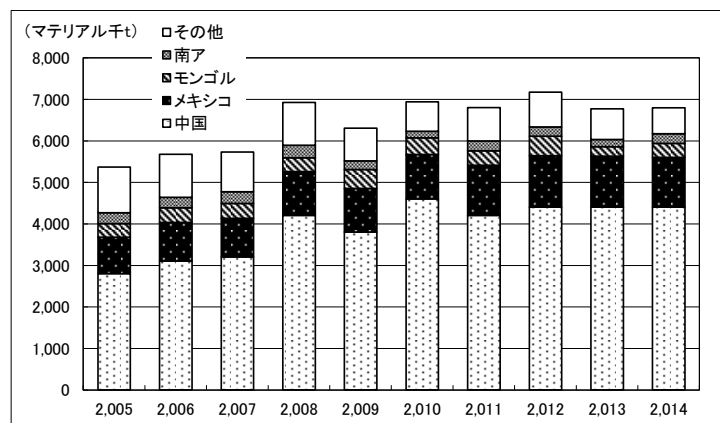


図 1-1 世界の螢石(CaF<sub>2</sub>純分)生産量

中国産の蛍石はアシッドグレードで、メキシコ産はセラミックグレードが中心である。しかし、メキシコ産蛍石の多くは不純物の含有率が高く、一般的に日本国内での使用は難しいとされているが、中には不純物の含有率が低いものもある。なお、米国においても蛍石が産出されるが、同国では資源保護の観点から主に輸入蛍石を利用している。

蛍石には、主成分である  $\text{CaF}_2$  のほか、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、リン等の不純物を含む。不純物を多く含む蛍石をフッ化水素製造の原料として用いると、製造や下工程で反応して種々の不都合を招く。そのために現在、フッ化水素の製造原料の大部分が、上記の不純物含有の少ない中国産である。

蛍石の資源枯渇リスクについて、最大の産出国である中国の動向が注目されるが、豊富な蛍石を有する中国のフッ化水素メーカーによると、蛍石の産出は現時点で順調である。ただし、中国国内での産出地が最大産地であった浙江省から、江西省や福建省などへシフトしている。この背景として業界内では、①浙江省の蛍石資源が枯渇してきたこと、②沿海部地域の人件費の上昇や環境問題の影響等が考えられている。このうち、②の人件費や環境問題は、具体的には、浙江省の経済発展が進み人件費が高騰して蛍石採掘のコストが高くなったこと、また市街化により環境規制が厳しくなったことである。その結果、資源はあっても従来のように簡単に採掘しにくくなり、比較的人件費が安価で環境規制も緩い内陸部へと産地がシフトしている。加えて、中国政府は、化学工業分野の第 12 次 5 年計画(2011 年～2015 年)において、蛍石を原料として用いるフッ素化学工業の発展に重点を置き、安価な原料・素材生産からフルオロカーボン類などの加工した製品へとシフトしていく方針を打ち出しているために、蛍石そのものの輸出量が減少している。

なお、蛍石及びフッ化水素の需要に関する公開データはないが、フルオロカーボン類については今後、世界的には需要が増加していく見込みであり、またフッ化水素については半導体向けや液晶ガラススリミング向けは今後も需要が伸びていくと見られる。

## 1-2 国内の需給動向

日本は、フッ素原料として蛍石(アシッドグレード、冶金・セラミックグレード)とフッ化水素を輸入している。

蛍石(アシッドグレード)は、フッ化水素の製造に用いられる。日本国内でフルオロカーボン類やフッ酸を製造しているメーカーは 8 社ほどあるが、このうち蛍石を輸入してフッ化水素を製造しているのは 3 社のみで、その他の企業は海外からフッ化水素を輸入している。以前は、国内のフッ化水素メーカーでもキルンを保有し蛍石からフッ化水素を製造していたが、老朽化や生産効率の悪化により各社とも、中国からのフッ化水素の調達に切り替えた。なお、上述の 3 社でも使用しているフッ化水素の全量を蛍石から生産しているのではなく、実際の生産量は使用量に対して一部であり、大部分は輸入品である。

国内生産及び輸入したフッ化水素は、フルオロカーボン類、フッ素樹脂の中間原料、その他のフッ化物の製造原料として、また各種表面処理・洗浄製品製造工程で使用される。

フッ素の化学用途の国内需給を表 1-2 と図 1-2 に示す。2014 年の供給量は、前年比 110%の 118.4 千 t であった。

蛍石(冶金・セラミックグレード)は、上述したように脱リン・脱硫黄を目的に、製鉄工程において転炉や電炉の融剤として使用されている。ただし、蛍石を利用すると製鋼スラグがフッ素を含有し、環境規制によりスラグを建築資材等として利用できなくなり、最終処分する製鋼スラグが多く発生することとなる。鉄鋼業では蛍石ではなく、代替融剤の利用や、製鋼工程での温度上昇による蛍石の使用削減等を進めてきている。2014 年は前年比 104%の 32.5 千 t が輸入されている(表 2-1 参照)が、増加については前年度の輸入量が少なかったためと見られる。なお、特殊鋼やスティール鋼製造プロセスにおいて、不純物の除去や成分微調整目的の二次製錬では、冶金グレードの蛍石使用量削減は難しいのが現状である。

表 1-2 フッ素の国内需給(化学用途)

|       |                              |          |              | 単位:純分千t |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|-------|------------------------------|----------|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|       |                              |          |              | 2005    | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 14/13比 |
| 供給    | 輸入 <sup>1)</sup>             | 原料       | 蛍石(アシッドグレード) | 84.8    | 56.6  | 69.8  | 112.9 | 12.0  | 31.7  | 45.7  | 36.3  | 24.1  | 28.5  | 118%   |
|       |                              | 素材       | フッ化水素        | 52.7    | 62.0  | 69.9  | 66.8  | 53.9  | 72.1  | 81.8  | 81.8  | 83.4  | 89.9  | 108%   |
|       | 合計                           |          |              | 137.5   | 118.7 | 139.7 | 179.6 | 65.8  | 103.7 | 127.5 | 118.1 | 107.5 | 118.4 | 110%   |
| 需要    | フッ化水素用<br>途別出荷 <sup>2)</sup> | フルオロカーボン |              | 73.0    | 73.7  | 71.4  | 66.2  | 59.4  | 63.3  | 59.0  | 55.0  | 63.9  | -     | -      |
|       |                              | 二次製品     |              | 22.6    | 22.0  | 25.5  | 23.2  | 21.3  | 24.8  | 28.8  | 30.5  | 32.6  | -     | -      |
|       |                              | 表面処理・洗浄  |              | 9.6     | 10.1  | 9.3   | 6.8   | 9.0   | 10.4  | 11.7  | 12.2  | 13.6  | -     | -      |
|       |                              | その他      |              | 5.0     | 6.5   | 7.4   | 7.0   | 10.8  | 12.7  | 10.7  | 12.6  | 16.3  | -     | -      |
|       | 合計                           |          |              | 110.1   | 112.3 | 113.6 | 103.2 | 100.5 | 111.1 | 110.3 | 110.3 | 126.4 | 130.6 | 103%   |
| 供給-需要 |                              |          |              | 27.4    | 6.4   | 26.1  | 76.4  | -34.7 | -7.4  | 17.2  | 7.8   | -18.9 | -12.2 |        |

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」、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。

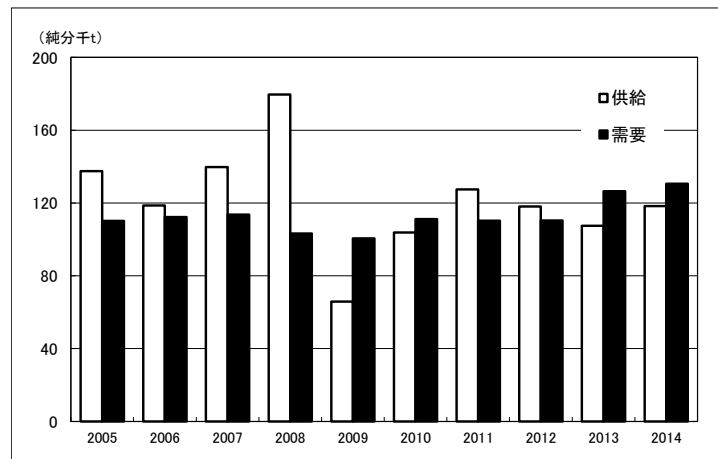


図 1-2 フッ素の国内需給(化学用途)

### 1-2-1.フルオロカーボン類/フッ素樹脂

輸入また国内生産したフッ化水素の最大の需要先は、フルオロカーボン類(フッ素樹脂向け含む)である。

日本国内では、HFC-32、HFC-125、HFC-410a(HFC-125とHFC-32の50%ずつの混合物)等のフルオロカーボン類が、冷媒、エアゾール、発泡剤、洗浄剤等で使用されている。なお、HFC-32はほぼ全量が中国メーカーからの輸入品である。フルオロカーボン類は今後、世界的には需要が増加していく見込みだが、国内需要についてはエアコンがほぼ普及したために、買い換え需要のみで横ばいと推定される。

フッ素樹脂はフッ化水素からフルオロカーボンを経て、重合や共重合等の化学的工程により製造されたプラスチックの一種である。HCFC-22や、HCFC142bやHCFC-152a等のフルオロカーボンが原料として利用されている。フッ素樹脂もフルオロカーボンと同様に今後、世界的には需要が増加していく見込みである。フッ素樹脂は他のゴム(シリコンゴムやアクリルゴム、ニトリルゴム、エチレンプロピレンゴム等)と比較し、耐熱性や、耐溶剤性、低透過性等で優れており、自動車用のシール材やリング等での採用が増えている。そのほか、車の環境対応化や、PCの高周波化に伴うフッ素樹脂利用の増加も期待されている。

フッ素樹脂やフッ素ゴムは自動車部品としての需要が多い。フッ素はバリア性や耐久性が高く、自動車のエンジン周りでガソリンによる腐食が起きないためパッキン材料として使用されてきた。昨今では自動車メーカー各社が電気自動車(以下、EV)の開発に力を入れているが、EVはガソリンを使用しないためパッキンその他の部品はフッ素のような耐腐食性材料である必要はなく、価格の安いゴムや樹脂へと代替される可能性もある。業界内には、今後EVが拡大すればフッ素樹脂・フッ素ゴムの需要が縮小するという懸念もある。

### 1-2-2.表面処理・洗浄/二次製品

表面処理・洗浄/二次製品では高純度フッ酸及び 55%フッ酸が利用されている。

高純度フッ酸とは EL グレード(12N グレード)と言われる電子部品向けの製品である。50%フッ酸及びバフアードフッ酸(フッ化水素酸とフッ化アンモニウム溶液の混合水溶液)の 2 種が主に利用されている。主な用途は半導体及び太陽電池製造におけるシリコンウエハのウェットエッチングやウェット洗浄である。

半導体ではウェットエッチング工程で高純度フッ酸が利用されているが、この工程では工場が稼働していればその稼働率が増減しても、必要とされる高純度フッ酸の液量はそれほど大きく変化しない。そのため、国内の半導体産業が低迷している一方で、高純度フッ酸の需要はそれほど影響を受けていない。しかし顧客が新規工場(設備)を建設しない以上は高純度フッ酸の需要も増加しない。半導体ウエハサイズの大口徑化に伴い、半導体関連企業は新規投資を行う必要がある。現状維持のままであれば、旧設備が使用できなくなるため工場の閉鎖が見こまれ、結果として高純度フッ酸の国内需要減少に繋がる。

そのほか、LCD 用ガラスのスリミング(薄化)及びステンレスの洗浄用に 55%フッ酸が利用されている。これは、輸入した 99.9%のフッ化水素を 55%に希釈したものである。元々はステンレス等の酸洗浄で利用されていたが、ステンレスメーカーサイドではコストダウンのためフッ素メーカーから 55%フッ酸を購入するのではなく、半導体メーカーが製造工程で使用した高純度フッ酸の使用済薬液を引き取って使用するという再利用が進んでいる。現在ではステンレス洗浄よりも LCD 用ガラスのスリミング(薄化)での需要比率が高い。ガラススリミング用途は国内の液晶市場の拡大とともに成長し、特に最近ではスマートフォンやタブレット端末などの中小型製品向けの需要が安定している。液晶関連製品は TV やノートパソコン、デスクトップモニタなど大型のものは最終製品の組み立てだけでなく、ガラスを始めとする部材も海外生産へとシフトしているが、スマートフォンなどの中小型製品用の LCD は極薄で厚み精度などが厳しく求められるため、日本製品に対する底堅い需要がある。ただ、LCD 産業は市場の変動が激しく、今後の需要動向は未知数である。

### 1-2-3.その他

その他の用途としては、リチウムイオン電池(以下 LIB)の電解質となる六フッ化リン酸リチウムや、有機合成触媒、樹脂硬化助剤として利用される高純度三フッ化ホウ素、その他半導体製造装置のステップ用フッ化物レンズ等がある。

蛍石以外のフッ素としては、肥料としての過リン酸石灰製造に際して、ケイフッ化ソーダが副産物として発生する。ケイフッ化ソーダは過リン酸石灰 1,000kg の生産に対し、4kg が副産する(一般財団法人農林統計協会ポケット 肥料要覧)。年間の生産量がケイフッ化ソーダ量で数百 t(F 純分千 t では小数点以下)のため、今回の需給表からは除外した。これらの製品は国内販売だけでなく、海外にも輸出されている。

## 2.輸出入動向

### 2-1.輸出入動向

フッ素の輸出入数量を表 2-1、図 2-1、図 2-2 に示す。

2014 年の原料、素材の輸入量は前年比 109%の 185.3 千 t、輸出量は前年比 98%の 44.7 千 t であった。

蛍石(冶金・セラミックグレード)の輸入量は前年比 104%と増大しているが、在庫減で増加したものと見られる。セラミックグレードについては、鉄鋼業での使用量削減に伴い、輸入量は減少傾向にある。

蛍石(アシッドグレード)の輸入量は、2009 年を境に大きく減少する一方、フッ化水素やフルオロカーボンの輸入量は、逆に増加している。

中国政府は蛍石の輸出奨励策として輸出増徴税 7%の還付を行っていたが、2004 年に廃止した。その後、輸出入関税を設置し、徐々にその税率を引き上げていった。これにより、日本の多くのフッ化水素生産企業が中国での現地生産(中国企業との合弁会社設立)に切り替えた。

製品としては、フッ化物や、フルオロカーボン類、フッ素樹脂等が輸入されている。フッ化物はフッ化アンモニウムまたはナトリウム及びフッ化アルミニウムとしての輸入が多い。フッ化物の用途は様々ある。一例を挙

げると、フッ化アンモニウムはガラスのエッチング、金属表面処理、半導体用エッチング助剤等で、フッ化ナトリウムは鉄鋼、アルミニウム等のフラックス剤、防虫剤、殺菌剤および木材防腐剤、水道水のフッ素添加剤等で利用されている。フッ化アルミニウムはレンズ、ガラスの配合剤等で使用される。

フルオロカーボン類ではクロロジフルオロメタン(HCFC-22)、ペンタフルオロエタン(HFC-125)、ジフルオロメタン(HFC-32)の輸入量が多い。クロロジフルオロメタン(HCFC-22)は樹脂原料として輸入されている。ペンタフルオロエタン(HFC-125)やジフルオロメタン(HFC-32)は冷媒、エアゾール等用途での輸入である。輸出では、テトラフルオロエタン(HFC-134a)や、ペルフルオロエタン、ペンタフルオロエタン(HFC-125)等の数量が多い。テトラフルオロエタン(HFC-134a)は自動車や低温用の冷媒として使用されている。

表 2-1 フッ素の輸出入数量

|       |                  | 単位:純分千t |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |      |  |
|-------|------------------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--|
|       |                  | 2005    | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010  | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 14/13比 |      |  |
| 原料    | 螢石(冶金・セラミックグレード) | 輸入      | 99.61  | 75.32  | 47.07  | 65.24  | 29.61 | 35.46  | 52.16  | 49.65  | 31.36  | 32.52  | 104% |  |
|       |                  | 輸出      | 0.03   | 0.08   | 0.07   | 0.14   | 0.10  | 0.14   | 0.17   | 0.19   | 0.15   | 0.15   | 100% |  |
|       | 螢石(アシッドグレード)     | 輸入      | 84.82  | 56.62  | 69.76  | 112.88 | 11.97 | 31.66  | 45.65  | 36.30  | 24.10  | 28.47  | 118% |  |
|       |                  | 輸出      | 0.35   | 0.52   | 0.60   | 0.60   | 0.51  | 0.45   | 0.60   | 0.51   | 0.60   | 0.54   | 89%  |  |
|       | 小計               | 輸入      | 184.43 | 131.94 | 116.83 | 178.12 | 41.59 | 67.12  | 97.82  | 85.95  | 55.46  | 60.99  | 110% |  |
|       |                  | 輸出      | 0.37   | 0.59   | 0.67   | 0.74   | 0.61  | 0.59   | 0.77   | 0.70   | 0.75   | 0.69   | 92%  |  |
| 輸入-輸出 |                  | 184.05  | 131.34 | 116.16 | 177.38 | 40.98  | 66.54 | 97.05  | 85.25  | 54.70  | 60.30  | 110%   |      |  |
| 素材    | フッ化水素            | 輸入      | 52.71  | 62.05  | 69.93  | 66.76  | 53.85 | 72.08  | 81.85  | 81.82  | 83.40  | 89.88  | 108% |  |
|       |                  | 輸出      | 5.52   | 5.58   | 8.31   | 8.72   | 6.48  | 9.19   | 12.56  | 12.73  | 13.13  | 12.72  | 97%  |  |
|       | フッ化物             | 輸入      | 3.95   | 4.51   | 5.60   | 4.95   | 3.52  | 5.57   | 5.29   | 4.95   | 5.17   | 5.82   | 113% |  |
|       |                  | 輸出      | 14.96  | 13.49  | 11.06  | 13.35  | 8.19  | 11.23  | 11.28  | 9.20   | 7.38   | 6.78   | 92%  |  |
|       | フルオロカーボン類        | 輸入      | 16.55  | 14.84  | 17.63  | 14.09  | 13.90 | 20.61  | 23.62  | 18.56  | 20.50  | 23.51  | 115% |  |
|       |                  | 輸出      | 25.16  | 20.94  | 21.79  | 20.67  | 13.90 | 12.96  | 14.95  | 12.40  | 9.54   | 8.12   | 85%  |  |
|       | フッ素樹脂            | 輸入      | 4.20   | 4.37   | 5.15   | 5.79   | 2.99  | 6.01   | 6.65   | 4.81   | 5.11   | 5.08   | 99%  |  |
|       |                  | 輸出      | 11.28  | 12.46  | 13.04  | 14.29  | 9.31  | 14.66  | 15.16  | 14.46  | 14.90  | 16.38  | 110% |  |
|       | 小計               | 輸入      | 77.41  | 85.76  | 98.30  | 91.59  | 74.27 | 104.28 | 117.41 | 110.13 | 114.17 | 124.29 | 109% |  |
|       |                  | 輸出      | 56.92  | 52.46  | 54.20  | 57.03  | 37.88 | 48.04  | 53.95  | 48.79  | 44.94  | 44.01  | 98%  |  |
| 輸入-輸出 |                  | 20.49   | 33.30  | 44.10  | 34.55  | 36.39  | 56.24 | 63.46  | 61.35  | 69.23  | 80.28  | 116%   |      |  |
| 合計    | 輸入               | 261.8   | 217.7  | 215.1  | 269.7  | 115.9  | 171.4 | 215.2  | 196.1  | 169.6  | 185.3  | 109%   |      |  |
|       | 輸出               | 57.3    | 53.1   | 54.9   | 57.8   | 38.5   | 48.6  | 54.7   | 49.5   | 45.7   | 44.7   | 98%    |      |  |
|       | 輸入-輸出            | 204.5   | 164.6  | 160.3  | 211.9  | 77.4   | 122.8 | 160.5  | 146.6  | 123.9  | 140.6  | 113%   |      |  |

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: 螢石・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)

※原料は螢石、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。

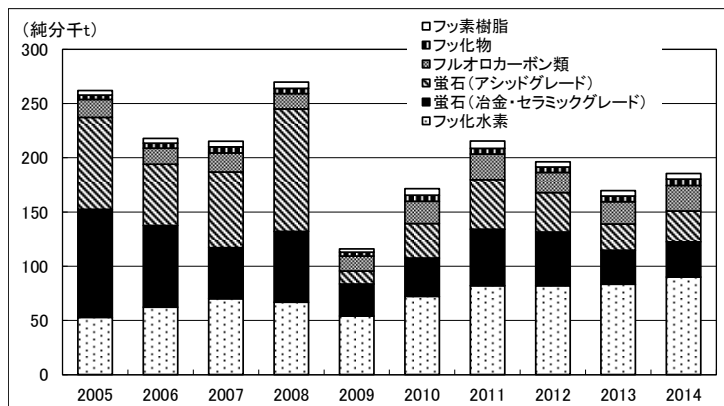


図 2-1 フッ素の輸入数量

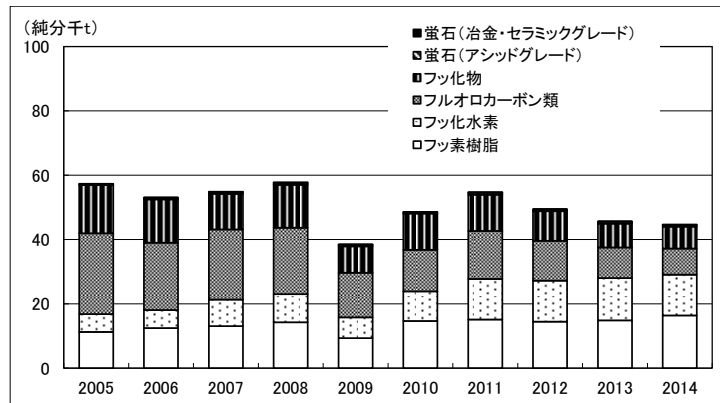


図 2-2 フッ素の輸出数量

2-2.輸出入相手国

2-2-1.蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF<sub>2</sub>含有率 97%以下)

蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF<sub>2</sub>含有率 97%以下)の輸入相手国を表 2-2、図 2-3 に示す。  
 主な輸入相手国はメキシコ、中国である。

表 2-2 蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF<sub>2</sub>含有率 97%以下)の輸入相手国

単位:純分千t

|    | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 14/13比 | 構成比  |      |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|
| 輸入 | メキシコ | 57.8 | 39.3 | 19.8 | 38.2 | 18.9 | 20.0 | 39.8 | 39.6 | 20.1 | 20.3   | 101% | 62%  |
|    | 中国   | 41.3 | 35.4 | 27.2 | 24.9 | 7.2  | 14.2 | 11.0 | 6.0  | 7.5  | 7.7    | 103% | 24%  |
|    | モンゴル | 0.0  | 0.0  | 0.1  | 0.1  | 1.9  | 0.5  | 1.4  | 3.9  | 3.7  | 4.5    | 121% | 14%  |
|    | タイ   | 0.46 | 0.63 | 0.02 | 1.37 | 0.01 | 0.72 | 0.00 | 0.18 | 0.04 | -      | -    | -    |
|    | その他  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 1.5  | 1.6  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0    | 0%   | 0%   |
|    | 合計   | 99.6 | 75.3 | 47.1 | 65.2 | 29.6 | 35.5 | 52.2 | 49.7 | 31.4 | 32.5   | 104% | 100% |

出典:財務省貿易統計  
 ※純分換算率41.6%

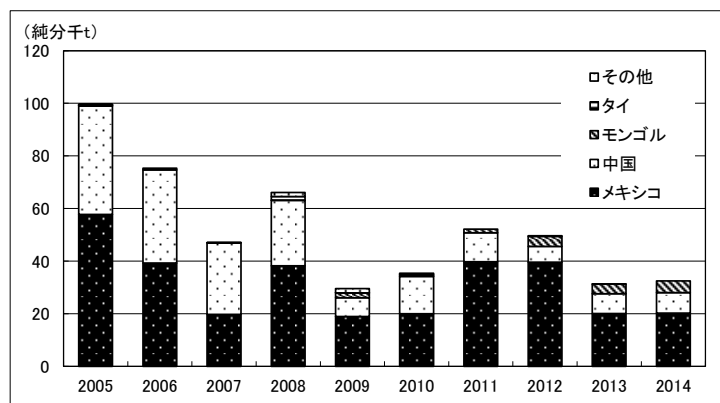


図 2-3 蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF<sub>2</sub>含有率 97%以下)の輸入相手国

2-2-2.蛍石(アシッドグレード:CaF<sub>2</sub>含有率 97%超)

蛍石(アシッドグレード:CaF<sub>2</sub>含有率 97%超)の輸入相手国を表 2-3、図 2-4 に示す。

主な輸入相手国は中国であり、2014年には99%を中国に依存している。2012年、2013年と一部を南アから輸入していたが、南ア産は中国産とほぼ同等の品質を維持しているものの、価格競争力を武器とする中国に

対し、無理に価格を下げてまで対抗する方針にはないものとみられ、日本向け輸出は 2014 年にはゼロとなった。日本国内のフッ素メーカーでは中国に代わる原料ソース開拓を模索しているが、中国産の蛍石は品質が高く、安価であるため、同程度の品質と価格を維持したまま他国で調達するのは難しい状況である。

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

|    |      | 2005 | 2006 | 2007 | 2008  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 14/13比 | 構成比  |
|----|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
| 輸入 | 中国   | 81.8 | 54.7 | 69.8 | 112.9 | 11.8 | 29.8 | 39.0 | 29.6 | 21.9 | 28.2 | 129%   | 99%  |
|    | モンゴル | 1.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 0.09 | 1.86 | 3.40 | 1.19 | 0.13 | 0.21 | 154%   | 1%   |
|    | ドイツ  | —    | —    | 0.00 | —     | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 167%   | 0%   |
|    | 南ア   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 3.1  | 5.5  | 2.1  | —    | —      | —    |
|    | その他  | 1.90 | 1.87 | 0.00 | 0.00  | 0.01 | 0.02 | 0.11 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0%     | 0%   |
|    | 合計   | 84.8 | 56.6 | 69.8 | 112.9 | 12.0 | 31.7 | 45.7 | 36.3 | 24.1 | 28.5 | 118%   | 100% |

出典:財務省貿易統計  
※純分換算率47.4%

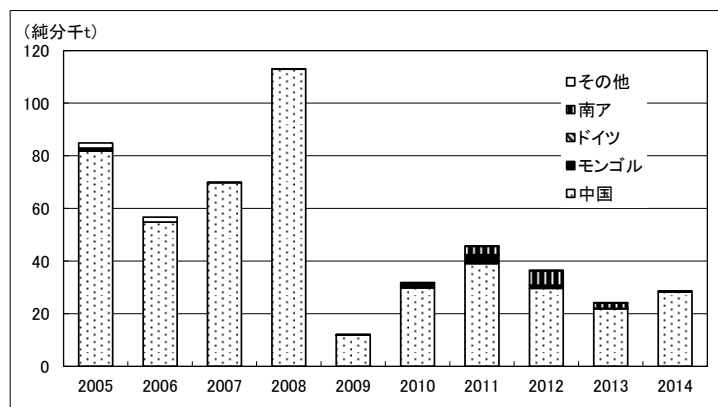


図 2-4 蛍石(アシッドグレード:CaF<sub>2</sub>含有率 97%超)の輸入相手国

### 2-2-3.フッ化水素

フッ化水素の輸出入相手国を表 2-4、図 2-5 に示す。

フッ化水素の輸入も中国依存度が高く、全体の 98%を占める。中国からの輸入品はほとんどが無水フッ化水素(100%フッ酸)である。

国内のフッ化水素メーカーは中国以外のソース開拓に取り組んでいる。例えばインドは化学企業を有しており、また、蛍石の資源も保有していることから、一部試験的な輸入が始まっている。インドからの輸入量は僅か(全輸入量の 0.2%程度)ではあるものの、2014 年も 2013 年に引き続き前年比 3 倍程度に達した。

フッ化水素は輸出もあり、ほとんどが半導体製造用の高純度品である。輸出量の 94%が韓国向けであり、半導体ウエハ製造プロセスで使用される高純度フッ酸やフッ化アンモニウムを半導体メーカーに供給している。

表 2-4 フッ化水素の輸出入相手国

単位:純分千t

|    |        | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014  | 14/13比 | 構成比  |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|------|
| 輸入 | 中国     | 52.70  | 61.41  | 68.05  | 65.35  | 50.43  | 69.71  | 79.05  | 80.37  | 82.00  | 87.77 | 107%   | 98%  |
|    | 台湾     | 0.00   | 0.00   | 0.02   | 0.04   | 0.54   | 2.01   | 2.11   | 1.21   | 1.35   | 1.90  | 140%   | 2%   |
|    | インド    | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.02   | 0.05   | 0.17  | 349%   | 0%   |
|    | シンガポール | 0.02   | 0.63   | 1.87   | 1.37   | 2.88   | 0.36   | 0.28   | 0.23   | 0.00   | 0.05  | 0%     | 0%   |
|    | その他    | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.4    | 0.0    | 0.0    | 0.0   | 0%     | 0%   |
|    | 合計     | 52.7   | 62.0   | 69.9   | 66.8   | 53.9   | 72.1   | 81.8   | 81.8   | 83.4   | 89.9  | 108%   | 100% |
| 輸出 | 韓国     | 3.8    | 3.7    | 6.3    | 6.7    | 5.2    | 7.5    | 11.2   | 11.9   | 12.5   | 12.0  | 96%    | 94%  |
|    | 米国     | 0.6    | 0.6    | 0.5    | 0.5    | 0.2    | 0.4    | 0.5    | 0.6    | 0.5    | 0.6   | 108%   | 5%   |
|    | 中国     | 0.664  | 0.769  | 0.904  | 0.669  | 0.449  | 0.582  | 0.537  | 0.107  | 0.031  | 0.051 | 163%   | 0%   |
|    | カナダ    | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | 0.026 | —      | 0%   |
|    | シンガポール | 0.166  | 0.181  | 0.228  | 0.236  | 0.230  | 0.357  | 0.008  | 0.086  | 0.043  | 0.017 | 40%    | 0%   |
|    | インドネシア | 0.010  | 0.002  | 0.004  | 0.006  | 0.004  | 0.006  | 0.004  | 0.005  | 0.003  | 0.013 | 507%   | 0%   |
|    | フィリピン  | 0.0100 | 0.0017 | 0.0042 | 0.0058 | 0.0038 | 0.0063 | 0.0038 | 0.0003 | 0.0011 | —     | —      | —    |
|    | その他    | 0.301  | 0.296  | 0.346  | 0.644  | 0.359  | 0.325  | 0.366  | 0.029  | 0.002  | 0.001 | 63%    | 0%   |
|    | 合計     | 5.5    | 5.6    | 8.3    | 8.7    | 6.5    | 9.2    | 12.6   | 12.7   | 13.1   | 12.7  | 97%    | 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%

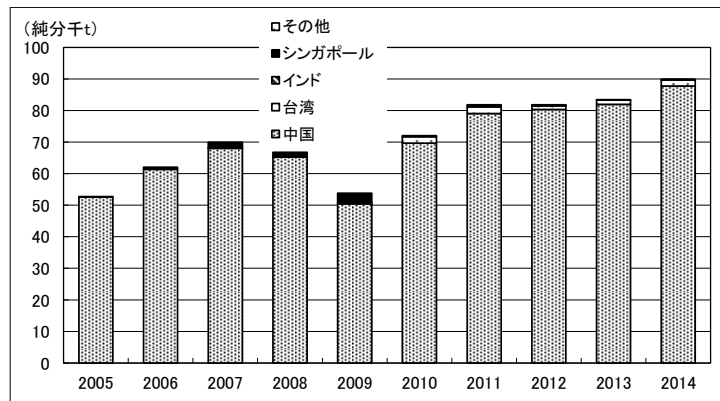


図 2-5 フッ化水素の輸入相手国

### 2-3.輸出入価格

フッ素の平均輸出入価格を表 2-5、図 2-6、図 2-7 に示す。

アシッドグレードの蛍石の輸入価格は 2013 年に続いて、2014 年も僅かだが下落した。

フッ化水素の輸入価格は、2011 年以降下がりが続き、2014 年も前年比 88%と下落している。先に述べたようにフッ化水素の輸入のうち、中国からの無水フッ酸が大部分を占めるために、この価格が下がれば全体の価格も下がる。また、フッ化水素の 2014 年の輸出価格も同様に下がりが続き、前年比 94%に下落した。



表 2-5 フッ素の平均輸出入価格

|    |                  |    | 単位: \$/t |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----|------------------|----|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    |                  |    | 2005     | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 14/13比 |
| 原料 | 蛍石(冶金・セラミックグレード) | 輸入 | 148      | 155    | 170    | 247    | 249    | 286    | 326    | 361    | 361    | 351    | 97%    |
|    |                  | 輸出 | 539      | 470    | 477    | 638    | 1,140  | 1,097  | 1,117  | 1,174  | 1,077  | 1,018  | 95%    |
|    | 蛍石(アシッドグレード)     | 輸入 | 184      | 192    | 212    | 326    | 327    | 292    | 529    | 530    | 390    | 380    | 98%    |
|    |                  | 輸出 | 2,031    | 451    | 456    | 572    | 726    | 887    | 981    | 990    | 847    | 801    | 95%    |
| 素材 | フッ化水素            | 輸入 | 788      | 788    | 966    | 1,721  | 1,097  | 1,470  | 2,153  | 1,720  | 1,597  | 1,410  | 88%    |
|    |                  | 輸出 | 1,688    | 1,562  | 1,420  | 1,944  | 1,967  | 1,962  | 2,217  | 2,134  | 1,700  | 1,607  | 94%    |
|    | フッ化物             | 輸入 | 14,397   | 16,034 | 13,116 | 12,261 | 9,884  | 14,012 | 11,989 | 14,546 | 11,171 | 12,007 | 107%   |
|    |                  | 輸出 | 2,473    | 3,128  | 4,544  | 5,346  | 6,104  | 6,085  | 5,824  | 6,007  | 5,201  | 5,198  | 100%   |
|    | フルオロカーボン類        | 輸入 | 4,544    | 4,431  | 4,000  | 5,162  | 3,917  | 4,355  | 6,989  | 4,749  | 3,741  | 4,026  | 108%   |
|    |                  | 輸出 | 6,027    | 7,103  | 6,622  | 7,265  | 7,874  | 11,898 | 13,912 | 13,938 | 14,200 | 16,757 | 118%   |
|    | フッ素樹脂            | 輸入 | 16,829   | 17,244 | 17,396 | 18,143 | 17,895 | 19,222 | 23,747 | 26,189 | 20,252 | 20,418 | 101%   |
|    |                  | 輸出 | 9,995    | 9,467  | 10,958 | 10,232 | 7,554  | 7,979  | 8,681  | 8,073  | 7,181  | 7,439  | 104%   |

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。

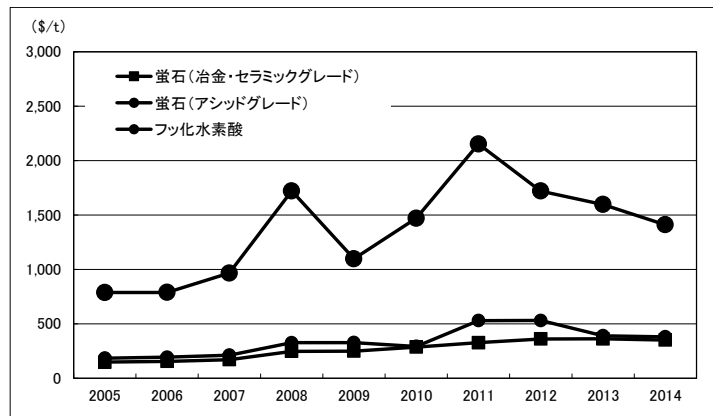


図 2-6 フッ素(蛍石、フッ化水素酸)の平均輸入価格

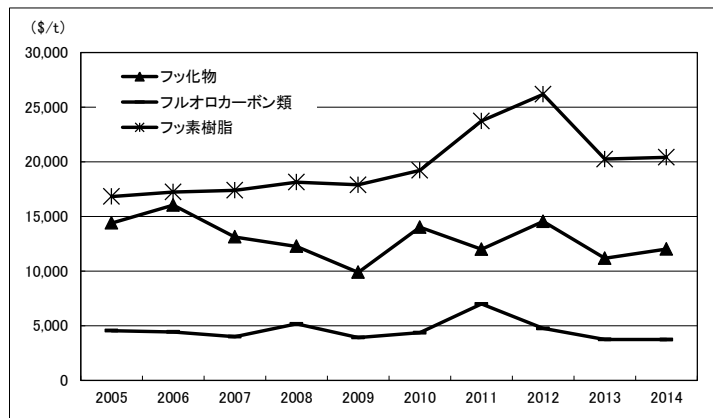


図 2-7 フッ素(フッ化物、フルオロカーボン類、フッ素樹脂)の平均輸入価格

### 3.リサイクル

フッ素のリサイクル率は以下の定義により推計すると表 3 の通りである。

現時点では、使用済みの最終製品からのフッ素の回収、リサイクルの実績はないが、半導体メーカーからの使用済薬液の再利用や、使用済薬液から蛍石(鉱石のような状態ではなく、ウェットな状態のもの)を取り出す取組みが行われている。半導体で利用された使用済薬液は不純物が少なく、55%フッ酸製造の際の原料として使用される他、回収したフッ素メーカーサイドで酸性フッ化アンモニウムに再加工されている。

この他、フッ素メーカーによる回収・再利用ではないが、先にも述べたように LCD ガラススリミングやステン

レス洗浄用のフッ酸に半導体メーカーから排出される高純度フッ酸の使用済薬液が使用されるケースがある。ガラスの加工メーカー(表面処理業者)が半導体メーカーから直接使用済薬液を購入する形となるため、フッ素メーカーは介在しない。

新たな動きとしては、リン鉍石からの蛍石リサイクルに向けた研究開発がリンの大手メーカーによって進められている。

|        |   |
|--------|---|
| 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   | $= (\text{国内生産}) + (\text{原料・素材の輸入}) - (\text{原料・素材の輸出})$ |

※使用済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。

※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、フッ素樹脂の合計値

表3 フッ素のリサイクル率

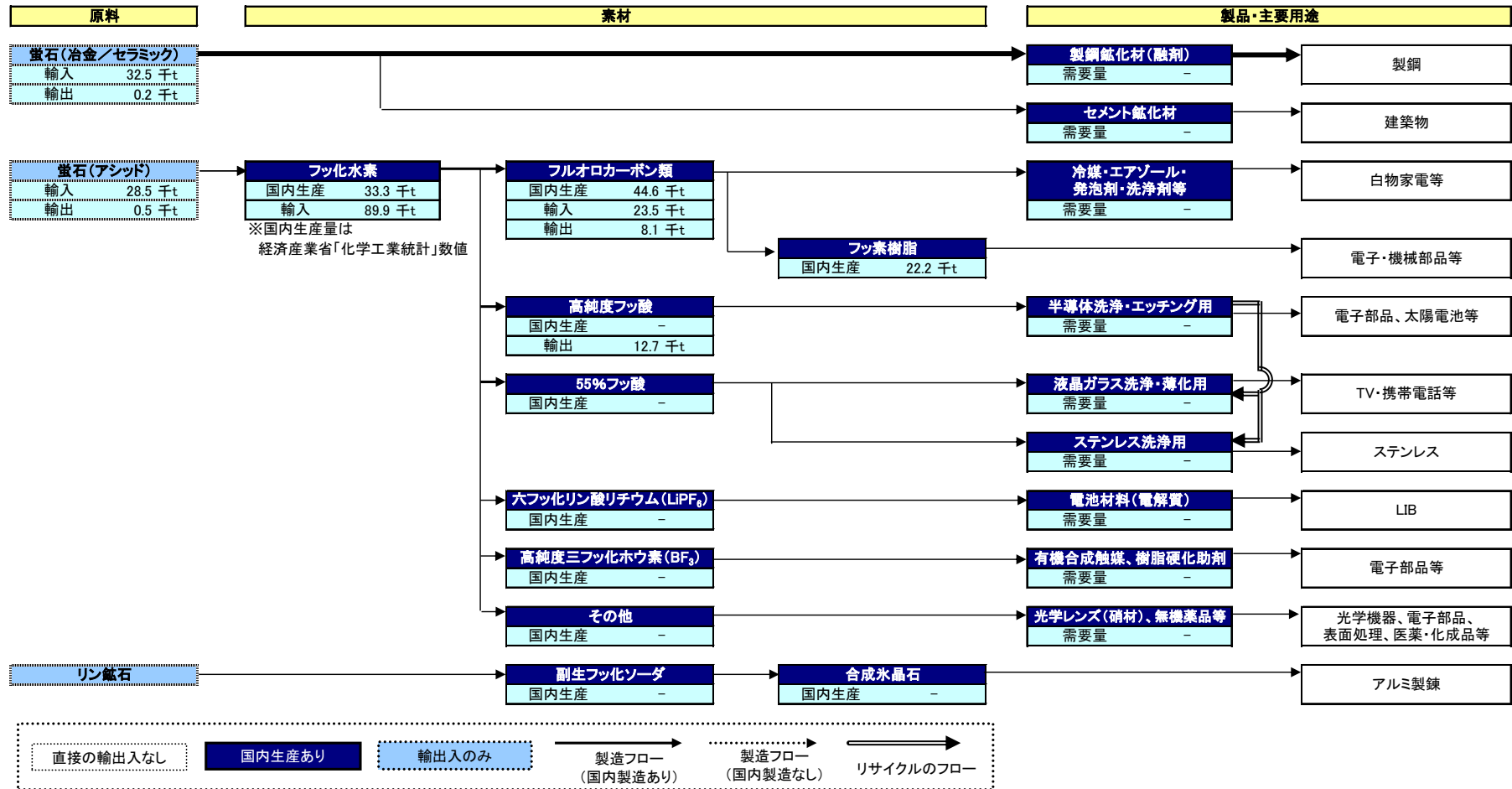
単位:純分千t

| 区分        | 内訳                        | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------|---------------------------|------|------|------|------|------|
| 見掛消費量     | 国内発生量 <sup>1)</sup>       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
|           | 原料・素材 輸入-輸出 <sup>2)</sup> | 123  | 161  | 147  | 124  | 142  |
|           | 合計①                       | 123  | 161  | 147  | 124  | 142  |
| リサイクル量②   |                           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| リサイクル率②/① |                           | 0%   | 0%   | 0%   | 0%   | 0%   |

出典:1)環境省「平成24年度のフロン回収・破壊法に基づく業務用冷凍空調機器からのフロン類回収量等の集計結果」2)財務省貿易統計

4.マテリアルフロー

フッ素のマテリアルフロー(2014)



※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: 螢石(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95%、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)